

Tecnologia Emergente: uma Revisão Sistemática no Ensino de Biologia Sobre o Uso da Realidade Aumentada

Emerging Technology: a Systematic Review in Biology Teaching about the Use of Augmented Reality

Leticia Alaice Fonseca de Oliveira^{*a}; Amanda das Neves Pinto^a; Carlos Henrique Pagel^a; Regina Barwaldt^a; Daniel da Silva Silveira^a

^aUniversidade Federal de Rio Grande, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação em Ciências. RS, Brasil.

*E-mail: leticia.oliveira@furg.br

Resumo

O presente artigo apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre as práticas pedagógicas empregadas durante as aulas de Biologia por meio do uso da Realidade Aumentada (RA). Para o avanço da pesquisa, procurou-se perceber da literatura as RSL existentes até agora sobre práticas no Ensino de Biologia e posteriormente se fez a RSL com o objetivo de pesquisar quais procedimentos estratégicos pedagógicos foram empregados durante as aulas por meio do uso da ferramenta de RA, para que possam trazer um maior benefício em termos de aprendizagem nos alunos e ao Ensino de Biologia. Foram revisados artigos em revistas e periódicos nacionais e internacionais, em plataformas digitais como Google Acadêmico, trabalhos publicados entre 2018 a 2022 e tivessem acesso livre. Para isso, recorreu-se ao Parsifal que é uma ferramenta on-line projetada para apoiar os pesquisadores na condução de revisões sistemáticas da literatura. A RSL seguiu o protocolo proposto por (Kitchenham, 2004). Como resultados, constatou-se que em 26 dos trabalhos finais a Teoria significativa de David Ausubel (1963 e 1968) foi a teoria de aprendizagem mais empregada nos artigos e a estratégia pedagógica utilizada com maior frequência durante as aulas experimentais foi por meio da ferramenta de RA. O ciclo de POE (Predizer-Observar-Explicar) aparece como estratégia pedagógica utilizada entre os artigos lidos. Por fim, os dados observados com essa pesquisa servirão como base para o desenvolvimento de futuros projetos sobre RA e o Ensino de Biologia.

Palavras-chave: Educação. Recursos Tecnológicos. Tecnologias de Informação e Comunicação. Estratégias Pedagógicas.

Abstract

This article aimed to conduct a Systematic Literature Review (SLR) on the pedagogical practices employed in Biology teaching through the use of Augmented Reality (AR). To advance the research, we sought to identify the existing literature reviews on practices in Biology Teaching and subsequently, the SLR was conducted, focusing on articles published in the period from 2018 and 2022. National and international journals and periodicals were reviewed on digital platforms such as Google Scholar, both in Portuguese and English, and with free access. For this purpose, Parsifal was used, which is an online tool designed to support researchers in conducting systematic literature reviews. The SLR followed the protocol proposed by (Kitchenham, 2004). As a result, it was observed that in 26 of the final articles, David Ausubel's Meaningful Learning Theory (1963 and 1968) was the most frequently used learning theory, and the pedagogical strategy most frequently applied during experimental classes was through the AR tool. The POE cycle (Predict-Observe-Explain) emerged as the pedagogical strategy utilized in the reviewed articles. Finally, the data gathered in this research will serve as a foundation for the development of future projects on AR and Biology Teaching.

Keywords: Education. Technological Resources. Information and Communication Technologies. Pedagogical Strategy.

1 Introdução

Com a globalização, fica evidente o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC 's) em todos os segmentos, no que se refere às estruturas da vida e suas ramificações, como ensino, aprendizagem, saúde, entre outros (CERUTI, *et al.*, 2019; KWIATEK, *et al.*, 2019). A Realidade Aumentada (RA) surge como uma tecnologia emergente inovadora em meio a esse avanço digital. Sendo uma tentativa de combinar o mundo real e o mundo virtual em um único espaço, interligando diversas áreas do conhecimento.

Por ser uma nova tecnologia, seu uso tem como vantagem uma exibição visual atraente por exibir objetos em 3D que se sobrepõem no ambiente real, em qualquer momento e lugar,

instigando a curiosidade dos alunos e professores no processo de aprendizagem. Esse desenvolvimento também desempenha um papel no caso de mediação na aprendizagem e ferramenta pedagógica quando trabalhada a favor do ensino. As mídias de aprendizagem estão se tornando cada vez mais empolgantes e concisas, embora não reduzam a essência do material didático dispostas nas instituições de ensino (LEE; WONG, 2019. LOPEZ; NAVARRO; CRISPIN, 2019).

A RA atraiu muita atenção do público como uma tecnologia interativa que nos permite interagir diretamente com objetos virtuais no mundo real. Mais recentemente, os dispositivos computacionais ligados à Internet e a outros sistemas de comunicação, associados às tecnologias de interação tridimensional e fazendo uso intensivo de inteligência

artificial estão viabilizando uma nova tecnologia de interação denominada *hiper-realidade* (TIFFIN; TERASHIMA, 2001).

Essa ferramenta de ensino também tem a prerrogativa de ser interativa, pois utiliza marcadores para exibir determinados objetos 3D (em 3 dimensões, sendo elas: altura, largura e profundidade) que são direcionados para a câmera. As aplicações da aprendizagem baseadas na RA têm sido utilizadas como uma ponte para aprendizagem digital interativa e conceitos em currículos (BOSC *et al.*, 2019; SIEW; ONG; NEE, 2019). No contexto apresentado neste trabalho, a Tecnologia de Informação e Comunicação substitui a lousa, enquanto ferramenta.

A RA vem sendo utilizada como recurso tecnológico em ambientes educacionais e estudos mencionam que sua utilização traz contribuições para a percepção e motivação dos usuários em atividades no contexto educacional, auxiliando na aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento (AYER; MESSENGER; ANUMBA, 2016; MANRIQUE-JUAN *et al.*, 2017). Permitindo dessa forma, visualizar objetos que não podem ser vistos diretamente em sua forma, para que possa melhorar o ensino, trazendo imagem a matéria aplicada, por exemplo, sistema de coordenação de materiais, processos bioquímicos, moleculares e sistemas fisiológicos, entre outros que podem ser utilizados.

Em sala de aula, os alunos julgam disciplinas de cunho científico (ciências exatas e naturais) como mais difíceis de aprender, criando uma barreira na aprendizagem. A RA vem modificar esse pensamento, especificamente no Ensino de Biologia, já que essa apresenta conteúdos “complexos e desinteressantes” com termos de difícil assimilação, mesmo que seja utilizado uma relação dos assuntos abordados com o cotidiano dos discentes, há a possibilidade de falta de interesse pela disciplina (ALMEIDA; CARVALHO; GUIMARÃES, 2016).

Diante de um quadro tecnológico, a aprendizagem pendula entre a disponibilidade e a “qualidade” da interação com o meio informacional. Segundo Alves, Silva e Reis (2020), na área de Biologia, dadas as restrições para representar os fenômenos estudados em livros didáticos e lousas, é preciso inovar as técnicas de ensino. Por ser uma disciplina intitulada como abstrata devido às altas demandas de informações e interações com imagens, Sobrinho (2009), ressalta que as dificuldades nesse processo de ensino aprendizagem presente em nossas escolas se devem também a numerosos obstáculos que permanecem escondidos no cotidiano dos professores no Ensino de Ciências e Biologia.

Nesse contexto, revela-se a necessidade de mudanças nos processos educacionais e com a crescente ascensão das tecnologias, destaca-se a possibilidade da adoção de recursos em RA. Tendo como objetivo o foco em modelos de aplicações na área da educação, em especial, para o Ensino de Biologia

como base para estudos e práticas futuras de pesquisadores com o uso da ferramenta no âmbito educacional, sob as temáticas referidas como abstratas do ensino nessa disciplina.

Em síntese, pode-se afirmar que o uso de TIC ‘s é um processo capaz de promover mudanças significativas nos métodos de ensino. A RA é uma ferramenta que está sendo utilizada em diversos espaços educativos e possui caráter motivador para a aprendizagem. Sendo assim surge o objetivo deste trabalho que é realizar uma Revisão Sistemática da Literatura para verificar as potencialidades da RA no Ensino de Biologia.

2 Material e Métodos

A fim de compreender o uso de realidade aumentada na educação, bem como responder as questões de pesquisas elencadas, tomou-se base na Revisão Sistemática de Literatura (RSL), tendo por finalidade pesquisar na literatura sobre um tema específico, das evidências encontradas de forma sistemática o modo como foram realizadas as buscas, análises e sínteses das publicações recuperadas (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Para isso, realizou-se a RSL de trabalhos produzidos e publicados em periódicos nacionais e internacionais, no período compreendido entre os anos de 2018 a 2022, nas línguas português e inglês. Empregamos a ferramenta online Parsifal¹ para definir, planejar e executar a RSL. Esta ferramenta foi projetada para atender os passos do modelo de revisão sistemática proposto por Kitchenham e Charters (2007).

O desenvolvimento de uma RSL adota regras e ações que tornam a pesquisa válida por possuir resultados consistentes e possíveis de serem replicados, utiliza métodos sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar todas as pesquisas disponíveis relacionadas a um tema específico, busca encontrar respostas de uma pergunta ou problema previamente formulada (CLARKE, 2000). A pergunta de pesquisa norteia todo o seguimento de revisão dos termos de busca definidos, os dados são coletados e analisados de modo que a questão possa ser respondida (SANTOS *et al.*, 2016). Esta RSL seguiu o roteiro proposto por Kitchenham (2004) constituído em três etapas: planejamento, execução e análise dos resultados.

Planejamento: são definidos os critérios de seleção (inclusão e exclusão) de trabalhos, termos de busca, métodos que serão usados para nortear a informação e as perguntas de pesquisa que se pretende responder;

Execução: realiza-se o levantamento dos trabalhos por meio de termos de busca e a inclusão e exclusão definidos na etapa anterior;

Análise dos resultados: realiza-se a leitura dos textos dos trabalhos para a aceitação ou rejeição e em seguida elabora-se uma síntese avaliativa.

Foram elaborados para esta RSL os seguintes termos de busca: (“Ensino de Biologia”) OR (“*Biology Teaching*”) OR

1 (<https://parsif.al>)

(“Realidade Aumentada”) OR (“*Augmented Reality*”) AND (“Ensino e aprendizagem”) OR (“*Teaching learning*”). Com o objetivo de filtrar os trabalhos e permitir a seleção de trabalhos mais adequados conforme o (Quadro 1).

Quadro 1- Protocolo da Pesquisa

Fase 1- Definição do Protocolo de Pesquisa	
Atividade 1: Estratégia de busca	<p>A estratégia de busca elaborada utilizou os termos em inglês “<i>Biology Teaching</i>”, “<i>Augmented Reality</i> e <i>Teaching learning</i>”.</p> <p>A fim de recuperar palavras que começassem com a sigla AR, foram utilizadas na elaboração da busca as aspas e o asterisco. Além disso, como o intuito da busca foi encontrar resultados relacionados ao Ensino de Biologia por meio do uso da Realidade Aumentada no contexto educacional, utilizou-se as aspas pesquisando o termo exato “<i>education</i>”. Para combinar os três termos, foi utilizado o operador <i>booleano</i> “AND” e “OR”. Como critério de inclusão e exclusão, adotou-se:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar artigos que contivessem, no título, abstract, nas palavras-chave ou no corpo do texto, os termos desta pesquisa. 2. Artigos com <i>fulltext</i> disponíveis por meio do acesso CAPES, Download pelo Google®, Google Scholar®, Microsoft Academic Search® ou enviados diretamente pelos autores. 3. Língua: Inglês e Português
Atividade 2: Consulta em bases de dados	<p>As bases de dados escolhidas foram a ERIC, IEEE, RENOTE, <i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i>.</p> <p>As <i>queries</i> de pesquisa foram montadas em cada base, conforme descrito abaixo, de maneira a recuperar os termos selecionados nos campos de título, resumo e palavras-chave.</p> <p>IEEE: ALL, 2018-2022, <i>TITLE-ABS-KEY</i> (“<i>Ensino de Biologia</i>”) OR (“<i>Biology Teaching</i>”) OR (“<i>Realidade Aumentada</i>”) OR (“<i>Augmented Reality</i>”) AND (“<i>Ensino e aprendizagem</i>”) OR (“<i>Teaching learning</i>”). Foram recuperados 8 documentos.</p> <p>ERIC: ALL, 2018-2022, <i>TITLE-ABS-KEY</i> (“<i>Ensino de Biologia</i>”) OR (“<i>Biology Teaching</i>”) OR (“<i>Realidade Aumentada</i>”) OR (“<i>Augmented Reality</i>”) AND (“<i>Ensino e aprendizagem</i>”) OR (“<i>Teaching learning</i>”). Foram recuperados 24 documentos.</p> <p>RENOTE: ALL, 2018-2022, (“<i>Realidade Aumentada</i>”) OR (“<i>Augmented Reality</i>”) AND (“<i>Ensino e aprendizagem</i>”) OR (“<i>Teaching learning</i>”) AND (“<i>Biologia</i> or (<i>Biology</i>)). Foram recuperados 13 documentos.</p> <p>Scopus: ALL, 2018-2022, (“<i>Augmented Reality</i>”) AND ALL (“<i>Teaching Learning</i>”) AND ALL (“<i>Biology Teaching</i>”). Foram recuperados 11 documentos.</p> <p>Web of Science: ALL, 2018-2022, <i>TITLE-ABS-KEY, TS</i> (“AR*”) AND (“<i>Realidade Aumentada</i>”) OR (“<i>Augmented Reality</i>”) AND (“<i>Ensino de Biologia</i>”) OR (“<i>Biology Teaching</i>”) OR (“<i>Education</i>”). Foram recuperados 32 documentos.</p> <p>Nesta atividade, montamos tabelas de apoio para o sequenciamento dos dados encontrados dentro de cada base nacional e internacional pelos critérios de inclusão e exclusão. Sendo possível a sua visualização na Quadros 1 e 3.</p>

Atividade 3: Organização das bibliografias	Para a organização das bibliografias, utilizamos a plataforma Parsifal pois possui ferramenta de detecção de registros duplicados, número de trabalhos aceitos e rejeitados, critérios de avaliação dos mesmos e os questionamentos que foram usados para o diagnóstico final, sendo estes já incluídos nesta plataforma.
Atividade 4: Seleção padronizada dos artigos	Esta fase compreendeu a leitura dos títulos, resumos (abstract) e palavras-chave de cada um dos artigos, tendo sido selecionados aqueles que obtivessem aderência ao tema de pesquisa. Ao realizar esta filtragem, restaram 88 artigos. Uma segunda filtragem foi realizada, visando manter somente documentos aos quais se conseguiu acesso ao texto integral de forma gratuita e que mantivessem o objetivo da pesquisa. Assim, nesta etapa chegamos ao número de 55 artigos. Nesta atividade foram apresentados os trabalhos encontrados em cada fase de busca (Quadro 4).
Atividade 5: Composição da tabela 5 que define a amostra final de análise e coleta de dados	Nesta atividade, os artigos foram lidos na íntegra de forma a realizar um novo filtro, evitando que publicações desalinhadas ao objetivo da pesquisa compuseram a tabela final. Nesta fase, foram eliminados os 55 artigos rejeitados na primeira busca, chegando ao total de 26 artigos no final.

Fonte: dados da pesquisa.

Para nortear e delimitar o escopo de análise da pesquisa, foram definidas duas questões de pesquisa. Q1) Quais estratégias/metodologias pedagógicas são usadas no processo ensino aprendizagem de Biologia mediante a RA? Q2) Quais são as Teorias de aprendizagem que são empregues para o embasamento teórico nas aulas auxiliadas pela RA?

Para responder às questões de pesquisa foram selecionados trabalhos que possuíam conteúdos relacionados com Realidade Aumentada, Ensino de Biologia, estratégias e metodologias pedagógicas de aprendizagem empregados no processo de ensino e aprendizagem de Biologia e Ciências Biológicas. Os critérios de inclusão e exclusão utilizados na pesquisa estão listados no Quadros 2 e 3 respectivamente.

Quadro 2 - Critérios de Inclusão

Código	Critério de Inclusão
CI1	Artigos que exploram apenas a utilização da Realidade Aumentada para o processo de Ensino-aprendizagem de Biologia;
CI2	Artigos que exploram estratégias, metodologias de ensino aprendizagem com auxílio da RA para o Ensino de Biologia;
CI3	Artigos revisados por pares;
CI4	Publicados no período entre 2018 a 2022.

Fonte: dados da pesquisa.

Os critérios de inclusão buscaram pela seleção de estudos que fossem publicados em periódicos que realizassem revisão por pares, em trabalhos realizados nos últimos cinco anos, no idioma inglês, principalmente por sua abrangência e no idioma português, por considerar o cenário de atuação dos pesquisadores, considerando apenas os artigos que relacionassem a utilização da Realidade Aumentada no Ensino

de Biologia. Para o atendimento deste critério, realizou-se análise dos resumos (abstract), seguida de uma leitura diagonal, considerando a introdução, principais tópicos e considerações finais, buscando identificar relações relevantes para o estudo.

Quadro 3 - Critérios de Exclusão

Código	Critério de Exclusão
CE1	Artigos repetidos;
CE2	Trabalhos que não trazem as teorias de aprendizagem, as estratégias/metodologias pedagógicas;
CE3	Artigos em outros idiomas além do Português e Inglês;
CE4	Acesso pago ou incompleto.

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação aos critérios de exclusão, foram utilizados para delimitar os trabalhos ao domínio educacional e a relação com o propósito do estudo, contemplando apenas os trabalhos que fossem relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, eliminando trabalhos duplicados em diferentes bases de dados e os trabalhos de impossibilidade ao acesso gratuito do texto original completo.

- a) Identificação e Seleção a identificação dos trabalhos efetuaram-se em três fases: na primeira fase, fez-se a seleção dos trabalhos por meio da leitura dos títulos e resumos; a segunda fase, buscou-se identificar entre os trabalhos selecionados que apresentam o uso da RA no processo Ensino-aprendizagem de Biologia, operando os critérios de inclusão e exclusão. Na terceira fase identificou-se os artigos que apresentam claramente a aplicação de RA no processo Ensino-aprendizagem de Biologia e que descrevem o roteiro pedagógico na sua

implementação em sala de aula.

- b) A busca dos artigos foi realizada em bases de dados nacionais e internacionais com alta relevância para o tema em estudo, foram pesquisadas as fontes apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Trabalhos encontrados em cada etapa da busca

Biblioteca	Identificados	Excluídos	Extraídos
ERIC	24	6	11
IEEE	8	8	0
Web of Science	32	20	12
RENOTE	13	10	3
Scopus	11	11	0
Total	88	55	26

Fonte: dados da pesquisa.

3 Resultados e Discussão

Ao realizar a busca nas fontes de pesquisa com ajuda das *strings* de busca retornaram 88 artigos. Fez-se a leitura e análise dos títulos, resumos e as palavras-chave dos artigos retornados, nesta etapa foram excluídos 55 artigos por não apresentarem informações relevantes para o escopo desta pesquisa e 33 artigos foram selecionados para a fase seguinte. Dos artigos selecionados, 7 artigos encontram-se duplicados, fez-se uma leitura vertical sobre os conteúdos dos artigos e identificou-se artigos que não responderam ao objetivo da pesquisa, totalizando 62 artigos rejeitados. Os 26 artigos restantes foram lidos na íntegra, fez-se o levantamento (extração dos dados) das estratégias ou metodologias pedagógicas utilizadas durante as aulas com o auxílio da RA no processo ensino aprendizagem de Biologia, respondendo assim ao objetivo da pesquisa (Quadro 5).

Quadro 5 Publicações que definem a amostra final de análise e coleta de dados

ID	Título	Autor/Ano	Biblioteca
A01	<i>Using the structure-behavior-function model in conjunction with augmented reality helps students understand the complexity of the circulatory system</i>	Gregorcic, Tanja, Torkar, Gregor, 2022	Web of Science
A02	Surveying Students' Conceptions of Learning Science by Augmented Reality and their Scientific Epistemic Beliefs	Cheng, Kun-Hung, 2018	Web of science
A03	<i>The Effect of Augmented Reality on Students' Learning Performance inStem Education</i>	Petrov, Plamen, Atanasova, Tatiana, 2020	Web of Science
A04	<i>Development of augmented reality application for biology education</i>	ARSLAN, KOFOĞLU, DARGUT, 2020	ERIC
A05	Desafios e Aplicações da Realidade Aumentada Móvel na Educação	Zorzal, Jorge, Costa, 2018	RENOTE
A6	<i>The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course</i>	Erbas, Cagdas, Demirer, Veysel, 2019	Web of Science
A7	<i>The Effects of Using an Anatomy 4D Augmented Reality Application onStudent Performance in Biology in Saudi Arabia</i>	Alenezi, Abdullah, 2019	Web of Science
A8	<i>The Influence of Learning Style on Biology Teaching in AR Learning Environment</i>	Li, Jiangxu, Xiang, Hui, Cai, Su, 2021	Web of Science
A9	<i>"ARRES" Augmented Reality for the human respiratory system</i>	Amalia, Suryani, 2019	Web of Science
A10	<i>PlanetARio – Uso da Realidade Aumentada para Apoiar o Ensino do Sistema Solar</i>	Ferreira, Zorzal, 2018	RENOTE
A11	Desenvolvimento e validação do aplicativo Android RAbiomas	Marques, Gallão, 2020	RENOTE
A12	<i>The Genetic Code Kit: An Open-Source Cell-Free Platform for Biochemical And Biotechnology Education</i>	Williams, Gregorio, So, Kao, Kiste, Patel, Watts, Oza, 2020	Web of Science
A13	Using Augmented Reality in Biology Teaching.	Yapici, Karakoyun, 2021	Web of Science

ID	Título	Autor/ano	Biblioteca
A14	Augmented reality to facilitate students' biology mastering concepts and digital literacy	Nurhasanah, Widodo, Riandi, 2019	ERIC
A15	Integration of mobile augmented reality (MAR) applications into biology laboratory: Anatomic structure of the heart	Celik, Guven, Cakir, 2020	Web of Science
A16	Assessing Usability of Learning Experience Prototype	Ramli, Ashaari, Noor, Majid, Dahlan, Wahab, 2022	Web of Science
A17	Rapid deployment of smartphone-based augmented reality tools for field and online education in structural biology	Hoog, Aufdembrink, Gaut, Sung, Adamala, Engelhart, 2020	ERIC
A18	Augmented Reality to Teach Human Heart Anatomy and Blood Flow	Nuanmeesri, Kadmateekarun, Poomhiran, 2019	ERIC
A19	Augmented Reality in Science Laboratories: Investigating High School Students' Navigation Patterns and Their Effects on Learning Performance	Jiang, Tatar, Huang, Sung, Xie, 2022	ERIC
A20	Visualisation in Basic Science and Engineering Education of Future Primary School Teachers in Human Biology Education Using Augmented Reality.	Fuchsova, Korenova, 2019	ERIC
A21	Integration of mobile augmented reality (MAR) applications into the 5E learning model in Biology teaching	Kozcu Cakir, Guven, Celik, 2021	ERIC
A22	Use of augmented reality (AR) to aid bioscience education and enrich student experience	Reeves, Bulpitt, Scott, Bolton, Gates, Baldock, 2021	Web of Science
A23	Facilitating Molecular Biology Teaching by Using Augmented Reality (AR) and Protein Data Bank (PDB)	Safadel, White, 2018	Web of Science
A24	Conceptions of Learning Science among Elementary School Students in AR Learning Environment: A Case Study of "The Magic Sound"	Cai, Jiao, Li, Jin, Zhou, Wang, 2022	Web of Science
A25	Practical Guide to Developing Virtual and Augmented Reality Exercises for Teaching Structural Biology	Garcia-Bonete, Jensen, Katona, 2019	Web of Science
A26	An accessible, open-source mobile application for macromolecular visualization using augmented reality	Lee, Tucker-Kellogg, 2020	ERIC

Fonte: dados da pesquisa.

Com base nos artigos selecionados, o Quadro 6 apresenta artigos para cada estratégia e a quantidade de artigos em cada categoria das estratégias aplicadas e a identificação dos categoria e os respectivos trabalhos.

Quadro 6 - Categorias das categorias aplicadas

Estratégia	Artigo N°	Quantidade
Foram avaliadas empiricamente a eficácia do uso de materiais educacionais baseados em RA	[A1], [A2], [A5], [A6], [A12], [A18], [A20], [A22], [A24]	9
Exploram o impacto de uma ferramenta de RA no desempenho da aprendizagem dos alunos.	[A3], [A4], [A7], [A8], [A9], [A10], [A11], [A13], [A15], [A16], [A17], [A23], [A26]	13
Abordagem P.O. E ¹ , discussão em pequenos grupos, roteiro experimental	[A14], [A21], [A25]	3
Laboratório Interativo por meio da RA visto como estratégia	[A19]	1

Fonte: dados da pesquisa.

A partir da análise dos artigos, os resultados indicam que o desenvolvimento da utilização da ferramenta de realidade aumentada no Ensino de Biologia são acompanhadas por estratégias pedagógicas e teorias de aprendizagem diferenciadas, destaca-se a estratégia P.O.E (Predizer, Observar e Explicar) acompanhado por um roteiro previamente definido pelos professores, a saber: 3 dos trabalhos empregaram esta estratégia, 9 trabalhos utilizaram a combinação dos materiais educacionais reais e virtuais acompanhados por um roteiro sequencial, 13 exploraram o impacto e o desenvolvimento de uma ferramenta de RA sob o Ensino de Biologia, 1 apresentou

o laboratório virtual de RA como sendo uma estratégia pedagógica para o melhoramento do Ensino de Biologia. Ao final foi possível perceber algumas tendências sobre a utilização da RA em contexto educacional, tendo se destacado o uso da realidade aumentada por meio de dispositivos móveis e aplicações voltadas para as áreas de Engenharia, Arquitetura, Design e Ciências da Saúde.

Estamos em um tempo em que as informações são transmitidas de forma rápida, mas não o conhecimento. Nesse sentido, é de fundamental importância as TIC 's no ensino e que o professor de Ciências e Biologia compreenda

¹ A abordagem Predizer, Observar, Explicar, (POE), é uma estratégia pedagógica constituída de três etapas: o PREDIZER, os alunos, divididos em pequenos grupos ou individualmente, discutem o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado. A seguir os alunos deverão OBSERVAR o que ocorrerá durante a realização do experimento e por fim, tentam EXPLICAR os resultados obtidos, comprovando ou não o que foi predito no início (Oliveira, 2003).

o papel desse recurso tecnológico disponível para fazer uso consciente no ensino, ou seja, no processo de ensino e aprendizagem, identificando as vantagens e possibilidades que este recurso tecnológico proporciona. Não esquecendo-se dos embasamentos teóricos para a inserção apropriada das tecnologias no meio educacional. O Quadro 7 mostra as principais teorias de aprendizagens em que cada autor se embasou.

Quadro 7 - Teorias de Aprendizagem

Teoria	Artigo N°	Quantidade
Aprendizagem significativa	[A1], [A3], [A5], [A6], [A9], [A10], [A13], [A14], [A18], [A21]	10
Ausubel, Gardener (Múltiplas inteligências), C. Rogers, Bruner, Jean Piaget.	[A1], [A2], [A6], [A8], [A20], [A24], [A26]	7
Vygotsky	[A13], [A20]	2

Fonte: dados da pesquisa.

Na estratégia P.O.E. (Predizer-Observar-Explicar) os estudantes são chamados a predizer o comportamento de uma situação-problema ou de um experimento, observar a simulação e, após essas etapas, explicar possíveis diferenças entre suas concepções iniciais e o observado (WU *et al.*, 2004). A P.O.E. é uma estratégia de ensino usada, principalmente, para fazer emergir as ideias iniciais e opiniões dos alunos sobre fenômenos, favorecendo a discussão, comunicação e avaliação das ideias iniciais sobre um dado conceito. Permite aos alunos formular e testar suas hipóteses, explicar suas observações, fornecendo aos professores informações sobre o conhecimento cotidiano e científico dos alunos.

Vale salientar, que todos os artigos selecionados e lidos na íntegra trabalham com a mesma estratégia de P. O. E., apenas apresentam abordagens diferenciadas. Sendo elas, de maneira teórica ou prática para a construção indissociável do ensino aprendizagem. Alguns dos artigos encontrados nesta pesquisa tratavam de estudos teóricos ou revisões sobre o uso da realidade aumentada na educação como prática inovadora, explicando o funcionamento e exemplificando aplicações da tecnologia no contexto educacional (SANDANAYAKE, 2016. SÁNCHEZ; RUIZ; OLMOS, 2017).

4 Conclusão

Este estudo, apesar de se constituir como uma revisão da literatura e tomando consciência das limitações inerentes a este tipo de estudo, nomeadamente relativas ao instrumento de recolha explorado, ao número de retorno de artigos à respeito do tema trabalhado, e ao fato de ter sido aplicado a uma única disciplina, foi possível verificar que a implementação da RA no Ensino de Biologia proporcionou a criação de um ambiente de trabalho mais motivador, no qual os alunos focalizam mais a sua atenção, ficaram mais empenhados e rigorosos no desenvolvimento dos seus trabalhos, conseguindo-se também

melhores resultados em termos de avaliação por meio do uso da ferramenta de RA em aula.

Observou-se que em 13 dos trabalhos selecionados, os autores fazem uma avaliação inicial (pré-teste) e terminam com uma avaliação final (pós-teste), com a finalidade de comparar o aproveitamento pedagógico dos grupos experimentais e grupo de controle. Por outro lado, verificou-se também que nos estudos selecionados houve preocupação de medir a influência dos *softwares* e aplicativos desenvolvidos a partir da realidade aumentada na aprendizagem dos alunos, destacando-se como a estratégia pedagógica mais trabalhada entre os artigos selecionados.

Por fim, notou-se que a Teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel (1963 e 1968) foi a teoria que embasou a maioria dos artigos. Os resultados obtidos com essa pesquisa servirão como base para o desenvolvimento de projetos voltados para o aprofundamento do uso das TIC's, em especial a RA no ensino de diferentes conteúdos vinculados à Biologia, com estudos teóricos sobre o tema, bem como aplicações práticas de uso da tecnologia no contexto de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS, em especial ao Willian Lima, que contribuiu para que essa revisão fosse desenvolvida quando nos apresentou à plataforma *Parsifal*, ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da FURG, ao corpo docente e colegas do PPGECC no geral e em especial aos estudantes do grupo de pesquisa InfoEduc.

Referências

- ALMEIDA, I.; CARVALHO, L.J.; GUIMARÃES, C.R.P. Recursos midiáticos no Ensino de Ciências e Biologia. *Scie. Plena*, v.12, n.11, p.1-10, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2016.11277>.
- ALVES, J.F.; SILVA, L.B.; REIS, D.A. Reflexões sobre metodologias do ensino de Biologia. *Res. Soc. Develop.*, v.9, n.8, p.e850985951-e850985951, 2020.
- AYER, S.K.; MESSNER, J.I.; ANUMBA, Chimay J. Augmented reality gaming in sustainable design education. *J. Architectural Eng.*, v. 22, n. 1, p. 04015012, 2016.
- BOSC, R. *et al.* Intraoperative augmented reality with head-up displays in maxillofacial surgery: a systematic review of the literature and a classification of relevant technologies. *Int. J. Oral Maxill. Surg.*, v. 48, n. 1, p. 132-139, 2019.
- CERUTI, A. *et al.* Maintenance in aeronautics in an Industry 4.0 context: The role of Augmented Reality and Additive Manufacturing. *J. Comp. Design Eng.*, v.6, n.4, p.516-526, 2019.
- CLARKE, M.; OXMAN, A. *Cochrane reviewers' handbook. Update Software*, 2000. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/archive/v4.2.6>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- FEITOSA DE MACÊDO, V. *et al.* Aceitação da adoção de Realidade Aumentada no ensino de Biologia. *Renote*, v.20, n.2, p.186-195, 2023.

- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, v.33, n.2004, p.1-26, 2004.
- KITCHENHAM, B. *et al.* Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. 2007. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=29890a936639862f45cb9a987dd599dce9759bf5> . Acesso em: 20 fev. 2023.
- KWIATEK, C. *et al.* Impact of augmented reality and spatial cognition on assembly in construction. *Autom. Construc.*, v.108, p.102935, 2019.
- LEE, C.; WONG, G.K.C. Virtual reality and augmented reality in the management of intracranial tumors: a review. *J. Clin. Neurosc.*, v.62, p.14-20, 2019.
- LÓPEZ, W.O.C.; NAVARRO, P.A.; CRISPIN, S. Intraoperative clinical application of augmented reality in neurosurgery: a systematic review. *Clin. Neurol. Neuros.*, v. 177, p.6-11, 2019.
- MANRIQUE-JUAN, C. *et al.* A portable augmented-reality anatomy learning system using a depth camera in real time. *Am. Biol. Teacher*, v.79, n.3, p.176-183, 2017..
- OLIVEIRA, L.A.F. *et al.* Realidade Aumentada aplicada como ferramenta de apoio ao Ensino de Biologia. Santiago Chile: Tise, 2022.
- SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Braz. J. Phys. Ther.*, v.11, p.83-89, 2007.
- SÁNCHEZ, J.J.M.; RUIZ, A.B.M.; OLMOS, M.A. La Realidad Aumentada (RA). recursos y propuestas para la innovación educativa. *Rev. Electr. Interuniv. Form. Profes.*, v.20, n.2, p.183-204, 2017.
- SANDANAYAKE, T.C. Upcoming trends in virtual learning to enhance technology based learning. *Int. J. Appl. Eng. Res.*, v.11, n. 23, p.11454-11460, 2016.
- SANTOS, A.C.; FERNANDES, F.S.; DA SILVA, J.B. O uso de laboratórios online no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura. *ScientiaTec*, v.4, n.1, p.143-159, 2017.
- SIEW, C.Y.; ONG, S.-K; NEE, A.Y.C. A practical augmented reality-assisted maintenance system framework for adaptive user support. *Robot. Comp. Integ. Manufac.*, v.59, p.115-129, 2019.
- SOBRINHO, R.S. A importância do ensino da Biologia para o cotidiano. Fortaleza: FGF, 2009.
- TIMÓTEO, D.J.A. *et al.* Práticas pedagógicas auxiliadas por laboratórios virtuais no processo ensino-aprendizagem de física: uma revisão sistemática da literatura. *Res. Soc. Develop.*, v.11, n.15, p. e426111537280-e426111537280, 2022.
- TIFFIN, J.; TERASHIMA, N. Hyperreality: Paradigm for the third millenium. [S.L.]: Psychology Press, 2001.
- WU, H.-K.; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Sci. Educ.*, v.88, n.3, p.465-492, 2004.