

## O Uso da Realidade Aumentada na Educação Básica Brasileira: Um Mapeamento Sistemático

Júlio César da Silva Dantas - PPgITE - UFRN- dantas.j.c.s@gmail.com -  
<https://orcid.org/0000-0002-3729-9662>

Adja Ferreira de Andrade- PPgITE - UFRN - adja@imd.ufrn.br  
<https://orcid.org/0000-0003-1990-4037>

**Resumo:** A realidade aumentada sai das obras de ficção científica e entra, cada vez mais, no cotidiano imediato das pessoas; e, espelhando as mudanças que sofre a sociedade, a escola também acolhe essa tecnologia. Destarte, esse trabalho busca compreender como tem se dado a implementação de práticas que lancem mão da realidade aumentada no contexto da educação básica brasileira, conhecendo os seus instrumentos, métodos de ensino, avaliação, áreas do conhecimento e níveis de educação em que ocorre o uso. Para isso, usa o método de mapeamento sistemático de literatura e justifica-se não só em conhecer o paradigma de aplicações, mas em identificar lacunas de pesquisa pouco exploradas que podem ser endereçadas por estudos posteriores. As principais conclusões deste estudo versam sobre o grande número de trabalhos que usa a realidade aumentada de maneira demonstrativa, que poucos trabalhos avaliam o conteúdo trabalhado, escassez de trabalhos que versam sobre a área de linguagens ou as ciências humanas e a preferência pelo uso dos *smartphones*, pela tecnologia baseada em marcadores, os conteúdos de Física e o ensino médio como contexto de aplicação. Como resultado, essa pesquisa visa difundir e incentivar os professores que pretendem usar a realidade aumentada em suas práticas pedagógicas.

**Palavras-Chave:** realidade aumentada, educação básica, mapeamento Sistemático.

### The Use of Augmented Reality in Brazilian Basic Education: A Systematic Mapping

**Abstract:** Augmented reality leaves science fiction works and increasingly enters people's immediate daily lives; and, mirroring the changes that society is undergoing, the school also welcomes this technology. Thus, this work seeks to understand how the implementation of practices that make use of augmented reality in the context of Brazilian basic education has taken place, knowing its instruments, teaching methods, evaluation, areas of knowledge and levels of education in which the use occurs. For this, it uses the method of systematic literature mapping and is justified not only in knowing the applications paradigm, but in identifying few explored research gaps that can be addressed by further studies. The main conclusions of this study are about the large number of works that use augmented reality in a demonstrative way, that few works evaluate the content worked, scarcity of works that deal with the area of languages or the human sciences and the preference for the use of smartphones, by the technology based on markers, the contents of Physics and high school as an application context. As a result, this research aims to disseminate and encourage teachers who intend to use augmented reality in their pedagogical practices.

**Keywords:** augmented reality, basic education, systematic mapping.

## 1. Introdução

A realidade aumentada, já presente em vários campos, também aparece na educação. Suas principais propriedades são combinar o real e o virtual no ambiente, ser interativo e em tempo real e integrar objetos reais com virtuais. Ainda que o berço dessa tecnologia esteja ainda nos anos 60, progresso potente foi realizado a partir do fim dos anos 90 (AZUMA, *et al*, 2001).

Embora haja mapeamentos e revisões sistemáticas que investiguem, de maneira geral, o uso da realidade aumentada na educação básica na literatura internacional, pouco há sobre o contexto brasileiro especificamente. Dessa maneira, a questão de pesquisa que se busca responder aqui é: como se dá as práticas com realidade aumentada na educação básica brasileira? A coleta de dados, a fim de responder essa questão, engloba as metodologias de ensino que dão o norte pedagógico da prática, o equipamento (*hardware*) e a tecnologia (*software*) usados, as formas e instrumentos de avaliação, as vantagens e desvantagens apontados, a área de conhecimento e o ano de ensino da aplicação.

O objetivo geral deste trabalho é diagnosticar como se dá a o uso da realidade aumentada no contexto da educação básica brasileira; os específicos investigam quais os métodos e tecnologias usados, bem como os processos e instrumentos de avaliação, a série e componente curricular em que ocorre o uso dessa tecnologia no âmbito educacional brasileiro.

A motivação de pesquisa justifica-se na necessidade de conhecer o panorama nacional e identificar possíveis lacunas de pesquisa, em relação à produção internacional, que encontram pouca atenção na produção brasileira e quais já são bem consolidadas.

Entre os trabalhos correlatos a esse, pode-se citar Mazzuco (*et al*, 2021), que faz uma recente revisão sobre o uso da realidade aumentada no ensino de química, embora não delimite para o contexto brasileiro, e empresta o formato de apresentação da revisão de literatura a esse trabalho. Também Silva (*et al*, 2020) e Queiroz (*et al*, 2019), que apresentam um mapeamento sistemático de literatura no contexto brasileiro como aqui, mas que focam os seus escopos para as ciências exatas e ciências da natureza, respectivamente; e Bacca-Costa (*et al*, 2014), que realiza uma revisão sistemática internacional sobre o uso da realidade aumentada em cenários educativos, e que inspira algumas das questões secundárias usadas no protocolo da pesquisa.

## 2. Materiais e métodos

Os fundamentos teóricos que norteiam o método de mapeamento sistemático de literatura utilizado aqui são atribuídos ao trabalho de Dermeval, Coelho e Bittencourt (2020). Para os autores, o mapeamento é usado quando se busca uma visão geral de determinada área, ao contrário da revisão sistemática de literatura, que responde a questões mais específicas. Outra característica de uso do mapeamento é abordar áreas de pesquisa com pouco explorados.

A execução deste mapeamento obedece ao exemplo colocado por Dermeval, Coelho e Bittencourt (2020): aplicada a *string* de busca nas bases de pesquisa escolhidas, são aplicados os critérios de exclusão e, na próxima fase, de inclusão, a partir da leitura do título, resumo e palavras chaves. Quando não existiam informações suficientes para atender ou não os critérios, o artigo passava para a próxima fase. No fim, os trabalhos que foram selecionados tinham o texto completo lido e era decidido se

eles integravam ou não o mapeamento. A partir dos artigos restantes, as questões de pesquisa secundárias eram usadas para a coleta e categorização dos dados.

O mapeamento sistemático de literatura fora realizado em periódicos de relevância nacional, no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e, de maneira manual, nos anais de eventos, sob a seguinte string de pesquisa: ("realidade aumentada" OR "realidade mista") AND ("aprendiz\*" OR "educ\*" OR "ensino" OR "estudo de caso" OR "intervenção" OR "relato de experiência") NOT ("desenvol\*" OR "revisão").

O protocolo de pesquisa visa identificar artigos sobre a realidade aumentada e mista, ora tratados erroneamente como sinônimos, e, principalmente, artigos primários e aplicados. Buscou-se excluir artigos apenas sobre o desenvolvimento de aplicativos e outros trabalhos de revisão, de natureza secundária.

**a) Planejamento:** a questão de pesquisa principal que norteia a investigação é: Como se dá o uso da realidade aumentada na educação básica brasileira? Questões secundárias, que orientam a coleta de dados dos trabalhos de sorte a responder à questão de pesquisa são: Qual metodologia dá suporte ao uso da realidade aumentada? Qual o equipamento e tecnologia de realidade aumentada usada? Quais as formas e instrumentos de avaliação da prática? Quais os principais benefícios e desvantagens apontados? Qual a área do conhecimento da aplicação? Qual o ano de ensino da aplicação? Qual o componente curricular da aplicação?

Dada a natureza ampla dos mapeamentos, foi utilizado um largo intervalo de tempo (2008-2021), que, mais do que responder às questões colocadas, demonstra também suas evoluções com o passar dos anos e o avanço das tecnologias. As conclusões construídas a partir da análise dos trabalhos, no entanto, tomam cuidado em priorizar publicações recentes no desenho do contexto brasileiro.

**b) Condução:** Os trabalhos que integram esse mapeamento foram pesquisados entre outubro e novembro de 2021, através do protocolo de busca, na Revista Renote, na Revista Brasileira de Informática na Educação, na *Scientific Electronic Library Online*, SciELO, nos anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) e no Portal de Periódicos da CAPES. Os periódicos, bem como os anais do CBIE, foram escolhidos pela sua relevância nacional, o SciELO por ser uma das maiores bases de pesquisa da América Latina, e o portal de periódicos por indexar trabalhos de diferentes bases.

O mapeamento fora constituído de três fases: a primeira contempla os artigos retornados com a o protocolo de busca aplicado; a segunda engloba, a partir da leitura do título e resumo, os artigos a partir do seguintes critérios de exclusão:

- I) Não há disponível o trabalho completo;
- II) Não é uma publicação revisada por pares;
- III) É uma publicação duplicada.

A terceira fase, também a partir da leitura do título e resumo, conta com os artigos que contemplaram ou que aparentam contemplar todos os critérios de inclusão:

- I) Discute o uso da AR na educação básica;
- II) Relata uma experiência de aplicação;
- III) É uma experiência brasileira.

Por fim, os artigos selecionados na terceira fase são lidos na íntegra e serão incluídos no mapeamento apenas os artigos que atenderam a todos os critérios listados acima.

### **Tabela 1. Fases do mapeamento**

Bases	Fases		
	Fase I	Fase II	Fase III
Renote	29	29	14
SciELO	9	8	1
Revista brasileira de informática na educação	9	5	5
Periódicos CAPES	253	216	15
CBIE	22	22	16

**c) Relato do mapeamento:** A tabela acima discrimina a análise. As buscas retornaram 322 artigos. Aplicando os critérios de exclusão (fase II), 280 artigos sobraram. Após a aplicação dos critérios de inclusão (fase III), remanesceram 51 trabalhos, que foram lidos integralmente e, depois, 27 artigos restaram e integram esse mapeamento sistemático de literatura. A tabela abaixo conta com todos os artigos selecionados.

**Tabela 2. Trabalhos selecionados no mapeamento**

Título do artigo	Autores
Aplicação da Realidade Aumentada ao ensino e aprendizagem do campo magnético de um ímã em forma cilíndrica e em condutor retilíneo	RIBEIRO, A. A. S.; CALDAS, R. L.; MACEDO, S. H. (2020)
Uma proposta de objeto de aprendizagem para ensino da interação dos campos magnéticos entre pólos de nomes diferentes usando a realidade aumentada.	MACEDO, S. H.; FERNANDES, F. A.; LIMA, J. V.; BIAZUS, M. C. V. (2011)
Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Ferradura	RIBEIRO, A. A. S.; SIQUEIRA, A. B. O.; MACEDO, S. H. (2013)
PlantARio - Uso da realidade aumentada para apoiar o ensino do sistema solar	FERREIRA, P. H. S.; ZORZAL, E. R. (2018)
Estudo exploratório sobre realidade aumentada e laboratório remoto no ensino de Física	NICOLETE, P. C.; JÚNIOR, E. T. O.; CRISTIANO, M. A.; TAROUCO, L. M. R.; VILA, E.; SILVA, J. B. S. (2019)
Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física.	DENARDIN, L.; MANZANO, R. C. (2017)
Uso de realidade aumentada como um apoio ao ensino do campo girante de um motor de corrente alternada	MACEDO, S. H.; LEITE, E. S.; BIAZUS, M. C. V.; FERNANDES, F. A.; LIMA, J. V. (2013)
Elaboração de materiais de realidade aumentada por estudantes de ensino médio: impactos e possibilidades.	GONÇALVES, R. L.; DENARDIN, L. (2019)
Análise das experiências educacionais dos estudantes com simulações em realidade aumentada móvel para o desenvolvimento do conhecimento em Física	HERPICH, F.; TAROUCO, L. M. R. (2019)
Um Jogo Móvel Baseado em Localização para Motivar e Acompanhar Estudantes no Processo de Ensino-Aprendizagem	LAURINDO, L. E. C.; MOURA, I. R.; SANTOS, M. R. P. (2019)
Realidade Aumentada em Geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental	HERPICH, F.; NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; SINDEAUX, P.; TAROUCO, L. M. R.; LIMA, J. V. (2017)
A integração da Realidade aumentada em sala de aula: a pesquisa aplicada em colégios públicos	MACEDO, A. C.; GÓES, A. R. T. (2019)

do litoral Paranaense	
Aplicação de Jogos Educacionais com Realidade Aumentada	ZORZAL, E. R.; OLIVEIRA, M. R. F.; SILVA, L. F.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER, E. A. (2008)
Aplicação de um Programa de Ensino de Palavras em Libras Utilizando Tecnologia de Realidade Aumentada.	CARVALHO, D.; MANZINI, E. J. (2017)
Realidade aumentada e gamificação na educação: uma aplicação para auxiliar no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.	COLPANI, R.; HOME M, M. R. P. (2016)
GenVirtual: um jogo musical para reabilitação de indivíduos com necessidades especiais.	CORRÊA, A. G. D.; ASSIS, G. A.; NASCIMENTO, M.; LOPES, R. D. (2013)
Mobile-Learning: Aprendizagem matemática por meio de realidade aumentada	RESENDE, B.; MÜLLER, T. J. (2018)
Aplicação de <i>sandbox [sic]</i> no ensino de Geomorfologia.	SANTOS, R. S.; SANTOS, R. S.; SANTOS, G. C.; TAVARES, K. C. O.; RAFAEL, L. R.; LIRA, D. R.; SANTOS, C. A. (2018)
Processo de desenvolvimento de Prancha de Comunicação Alternativa e Aumentativa para crianças com Transtorno do Espectro do Autismo utilizando Realidade Aumentada.	ROSA, V. I.; SILVA, R. P.; AYMONE, J. L. F. (2018)
Estudo dos percursos de exploração de um material multimidiático para leitura de um poema com realidade aumentada por alunos do Ensino Fundamental II.	GUIMARÃES, R. F. R. (2021)
O uso do smartphone no desenvolvimento de modelos mentais dos alunos no ensino de Química: aplicativos de simulação virtual e realidade aumentada.	PIVA, G. M.; SANTOS, C. M.; KOHORI, R. K.; GIBIN, G. B. (2021)
Realidade aumentada na metodologia de rotação por estações para lidar com a desatenção de discentes do ensino médio/técnico.	PAIVA, A. Q.; TELES, A. S. (2020)
Transpondo saberes para um app de educação ambiental baseada no lugar em realidade aumentada.	KRAUSE, F. C.; SANTOS, G. L. (2020)
Realidade Aumentada e Interdisciplinaridade: o Uso do Aplicativo LandscapAR no Ensino de Matemática e no de Geografia	CARVALHO, J. M. J.; LIAO, T. (2020)
Caixa de areia interativa: um jogo em realidade aumentada em dispositivo móvel sobre a água	LOPES, M. C.; REIS, D. S.; GONÇALVES, J. P. S.; GONÇALVES, A. S. (2017)
Desenvolvimento de um Jogo Educacional sobre a Classificação dos Animais usando Realidade Aumentada Online	FLAUZINO, F. S.; KIRNER, C. (2013)
LibrAR: aplicativo de aprendizagem de libras usando realidade aumentada e realidade virtual em dispositivo móvel	SILVA, L. R.; REIS, D. S.; LOPES, M. C. (2018)

### 3. Resultados e discussão

Neste capítulo, serão discutidos a coleta de dados dos artigos selecionados no mapeamento e a delimitação teórica que acompanhou o agrupamento deles nas categorias que se seguem.

Quando se referindo aos dados estatisticamente, eles devem aparecer no formato  $X (Y\%, Z)$ , onde  $X$  é a categoria,  $Y$  é a porcentagem de ocorrências (um número inteiro e arredondado caso o primeiro algarismo significativo seja 5 ou maior), e  $Z$  é o número absoluto de ocorrências.

#### 3.1 Metodologias usadas com a realidade aumentada

No contexto metodológico, as aplicações dividem-se em aprendizagem baseada em jogos, realidade aumentada como uma ferramenta de autoria e demonstração. A inserção em um desses grupos observa apenas a metodologia em que a realidade aumentada é usada no relato de experiência, e não a metodologia que norteia a prática inteira; por exemplo: embora Krause e Santos (2020) alinhem suas intervenções ao

referencial de educação baseada no lugar, os recursos em realidade aumentada aparecem de maneira a demonstrar regiões em três dimensões do espaço local, dessa forma sendo inseridos no grupo de atividades demonstrativas.

Os trabalhos sob o grupo aprendizagem baseada em jogos engloba dois tipos de experiências: os que usam um jogo que alia recursos em realidade aumentada, bem como atividades que usam a realidade aumentada em prática gamificadas. A razão da junção desses dois tipos de intervenção sobre o mesmo mundo da aprendizagem baseada em jogos, embora diferentes no cerne, é que eles partilham, em certa medida, de elementos no processo de aprendizagem: reforços, competição e outras dinâmicas comuns aos jogos.

A realidade aumentada como uma ferramenta de autoria contempla as práticas que usam a tecnologia de maneira a permitir que os alunos produzam materiais e experiências; e o grupo de demonstração engloba todas as práticas que usam *softwares* para visualizar fenômenos, objetos, vídeos e experimentos, mas sem um norte pedagógico mais profundo que oriente a exploração do material aumentado.

A análise das experiências retrata um grande número de práticas que usam a realidade aumentada apenas de maneira demonstrativa (63%, 17); esses trabalhos, de maneira geral, retratam objetos, fenômenos ou experimentos, ficando à cargo dos alunos a visualização desses recursos. Um exemplo emblemático desse uso pode ser visto em Paiva e Teles (2020): na metodologia de rotação por estações, a realidade aumentada aparece como uma dessas em que os alunos podem, sobre o corpo humano, “[...] visualizar os detalhes como se eles estivessem no mundo real.” (PAIVA, TELES, 2020, p. 5).

O segundo maior número de ocorrências no campo da metodologia foi o que alia elementos aumentados aos jogos (33%, 9%). A maior parcela das práticas envolve um jogo de perguntas e respostas, como em Laurindo, Moura e Santos (2019), que dispersa questionários baseados na localização do usuário e Colpani e Homem (2016), que usam marcadores para responder a questões; mas práticas também aparecem sobre o formato de jogos não-digitais enriquecidos com RA, como um jogo da memória em Piva (*et al*, 2021) e um tipo de caça ao tesouro no prédio da escola, em Herpich (*et al*, 2017).

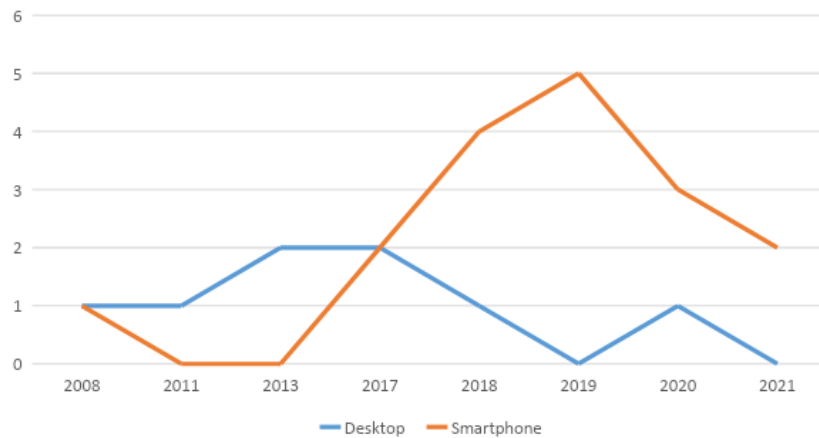
A última das categorias de metodologia é a de realidade aumentada como uma ferramenta de autoria dos estudantes (4%, 1), que conta com um único artigo. Nesse trabalho, Gonçalves e Denardin (2019) propõem problemáticas sobre terminologia, como “Por que o congelador sempre fica na parte superior do refrigerador?” (GONÇALVES, DENARDIN, 2019, p. 6), que os alunos, em grupos, devem responder. As respostas são produzidas em forma de cartazes que, depois, são enriquecidos com elementos em realidade aumentada pertinentes à questão, como imagens, *gifs*, e *links* associados aos conceitos físicos envolvidos.

### 3.2 Equipamentos e tecnologias utilizados

Na análise dos equipamentos, são divididos em *desktop*, *smartphones* e, entre as tecnologias, marcadores, baseada em localização e *Kinect*. Os marcadores são figuras, geralmente impressas, podendo ser uma imagem qualquer ou apresentar o padrão de um *qr code*, a que o conteúdo aumentado é associado. Aplicativos baseados em localização usam os dados do posicionamento geográfico do usuário para situar objetos em realidade aumentada e o *Kinect* é um sensor de movimentos que foi usado exclusivamente no mapeamento de caixas de areia.

Da figura 1, que relaciona o ano de publicação dos trabalhos com a tecnologia utilizada, pode ser percebido o desenvolvimento das aplicações tendo o *desktop* como

principal plataforma. A partir 2017, no entanto, o uso dos dispositivos móveis prevalece.



**Figura 1: Uso de *smartphone* e *desktops* nos trabalhos**

Enquanto que no momento embrionário do uso das aplicações se dá com o *desktop* pela sua superioridade de processamento em relação aos *smartphones* da época, nos anos recentes se dá por conseguir aliar ao projetor e *Kinect*, como em Santos (*et al*, 2018).

Quanto ao tipo de tecnologia de RA usada, os trabalhos que usam marcadores prevalecem (89%, 24), seguidos pelos que usam *Kinect* em caixas de areia interativas (7%, 2) e os aplicativos que usam geolocalização (4%, 1). O *simultaneous localization and mapping*, SLAM, uma tecnologia que dispensa marcadores para situar os objetos em realidade aumentada, não figura em nenhum trabalho.

### 3.3 Formas e instrumentos de avaliação

Na análise dos instrumentos de avaliação das práticas, cabe dizer que foram investigados apenas aqueles destinados aos alunos, não sendo consideradas aqui as avaliações que foram aplicadas com os professores ou instrutores. A análise da avaliação contabiliza todos os métodos usados por artigo, podendo, pois, contabilizar mais de um por trabalho.

As formas e instrumentos de avaliação se dividem em questionários sobre a percepção dos alunos, testes sobre o conteúdo trabalhado, entrevistas e análise de conteúdo e o grupo de trabalhos que não deixa claro como se deu a avaliação da prática.

Os questionários sobre a percepção dos alunos englobam questões mais ou menos estruturadas sobre a experiência do aluno ao usar a realidade aumentada; testes sobre o conteúdo trazem problemáticas sobre o fenômeno trabalhado, e contempla pré-testes e testes após a experimentação – esses que podem ser compostos de questões objetivas e discursivas.

Acerca do formato de avaliação utilizado pelos autores, a maior parte dos artigos usou questionários que investigaram a percepção dos alunos (56%, 15) sobre o aplicativo e/ou sobre a experiência de usar a tecnologia de realidade aumentada. Porque a maioria desses trabalhos traz protocolos genéricos de avaliação, pode-se destacar Ferreira e Zorzal (2018), que usam o teste de usabilidade SUS (*system usability scale*), Herpich (*et al*, 2017) que usam o modelo de avaliação de jogos educacionais (MEEGA+) e, principalmente, Nicolete (*et al*, 2019), que é o único trabalho encontrado a usar o modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel, um instrumento específico para práticas educacionais com realidade aumentada.

Nos trabalhos que tinham instrumentos de avaliação sobre a apreensão do conteúdo trabalhado com auxílio da tecnologia (30%, 8), apenas Herpich e Tarouco (2019) usam pré-teste, teste, turma de controle e consideram o *p-value* para suas conclusões acerca da melhora na aprendizagem provocada pelo uso da realidade aumentada.

Entre os trabalhos que usaram a análise de conteúdo de entrevistas ou das gravações das práticas educativas (11%, 3), destaca-se Piva (*et al*, 2021), que aliam esse formato a questionários e avaliaram os dados coletados através da teoria de modelos mentais.

Finalmente, seis trabalhos, ou 22% dos artigos selecionados no mapeamento, não esclarecem a forma e instrumentos de avaliação da prática que relataram.

### **3.4 Benefícios e desvantagens da realidade aumentada**

Embora três dos artigos analisados não deixem claro as dificuldades e vantagens associados ao uso desse tipo de aplicação em sala, é comum à maioria dos outros trabalhos o incremento da motivação, como em Ferreira e Zorzal (2018) e Denardin e Manzano (2017), somado ao engajamento em Laurindo, Moura e Santos (2019) e aulas mais divertidas, como apontam Herpich (*et al*, 2017) e Zorzal (*et al*, 2008). Sentimentos associados ao bem estar dos alunos em relação ao uso da tecnologia, como motivação, interesse, ânimo, engajamento, satisfação e entusiasmo são citados em 67% dos trabalhos como um produto da inserção da realidade aumentada.

As desvantagens apontadas versam sobre problemas de compatibilidade de *hardware* e consequente frustração dos alunos, como Denardin e Manzano (2017), e também Nicolete (*et al*, 2019, p. 7):

Alguns smartphones apresentaram dificuldades para reconhecer os marcados [*sic*] de RA. Foi possível identificar que alguns smartphones, ao acessar a câmera fotográfica pelo aplicativo, apresentava uma perda na qualidade do foco da lente, o que impedia o reconhecimento do marcador pelo aplicativo. Para contornar essa situação, o professor da disciplina remanejou os grupos a fim de que cada grupo possuísse ao menos um smartphone que permitisse a utilização da ferramenta. Contudo, essa situação gerou frustração em alguns alunos que gostariam de realizar as atividades diretamente do seu celular.

Desvantagens também foram apontadas sobre a manipulação do *hardware* no contexto da educação especial; por exemplo: “[...] 60% apresentam dificuldades ao usar o computador, necessitando, muitas vezes, do auxílio da professora.” (COLPANI, HOMEM, 2016, p. 11), em uma experiência com estudantes com deficiências intelectuais e “[...] foi observado um pouco de dificuldade no começo na hora de associar os marcadores e segurar o celular ao mesmo tempo.” (SILVA, REIS, LOPES, 2018, p. 8), em uma intervenção sobre o ensino de Libras.

Dos trabalhos que avaliaram a apreensão do conteúdo trabalhado, todos relataram sucesso na prática, sugerindo que o uso da realidade aumentada, seja por tornar a aula mais engajadora, seja por possibilitar visualizar fenômenos que não seriam possíveis de outra forma, facilita o aprendizado. Um destaque é merecido à Herpich e Tarouco (2019, p. 6), que evidenciam, no contexto do 9º ano do ensino fundamental, que há “[...] indício de que os participantes que utilizaram os recursos educacionais



aumentados obtiveram melhor performance na mediana referente ao nível de conhecimento em Física.”

É oportuno destacar que o uso da realidade aumentada no ensino é corroborado pelo Currículo de Referência em Tecnologia e Computação do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (RAABE, BRACKMANN, CAMPOS, 2020), enquanto esforço de inserção das tecnologias no processo de aprendizado. Essa enculturação digital também é promovida pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), tanto no ensino fundamental como no ensino médio. Para além da tecnologia em si, o recurso da realidade aumentada auxilia no estudo dos componentes, trazendo para a sala desde a investigação do corpo humano, como de átomos e até de galáxias.

### 3.5 Área do conhecimento

Na área do conhecimento da aplicação, foi-se dividido em disciplinas como física, geografia, educação especial, matemática, dentre outras. Práticas realizadas no ensino fundamental sobre o sistema solar, por exemplo, embora ocorram na disciplina de ciências, pertencem ao conhecimento físico e foram atribuídas a esse grupo. Práticas que ocorreram no contexto da educação especial foram inseridas sob o grupo homônimo, muito embora possam trabalhar habilidades distintas.

A área do conhecimento que aglutinou o maior número de práticas foi Física (33%, 9), com um terço dos trabalhos analisados nesse mapeamento; seguida por Geografia (19%, 5), Educação especial (15%, 4), Matemática (11%, 3), Biologia (7%, 2) e ensino de língua inglesa, português, educação musical e química, com um único artigo cada.

### 3.6 Níveis de ensino

Os níveis de aplicação utilizados para o mapeamento foram divididos entre educação especial, ensino fundamental I (1º - 5º ano), fundamental II (6º - 9º ano), ensino médio e ensino técnico.

A partir da leitura dos artigos foi observado que o nível de ensino que concentrou as práticas foi o médio (41%, 11), com quase metade das aplicações tendo esse nível como cenário. A educação especial (19%, 5) tem o segundo maior número de publicações, o ensino fundamental I e II possuem quatro artigos cada e a educação técnica tem três.

## 4. Análise dos resultados

Da coleta das metodologias usadas, ainda que os trabalhos possuam reservas de diferenças entre si, pode-se concluir que o uso da realidade aumentada de maneira a demonstrar fenômenos ou objetos tridimensionalmente prevalece. Métodos que partam de problemas e promovam a investigação e manipulação do objeto, ou que a vejam como uma ferramenta de autoria para os estudantes, contam com poucos exemplos. Ainda nesse quesito, outra tendência percebida é a de infundir elementos de RA em jogos ou atividades gamificadas.

Na investigação sobre as tecnologias e equipamentos utilizados, conclui-se sobre uma recente superioridade dos dispositivos móveis sobre os *desktops*; aparecendo, a partir de 2017, na maioria dos trabalhos analisados. É razoável supor que a guinada sofrida esteja associada ao barateamento e desenvolvimento do *hardware* dos *smartphones*. Esse movimento de democratização da tecnologia também pode explicar o aumento de experiências nos anos recentes: os quatro últimos (2018 a 2021) somam

16 publicações, o que representa um aumento de 78% em relação aos nove anos anteriores (2008-2017), com nove artigos.

Sobre a tecnologia que possibilitou o uso da realidade aumentada, os marcadores aparecem em quase 9 a cada 10 trabalhos, seja com *desktops* ou *smartphones*. Uma possível razão dessa esmagadora maioria é que são os marcadores o formato mais simples de indexar a realidade aumentada, contando, inclusive, com bibliotecas *open-source*; e também o mais brando aos requerimentos de *hardware* do dispositivo.

Tecnologias como o *SLAM*, sensores de movimento e *head-mounted display* não aparecem no mapeamento. É razoável também supor que eles passem pelo processo que passara o *smartphone*: a sua adoção no chão da sala de aula está condicionada ao desenvolvimento e barateamento das tecnologias em questão.

No exame das formas e instrumentos de avaliação, um cenário problemático: embora metade dos trabalhos avalie a percepção dos alunos sobre a experiência com o aplicativo em realidade aumentada, apenas 30% possuem instrumentos de avaliação sobre o conteúdo trabalhado na experiência. Seis trabalhos, ou 22% deles, sequer esclarecem se ou como fora feita a avaliação da intervenção.

A dificuldade em estruturar formatos de avaliação que levem também em conta o conteúdo discutido com a RA pode viciar os resultados apresentados pela maioria dos autores e reiterar um problema já comum na literatura internacional: o uso da realidade aumentada potencializa mesmo o aprendizado?

Pondo as dificuldades que poderiam ser levantadas sobre os métodos de avaliação das experiências de lado, os trabalhos são uníssonos em retratar a realidade aumentada como uma forma de motivar e engajar os estudantes no processo de aprendizado. Combinada ou não a jogos ou atividades gamificadas, o seu uso aparece como uma maneira de promover o bem-estar e o divertimento na sala de aula.

Outra consideração importante fruto desse trabalho é a predominância dos estudos em ciências da natureza, enquanto há poucos trabalhos que versam sobre a área de linguagens ou as ciências humanas. Na maior parte dos trabalhos, a realidade aumentada é usada para ilustrar fenômenos que não são visualizados com facilidade, como campos magnéticos e a organização do sistema solar.

Finalmente, acerca da etapa de ensino do uso das aplicações, pode-se conjecturar que a superioridade das publicações que encaram o ensino médio como público pode ser justificada em uma maturidade necessária para trabalhar com os marcadores e o *smartphone* simultaneamente, já que uma das dificuldades levantadas pelos trabalhos fora exatamente isso.

### **Considerações Finais**

A partir do mapeamento sistemático realizado pode-se concluir que há um aumento da motivação e do bem estar dos estudantes em práticas que usam a realidade aumentada; no entanto, os artigos não são uníssonos quanto ao método de avaliação das intervenções, o que reverbera na confiabilidade e replicabilidade das intervenções.

A principal lacuna que pode ser explorada por trabalhos futuros é a de situar o uso dessa tecnologia no âmbito de um método ativo de ensino que promova a sistematização, pesquisa, seleção de informações, observação, manipulação e proposição de hipóteses sobre os experimentos aumentados. Buscando também aplicar em áreas pouco discutidas, como humanidades e linguagens.

Ainda que o aprendizado ativo possa ser impulsionado por aplicativos que lancem mão de tecnologias pouco difundidas que facilitam a interação do usuário com o *software*, como os sensores de movimento e *head-mounted displays*, a tecnologia atual

já possibilita praticar esse formato de aprendizado. Práticas que podem ser exploradas por trabalhos futuros incluem a interação entre dois ou mais marcadores que, manipulados pelos alunos, geram reações nos objetos em realidade aumentada, ou manipulações no próprio software, com botões e *sliders* na tela.

Tornar o aprendizado com objetos em realidade aumentada mais ativo passa, antes de tudo, por uma escolha epistêmica e uma preocupação que vai além do desenvolvimento do *hardware* e *software*.

Essas práticas devem ser rigorosas no processo de avaliação, investigando não só a usabilidade e a percepção dos alunos sobre a experiência, mas também se o desenvolvimento do conteúdo trabalhado foi satisfatório e os objetivos de aprendizagem alcançados.

### Referências

AZUMA, R.; BAILOT, Y.; MACINTYRE, B.; BEHRINGER, R.; FEINER, S. K.; JULIER, S. Recent advances in augmented reality. IN: IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6), 34–47, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CARVALHO, D.; MANZINI, E. J. Aplicação de um Programa de Ensino de Palavras em Libras Utilizando Tecnologia de Realidade Aumentada. IN: Revista Brasileira de Educação Especial, v. 23, n. 2, 2017.

CARVALHO, J. M. J.; LIAO, T. Realidade Aumentada e Interdisciplinaridade: o Uso do Aplicativo LandscapAR no Ensino de Matemática e no de Geografia. IN: Ead em Foco, v. 10, n. 2, 2020.

COLPANI, R.; HOMEM, M. R. P. Realidade aumentada e gamificação na educação: uma aplicação para auxiliar no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. IN: Revista Brasileira de informática na educação, vol. 24, nº 1, 2016.

CORRÊA, A. G. D.; ASSIS, G. A.; NASCIMENTO, M.; LOPES, R. D. GenVirtual: um jogo musical para reabilitação de indivíduos com necessidades especiais. IN: Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 21, n. 2, 2008.

DENARDIN, L.; MANZANO, R. C. Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, vol.15, nº 2, 2017.

DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. P. de M.; BITTENCOURT, I. I. Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação. In: JAQUES, P. A.; SIQUEIRA, S.; BITTENCOURT, I.; PIMENTEL, M. (Org.) Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa. Porto Alegre: SBC, 2020.

FERREIRA, P. H. S.; ZORZAL, E. R. PlantARio - Uso da realidade aumentada para apoiar o ensino do sistema solar. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, vol.16, nº 2, 2018, p. 281-290.

FLAUZINO, F. S.; KIRNER, C. Desenvolvimento de um Jogo Educacional sobre a Classificação dos Animais usando Realidade Aumentada Online. IN: II Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2017.

GONÇALVES, R. L.; DENARDIN, L. Elaboração de materiais de realidade aumentada por estudantes de ensino médio: impactos e possibilidades. IN: Revista de Ensino de Ciências e Matemática, vol. 10, nº 6, 2019.

GUIMARÃES, R. F. R. Estudo dos percursos de exploração de um material multimidiático para leitura de um poema com realidade aumentada por alunos o Ensino Fundamental II. IN: Revista da Anpoll, v. 52, n. 1, 2021.

HERPICH, F.; NUNES, F. B.; VOSS, G. B.; SINDEAUX, P.; TAROUÇO, L. M. R.; LIMA, J. V. Realidade aumentada em geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, vol.5, nº 2, 2017. p. 1-10.

HERPICH, F.; TAROUÇO, L. M. R. Análise das experiências educacionais dos estudantes com simulações em realidade aumentada móvel para o desenvolvimento do conhecimento em Física. IN: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2019.

KRAUSE, F. C.; SANTOS, G. L. Transpondo saberes para um app de educação ambiental baseada no lugar em realidade aumentada. IN: Debates em Educação, v. 12, n. 27, 2020

LAURINDO, L. E. C.; MOURA, I. R.; SANTOS, M. R. P. Um Jogo Móvel Baseado em Localização para Motivar e Acompanhar Estudantes no Processo de Ensino-Aprendizagem. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, 2019.

LOPES, M. C.; REIS, D. S.; GONÇALVES, J. P. S.; GONÇALVES, A. S. Caixa de areia interativa: um jogo em realidade aumentada em dispositivo móvel sobre a água. IN: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2017.

MACEDO, A. C.; GÓES, A. R. T. A integração da Realidade aumentada em sala de aula: a pesquisa aplicada em colégios públicos do litoral Paranaense. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, 2019.

MAZZUCO, A. E. R.; KRASSMANN, A. L.; BASTIANI, E.; REATEGUI, E. B. Revisão de literatura sobre o uso da realidade aumentada no ensino de Química. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, vol. 10, nº 1, 2021. p. 402-412.

NICOLETE, P. C.; JÚNIOR, E. T. O.; CRISTIANO, M. A.; TAROUÇO, L. M. R.; VILA, E.; SILVA, J. B. Estudo exploratório sobre realidade aumentada e laboratório remoto no ensino de Física. IN: Revista Novas Tecnologias na Educação, vol.17, nº 3, 2019, p. 345-355.

PAIVA, A. Q.; TELES, A. S. Realidade aumentada na metodologia de rotação por estações para lidar com a desatenção de discentes no ensino médio/técnico. IN: Research, Society and Development, v. 9, n. 4, 2020.

PIVA, G. M.; SANTOS, C. M.; KOHORI, R. K.; GIBIN, G. B. O uso do smartphone no desenvolvimento de modelos mentais dos alunos no ensino de Química: aplicativos de simulação virtual e realidade aumentada. *Revista de Ensino de ciências e matemática*, vol. 12, nº 1, 2021.

RAABE, A.; BRACKMANN, C. P.; CAMPOS, F. R. Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental. São Paulo: CIEB, 2020.

RESENDE, B.; MÜLLER, T. J. Mobile-Learning: Aprendizagem matemática por meio de realidade aumentada. IN: *Tear: Revista de Educação e Tecnologia*, v. 7, n. 2, 2018.

ROSA, V. I.; SILVA, R. P.; AYMONE, J. L. F. Processo de desenvolvimento de Prancha de Comunicação Alternativa e Aumentativa para crianças com Transtorno do Espectro do Autismo utilizando Realidade Aumentada. IN: *Design e Tecnologia*, 2018.

SANTOS, R. S.; SANTOS, R. S.; SANTOS, G. C.; TAVARES, K. C. O.; RAFAEL, L. M.; LIRA, D. R.; SANTOS, C. A. Aplicação da sandbox no ensino de Geomorfologia. IN: *Revista de Geografia*, vol. 35, nº 4, 2018.

SILVA, L. R.; REIS, D. S.; LOPES, M. C. LibrAR: aplicativo de aprendizagem de libras usando realidade aumentada e realidade virtual em dispositivo móvel. IN: *Congresso Brasileiro de Informática na educação*, 2018.

ZORZAL, E. R.; OLIVEIRA, M. R. F.; SILVA, L. G.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; JUNIOR, E. A. L. Aplicação de jogos educacionais com realidade aumentada. IN: *Revista Novas Tecnologias na Educação*, vol. 6, nº 1, 2008.