

# Um Mapeamento Sistemático sobre uso de Realidade Aumentada no Ensino de Biologia na Educação Básica

Leonardo Henrique da Silva Bomfim  
*Instituto Federal de Sergipe*  
Campus Estância  
Estância/SE, Brasil  
leonardo.bomfim@ifs.edu.br

Jamille Silva Madureira  
*Instituto Federal de Sergipe*  
Campus Estância  
Estância/SE, Brasil  
jamille.madureira@ifs.edu.br

Josiane de Nazare Silva Lopes  
*Instituto Federal de Sergipe*  
Campus Propriá  
Propriá/SE, Brasil  
josiane.lopes@ifs.edu.br

**Resumo**—A Realidade Aumentada (RA) apresenta um grau de interatividade que contribui no processo de aprendizagem, demonstrando o que é visto na teoria através de uma forma mais atrativa e com melhor entendimento. O uso de RA pode tornar-se importante para o desenvolvimento de Tecnologia Assistiva para auxiliar alunos com deficiência, e na Gamificação para estimular o aluno a interagir com o conteúdo. Este artigo apresenta um mapeamento sistemático sobre a adoção de RA no ensino de Biologia na Educação Básica, sendo sua principal contribuição apresentar o estado da arte deste tema.

**Palavras-chave**—Realidade Aumentada, Gamificação, Educação Básica, Biologia, Tecnologia Assistiva

## I. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o uso de tecnologias no cotidiano das pessoas é um fenômeno natural [1]. São utilizados aparelhos como computadores, *notebooks*, *tablets*, celulares e *Smart TVs* para rotinas do dia a dia, como estudo, trabalho, planejamento e diversão.

A educação inovadora busca inserir recursos tecnológicos em sua prática de ensino, uma vez que a sociedade está cada dia mais envolvida pelas novas tecnologias. Sendo assim, ao se pensar na participação ativa dos alunos, é importante utilizar mecanismos que estejam embasados nos princípios do construtivismo, considerando que a aprendizagem é uma atividade mental intensa que possibilita a construção de significados individuais a partir de conteúdos sociais [2].

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta o estudo de Biologia no Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e propõe preparar os estudantes para as transformações tecnológicas, visando a formação de um indivíduo produtivo [3]. Além disso, a BNCC aborda a investigação como forma de envolvimento dos alunos na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos [4]. Desta forma, o ensino de Biologia deverá fazer uso das novas tecnologias no processo de ensino aprendizagem.

Isto decorre pelo fato que o livro didático, com textos e imagens estáticas, tornou-se uma ferramenta que apresenta dificuldade em atrair a atenção da maioria dos estudantes [5].

Um exemplo dessa dificuldade é o estudo de Citologia, em que os alunos têm dificuldade para realizar a abstração das imagens estáticas dos livros com o dinamismo e atividade real de uma célula [6]. Este problema é decorrente de apenas 44,1% das escolas brasileiras, sendo 38,8% das públicas e 57,2% das particulares, terem um laboratório de Ciências [7] para que os alunos possam visualizar na prática a composição celular através do uso de instrumentos, como microscópio.

Com isto, as tecnologias surgem para tornar a sala de aula mais dinâmica, permitindo que o aluno consiga compreender melhor a teoria [8], através da imersão em ferramentas de Tecnologias da Informação que facilitem e contribuam para o seu aprendizado.

Como exemplo de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), pode-se citar a Realidade Aumentada (RA), que consiste na possibilidade de associar um elemento digital, uma imagem, um vídeo ou um áudio a uma imagem real. Assim, a partir de uma imagem focalizada com a câmera de um dispositivo móvel, como *smartphones* ou *tablets*, é possível estabelecer um elemento digital que amplia aquela realidade [9].

A Realidade Aumentada é um conceito, muito mais do que tecnologia, está relacionada à sobreposição de elementos virtuais e reais, alinhados em um mesmo espaço tridimensional, com os quais se pode interagir em tempo real [10].

É importante diferenciar a Realidade Virtual (RV) e a RA. Na primeira, a intenção é a imersão em ambientes que simulam a realidade, por isso, geralmente, o usuário assume um avatar, ou personagem, que tem características definidas por ele. Na segunda, os elementos do real proporciona o acesso a elementos do virtual, ou seja, o objeto real possibilita a existência de um elemento virtual que aumente ou amplie a realidade [10].

Além disso, a tecnologia de Realidade Aumentada apresenta duas características atraentes para que a mesma possa ser utilizada na sala de aula: proporciona uma melhor visualização dos conteúdos e fomenta a interatividade entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem [11].

Dentre as possibilidades de motivação através da interação,

há as relacionadas a *games*, que são interessantes como forma de atrair a atenção do aluno. A Gamificação considera os espaços de afinidades (*affinity spaces*), em que o aluno tem interesses comuns, podendo proporcionar uma aprendizagem que faça sentido e que o encoraje a continuar buscando o estudo e o conhecimento [12]. É importante fomentar esses espaços na escola para permitir a valorização do conhecimento dos alunos e o aprofundamento técnico, possibilitando uma apropriação crítica e participativa dos recursos digitais, além disso promovendo o prazer pelo saber [13].

Outra possibilidade de auxílio no processo de ensino-aprendizagem é utilizar a Realidade Aumentada para desenvolver aplicações que façam uso de Tecnologia Assistiva, permitindo a inclusão de alunos com deficiência.

A Tecnologia Assistiva é o uso de recursos e serviços que permitem ampliar as habilidades funcionais de pessoas com deficiência [14], permitindo uma vida independente e inclusiva.

Desta forma, este Mapeamento Sistemático tem o objetivo de apresentar os trabalhos desenvolvidos com o uso de Realidade Aumentada para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Biologia nas escolas de Educação Básica. O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta o método de pesquisa adotado nesse mapeamento, na Seção III é apresentada a Análise dos Resultados, respondendo as questões de pesquisas e, por fim, na Seção IV são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

## II. MÉTODO

Com o objetivo de realizar um estudo e mapeamento do estado da arte acerca do uso de Realidade Aumentada para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Biologia na Educação Básica no Brasil, foi adotada uma abordagem metodológica de natureza exploratória por meio de um mapeamento sistemático.

De acordo com a abordagem de [15], um mapeamento sistemático consiste em definir questões de pesquisa e realizar busca de artigos científicos sobre a área de interesse. E, a partir dos artigos obtidos, fazer uma triagem que possibilite a seleção dos estudos relevantes promovendo a extração dos dados e mapeamento dos resultados.

Nesta seção será descrito como foi realizado o processo de busca e a seleção dos estudos. Para isto, foi necessário, inicialmente, definir as questões de pesquisa, a estratégia de busca e seleção e os critérios para triagem dos estudos.

A seguir, é detalhada a descrição completa do processo utilizado para busca e seleção dos estudos.

### A. Questões de Pesquisa

Com o propósito de atingir o objetivo proposto por esse mapeamento, as seguintes questões foram elaboradas para pesquisa:

- Q1) Quantas publicações foram produzidas por ano com uso de Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?
- Q2) A aplicação em Realidade Aumentada faz uso de Gamificação para o ensino de Biologia na Educação Básica?
- Q3) Quais assuntos foram explorados nos aplicativos de Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?
- Q4) Quais países desenvolveram aplicações com Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?
- Q5) Quais tecnologias foram utilizadas no desenvolvimento das aplicações com Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?
- Q6) Quais aplicações de Realidade Aumentada fazem uso de tecnologia assistiva para o ensino de Biologia na Educação Básica?
- Q7) Quais as percepções (positivas e negativas) no uso dos aplicativos com Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?

### B. Estratégia de Busca e de Seleção

Para realizar as buscas, foram selecionadas bases de dados com trabalhos voltados para Computação, que são: ACM, Portal de Periódicos da CAPES, *Web of Science*, Portal Scopus, *IEEE Xplore (IEEE)*, Biblioteca Digital Brasileira de Computação (BDBComp), *Science Direct* e Anais dos eventos anteriores do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames).

Durante o processo de execução das consultas foram adotadas as ferramentas de filtragem disponibilizadas por cada uma, visando considerar apenas título, resumo e palavras-chave dos artigos, para assim, reduzir a quantidade de resultados retornados uso de Realidade Aumentada no ensino de Biologia na Educação Básica. Porém, devido as bases BDBComp e SBGames não apresentarem ferramentas para filtragens dos resultados, nestas bases foi realizada uma busca simples.

Com o propósito de realizar a pesquisa dos artigos nas bases supracitadas, foram definidas as palavras chaves apenas nas línguas Portuguesa e Inglesa.

Os termos em inglês foram adicionados porque em alguns periódicos, o título e resumo dos trabalhos devem ser informados em língua inglesa.

Inicialmente, foram adotados os seguintes termos:

- Inglês: Inicialmente foram adotadas três palavras-chave “augmented reality”, “biology” e “basic education”. Porém, durante as pesquisas constatou-se que alguns resultados não era retornados porque alguns trabalhos trazem o termo “elementary school” ou “high school” no lugar de “basic education”.
- Português: Inicialmente foram adotadas três palavras-chave “realidade aumentada”, “biologia”, “educação básica”. Para expandir a pesquisa, nos termos em português foram adicionados “ensino fundamental” e “ensino médio”, que compreendem a educação básica.

Com isso, os termos de busca ficaram definidos da seguinte forma:

- Inglês: (“augmented reality”) AND (“biology”) AND (“basic education” OR “elementary school” OR “high school”))
- Português: (“realidade aumentada”) AND (“biologia”) AND (“educação básica” OR “ensino fundamental” OR “ensino médio”))

A partir deste termo de busca, foram realizadas, em junho de 2020, as consultas nas bases indicadas, retornando um total de 130 artigos. A Tabela I apresenta a quantidade de artigos obtidos com a consulta em cada uma das bases.

TABELA I  
RESULTADOS DAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS

Bases de dados	Qtd. em Português	Qtd. em Inglês
ACM	0	44
BDBComp	0	0
Capes	0	33
IEEE Xplorer	0	1
SBGames (anais)	7	1
Science Direct	0	39
Scopus	0	3
Web of Science	0	2

### C. Critérios de Seleção

Com o objetivo de filtrar apenas os artigos relevantes para a área de pesquisa deste mapeamento sistemático, foram definidos critérios para inclusão e critérios para exclusão desses artigos. Os seguintes critérios foram utilizados para inclusão:

- 1) Artigos que desenvolveram aplicações com uso de Realidade Aumentada para auxiliar no ensino de Biologia na Educação Básica.
- 2) Artigos que utilizaram aplicações já existentes de Realidade Aumentada para auxiliar no ensino de Biologia na Educação Básica.

A confirmação dos critérios de inclusão é dada a partir da análise do resumo e conclusão de cada um dos artigos encontrados. Em casos inconclusivos, foi necessária a leitura da introdução para validar os critérios de inclusão.

Para a análise dos artigos quanto aos critérios de exclusão, foram aplicados os critérios listados abaixo:

- 1) Artigos duplicados.
- 2) Artigos que não disponibilizavam acesso à íntegra do trabalho.
- 3) Trabalhos que não abordavam Realidade Aumentada como forma de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Biologia durante a Educação Básica.

Terminada a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos encontrados nas bases de pesquisa, foi verificado que do total de 130 artigos, foram mantidos 15 para compor os estudos primários, o que representa, aproximadamente, 11,55% do total.

Na Tabela II é apresentado o quantitativo final de trabalhos selecionados por base de pesquisa após a aplicação dos

critérios de inclusão. A identificação completa dos estudos primários pode ser encontrada na seção de Referências deste artigo.

TABELA II  
RESULTADOS DAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS UTILIZANDO O TERMO DE BUSCA E CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Bases de dados	Qtd	Artigos Selecionados
ACM	3	[16], [17], [18]
Capes	5	[19], [20], [21], [22], [23]
IEEE Xplorer	1	[11]
SBGames (anais)	2	[24], [25]
Science Direct	2	[26], [27]
Scopus	1	[28]
Web of Science	1	[29]

Após a seleção, os estudos primários foram encaminhados para leitura aprofundada e análise. Os resultados dessa etapa podem ser encontrados na Seção III.

### III. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados da análise dos estudos primários, respondendo as questões de pesquisa apresentadas na Seção II-A deste mapeamento.

**Q1)** Quantas publicações foram produzidas por ano com uso de Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?

O objetivo desta questão é verificar, pela quantidade de publicações sobre o assunto por ano, se há uma tendência de crescimento de pesquisa na área.

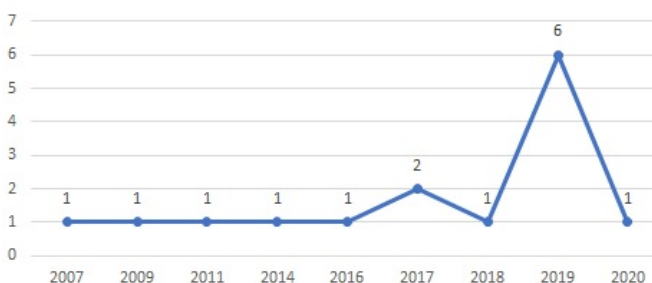


Fig. 1. Quantidade de publicações por ano

É possível verificar, pelo gráfico apresentado na Fig. 1, que no ano de 2019 há um aumento de publicações em relação aos anos anteriores. O ano de 2020 tem, até o momento, uma publicação, ressalta-se que com a pandemia do Covid-19 [30] as escolas estão fechadas, o que dificulta a continuidade de pesquisas realizadas por professores e alunos da Educação Básica.

**Q2)** A aplicação faz uso de Gamificação para o ensino de Biologia na Educação Básica?

O objetivo desta pergunta é verificar quais aplicações com Realidade Aumentada aplicam os princípios e estratégias de Gamificação.

Gamificação é definida como “a utilização de mecânica, estética e pensamento baseados em *games* para engajar pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas” [31]. Se basear em *games* significa construir um sistema onde os aprendizes estarão engajados em um desafio definido por regras, interagindo e aceitando respostas com o alcance de resultados quantificáveis [32].

Dos 15 trabalhos selecionados nesta pesquisa, apenas 7 fazem uso dessa metodologia: [17], [19], [20], [21], [22], [24], [25].

Um exemplo desta abordagem é a pesquisa descrita em [19], a qual apresenta o aplicativo Bio3D. Para iniciar o jogo, é apresentado ao aluno um conjunto de 6 avatares (interfaces incorporadas aos usuários que funcionam como sua extensão direta para o domínio virtual [33]) que representam os personagens principais (biomoléculas ou proteínas). O *game* é dividido em 3 níveis, onde cada um aborda conteúdos diferentes de biologia. Para acessar a próxima fase, o jogador deve ter atingido pontuação suficiente. É possibilitado aos alunos alguns minijogos, como palavras cruzadas, para reforçar os conceitos aprendidos e ganhar mais pontos. Ao final, o professor pode acessar o total de pontos conquistados por cada aluno e determinar quem tem a melhor pontuação.

Outro exemplo é o trabalho apresentado em [24], onde os autores desenvolveram um *game* para trabalhar os conceitos de coleta seletiva de lixo com crianças da educação infantil (séries iniciais). O jogo permite que as crianças coletem o lixo virtualmente com o movimento das mãos ou do corpo, o que facilita para essa idade, visto que a coordenação motora ainda não está totalmente desenvolvida nesta idade. Os autores explicam que o principal objetivo do jogo não é ganhar pontos ou conservar energia, mas coletar o lixo adequadamente. Assim, o jogo não tem limite de tempo ou de pontos, a fase só encerra quando o jogador perder toda a energia, independente da pontuação alcançada. Para dar mais dinâmica ao jogo, o jogador pode recuperar energia recolhendo os objetos com um raio que passam aleatoriamente. Durante a aplicação do jogo, os professores notaram uma maior integração de toda a turma, mesmo que cada aluno jogasse sozinho. Isso porque os alunos da turma assistiram todos os jogos dos colegas, e puderam auxiliar o jogador a realizar a tarefa.

O uso do jogo no processo de ensino-aprendizagem motivou os alunos, tornando a busca pelo conhecimento mais atrativa, conforme destacou [19], e segundo pesquisa realizada por [21], 81% dos alunos aprovaram o uso do aplicativo na aula.

**Q3)** Quais assuntos foram explorados nos aplicativos de Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?

O objetivo desta questão foi verificar quais assuntos de Biologia foram abordados nas aplicações, o que permite identificar temas ainda não utilizados e que podem gerar novas aplicações.

A Tabela III apresenta os assuntos abordados e os trabalhos destacados em cada área. É possível identificar que o assunto mais recorrente é Ecologia e Educação Ambiental, por permitir que através de um ambiente de Realidade Aumentada, o

estudante possa compreender as etapas e a importância de conceitos como reciclagem e coleta seletiva. Conforme destacado por [25], os docentes indicam que a ferramenta motiva os alunos e permite uma melhor compreensão do conhecimento.

Os trabalhos de [16] e [17] apenas informaram como desenvolveram aplicações com uso de Realidade Aumentada para o ensino de Biologia, mas não informaram o assunto abordado.

TABELA III  
ASSUNTOS DE BIOLOGIA ABORDADOS NAS APLICAÇÕES

Assunto	Artigos
Formação da Terra	[26]
Ecologia e Educação Ambiental	[21], [24], [25]
Diagnóstico de doenças	[22]
Evolução de seres parasitas	[20]
Anatomia Humana	[27], [29], [17]
Sistema Esquelético	[11]
Sistema Respiratório e Circulatório	[28]
Replicação de Células e proteínas	[19], [23]
Microbiologia	[16], [18]

Através da apresentação da anatomia em 3D de uma pessoa em tempo real, com o uso do dispositivo *kinect*, o trabalho apresentado em [29], serviu de apoio ao ensino da anatomia humana. Outro trabalho com a mesma temática é [27], que desenvolveu uma aplicação que, através de marcas lidas dos livros textos dos alunos, apresenta a anatomia do corpo humano em objetos 3D, inclusive com detalhes sobre os órgãos internos.

No trabalho descrito em [17], foi desenvolvida uma aplicação em formato de *quiz* para o ensino de anatomia humana. Em determinadas questões, o jogador pode visualizar partes do corpo humano por meio da Realidade Aumentada.

O trabalho de [22] é um jogo, em rede, o que permite que várias pessoas participem simultaneamente, para a realização de diagnósticos de doenças.

Em [21] é apresentado um aplicativo com Gamificação, que corresponde a um *quiz* de perguntas e respostas sobre Ecologia. O trabalho de [24] é um jogo, através do uso de gestos pela webcam, para simular a coleta seletiva de lixo. O aplicativo desenvolvido por [25] também é um jogo 3D voltado para o ensino de Educação Ambiental para jovens e adultos.

Sobre os sistemas que fazem parte do corpo humano, o trabalho de [11], através do uso de marcadores, faz uma projeção 3D do sistema esquelético humano. E o aplicativo para celular desenvolvido por [28] permite aos alunos aprenderem sobre os sistemas respiratório e circulatório com o uso de Realidade Aumentada.

Com o uso de Gamificação, o trabalho de [19] permite ao usuário escolher um avatar, que o guiará durante o jogo, para participar de um jogo com fases, sobre a replicação de células e estudo de proteínas, este último assunto também abordado por [23].

O trabalho de [20] desenvolve o modelo do ciclo de vida de três formas de parasitas, e permite que o jogador escolha duas formas de evolução. E o aplicativo desenvolvido por [26] permite a observação da Terra através de imagens obtidas pela NASA da Estação Espacial Internacional (ISS), gerando uma melhor percepção da formação do planeta.

Em [18] foi desenvolvido um laboratório de microbiologia de baixo custo, com interface web, que permite interação com o usuário através de realidade aumentada.

E, o aplicativo apresentado em [16] realiza a simulação com Realidade Aumentada de espécies primitivas que se desenvolvem em uma placa de Petri.

**Q4) Quais países desenvolveram aplicações com Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?**

Com esta pergunta tem por objetivo analisar as regiões que estão realizando pesquisas nesta área e desenvolvendo aplicações.

A Tabela IV apresenta o quantitativo e os trabalhos desenvolvidos em cada país. O trabalho de [23] aparece como Estados Unidos e República Tcheca por ter sido desenvolvido em parceria por pesquisadores dos dois países.

TABELA IV  
TRABALHOS PUBLICADOS POR PAÍSES

País	Quantidade	Artigos
Brasil	2	[24], [25]
Canadá	2	[11], [21]
EUA	2	[22], [23]
Indonésia	2	[28], [27]
México	2	[19], [29]
Alemanha	1	[26]
Filipinas	1	[17]
Finlândia	1	[20]
Israel	1	[18]
Japão	1	[16]
República Tcheca	1	[23]

No Brasil, de acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP), apenas 44,1% das escolas têm Laboratório de Ciências, sendo 38,8% das públicas e 83,4% das particulares [7]. Desta forma, o uso de Realidade Aumentada torna-se uma ferramenta que auxilia as instituições que não têm laboratório de Ciências, substituindo as aulas laboratoriais pelas práticas com o uso dessa tecnologia.

Porém, verifica-se que no Brasil, apenas dois trabalhos foram desenvolvidos para o ensino de Biologia, que foram publicados nestas bases científicas, ambos usando Gamificação e voltados para o ensino de educação ambiental.

**Q5) Quais tecnologias foram utilizadas no desenvolvimento das aplicações com Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?**

O objetivo dessa questão é verificar quais ferramentas são mais utilizadas para o desenvolvimento das aplicações com Realidade Aumentada.

Na Tabela V é possível verificar quais ferramentas foram utilizadas no desenvolvimento de cada aplicação. Os trabalhos

de [16], [18], [20] e [22] não informaram quais ferramentas foram utilizadas.

As ferramentas Unity 3D e o kit de desenvolvimento para realidade aumentada Vuforia, ambas com licença gratuita para desenvolvimento a nível educacional, aparecem em 3 aplicações. O Xcode e Arkit, utilizados para desenvolvimento para aplicações no Sistema Operacional iOS, aparecem em duas pesquisas, que de acordo com [17], a opção acontece devido a uma melhor interface e facilidade de uso deste Sistema Operacional.

TABELA V  
FERRAMENTAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DAS APLICAÇÕES

Ferramentas Utilizadas	Artigo
Adobe Flash, Biblioteca Bárbara, ActionScript 3	[24]
BabylonJS	[23]
Blender e Python	[25]
Google Sketchup and 3Ds Max 2011, C, ActionScript 3	[27]
Questogo Platform	[21]
Unity 3D e Vuforia	[26]
Unity 3D e Vuforia	[28]
Unity 3D, Vuforia, AutoDesk 3D Max	[11]
C++ e bibliotecas Microsoft para Kinect	[29]
Xcode e Arkit	[19]
Xcode, ARkit, SceneKit, SiriKit	[17]

**Q6) Quais aplicações de Realidade Aumentada fazem uso de Tecnologia Assistiva para o ensino de Biologia na Educação Básica?**

O objetivo desta pergunta é verificar se, com o desenvolvimento de aplicações com Realidade Aumentada, se há o desenvolvimento em conjunto de ferramentas com Tecnologia Assistiva,

Destaca-se que em 13 de dezembro de 2006, através da Convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre os direitos da pessoa com deficiência, foi aprovado um texto garantindo os direitos das pessoas com deficiência [34], permitindo o pleno exercício da cidadania.

No Brasil, entre 2014 e 2018 o número de matrículas de alunos com deficiência aumentou 101,3% [7]. Esse aumento é um reflexo da Política de Inclusiva do Ministério da Educação, existente desde 2003 [14], pois amplia o uso de tecnologias que auxiliem o aluno a ser incluído e que todos tenham as mesmas oportunidades educacionais.

Apesar desta política nacional de inclusão e da convenção da ONU, apenas 1 artigo fez uso de recurso de Tecnologia Assistiva. O trabalho de [24], que faz uso de Gamificação para ensinar a importância da coleta seletiva de lixo, permite que o jogador realize as ações através de gestos em uma *webcam*, o que facilita o uso para quem tem dificuldade para lidar com controles do tipo *joystick* ou *mouses* ou teclados.

Porém, apesar do uso deste recurso para facilitar o uso e acesso à aplicação, [24] não menciona como uma Tecnologia Assistiva, apenas indica que é para permitir que crianças, que ainda não tem coordenação motora suficiente para uso de

joystick ou mouses ou teclados possam também fazer uso da aplicação.

**Q7** Quais as percepções (positivas e negativas) no uso dos aplicativos com Realidade Aumentada para o ensino de Biologia na Educação Básica?

O objetivo desta questão é verificar se o uso da Realidade Aumentada melhorou o processo de ensino-aprendizagem de Biologia, através da percepção de alunos e professores.

A Tabela VI apresenta o resumo dos relatos que, na maior parte, foi positivo por parte dos alunos e professores. Apenas algumas dificuldades de usabilidade foram relatadas por docentes no trabalho [20]. Enquanto que os trabalhos de [16] e [18] não apresentaram pesquisas com alunos ou professores.

TABELA VI  
ASSUNTOS DE BIOLOGIA ABORDADOS NAS APLICAÇÕES

Grupo	Percepção	Artigos
Aluno	Aumento do interesse pelo assunto	[11], [28], [17], [19], [21], [23], [24], [27]
Aluno	Melhora no desempenho	[11], [26], [29]
Aluno	Dificuldade com aplicação	[22]
Docente	Favorável ao uso do recurso	[25]
Docente	Relato de dificuldade	[20]

Como pode ser observado, o principal benefício do uso da Realidade Aumentada foi o aumento de interesse pelos conteúdos. A abordagem do assunto de maneira lúdica e interativa, permite que o aluno tenha acesso à informação de maneira que facilita a memorização do conteúdo abordado, favorece o entendimento, proporciona o engajamento dos estudantes e enriquece conteúdos com elementos audiovisuais.

De acordo com [35], os jogos com Realidade Aumentada proporciona aos alunos uma visão enriquecida e ampliada do ambiente. Assim, ao manipular os objetos virtuais tridimensionais sobrepostos ao cenário real, o estudante estimula sua capacidade de percepção e raciocínio espacial.

#### IV. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve como objetivo identificar e analisar o uso de Realidade Aumentada para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Biologia na Educação Básica.

O processo de mapeamento sistemático foi conduzido por meio de um protocolo de busca e seleção de artigos que especificou a metodologia utilizada neste trabalho. Com a definição dos termos de busca foram realizadas pesquisas nas bases de Computação da ACM, Capes, Web of Science, Portal Scopus, IEEE Explorer, BDBComp, Science Direct e Anais do SBGames. Foram obtidos 130 artigos, os quais foram aplicados os critérios de filtragem e seleção, resultando em 15 artigos selecionados para estudos primários desse mapeamento sistemático.

A partir da análise dos estudos primários foi possível responder às questões de pesquisa levantadas, sendo possível verificar que, apesar da tecnologia de Realidade Aumentada permitir uma imersão do aluno nos conceitos vistos em sala

de aula, atraindo uma maior atenção do estudante, o maior número de trabalhos foi publicado apenas em 2019 (Q1).

Também foi possível verificar que há o início do uso de Gamificação, por parte de algumas aplicações, para motivar o aluno (Q2). Mesmo em jogos em que não há uma competição por pontos, como apresentado em [24], os alunos se sentiram motivados com a metodologia. De acordo com os autores, os demais alunos da turma tentavam indicar ao jogador onde estava o lixo correto, avisando sempre que aparecia um objeto de energia.

Também foi possível verificar quais assuntos de Biologia foram abordados, assim, demonstrando tópicos ainda não explorados que podem servir para posteriores desenvolvimento de aplicações (Q3). Anatomia Humana foi o conteúdo em que um maior número de aplicações em Realidade Aumentada foram desenvolvidas, totalizando 5 trabalhos: [11], [17], [27], [28], [29]. É importante ressaltar que na pesquisa [28] foram abordados apenas o Sistema Respiratório e Circulatório e no trabalho apresentado em [11], foi específico sobre Sistema Esquelético. O segundo tema mais abordado foi Ecologia e Educação Ambiental [21], [24], [25], sendo que em [24] o público alvo foram crianças na faixa etária entre os 4 a 6 anos.

Uma questão relevante foi verificar os países que estão desenvolvendo aplicações, e foi verificado que o Brasil também apresenta estudos na área (Q4). Uma motivação é o fato de que menos da metade das escolas brasileiras possui um laboratório de Ciências. Assim, o uso de Realidade Aumentada torna-se uma ferramenta alternativa para o ensino desses conteúdos, proporcionando aos alunos uma nova forma de estudo, complementando o que é visto no livro didático.

A grande maioria dos trabalhos indicou quais ferramentas foram utilizadas no desenvolvimento das aplicações, o que permite auxiliar a criação de novas aplicações, que tenham a mesma tecnologia (Q5).

No que se refere à Tecnologia Assistiva, apesar de ser uma política educacional, apenas 1 trabalho apresentou desenvolvimento na área, porém, sem explorar o recurso como uma Tecnologia Assistiva (Q6).

Os resultados mostraram um engajamento e melhor desempenho dos alunos quando é utilizada a tecnologia de RA na sala de aula, deixando-os mais motivados e melhorando os índices de avaliação (Q7).

Assim, acredita-se que esta pesquisa apresenta resultados relevantes no uso de Realidade Aumentada para auxiliar o ensino de Biologia em sala de aula, permitindo que novas investigações possam ser realizadas com base nesse levantamento.

Por meio dessa revisão, foi possível observar que os alunos apenas utilizaram aplicações já desenvolvidas. Como trabalho futuro, será desenvolvido um jogo em Realidade Aumentada no qual alunos do Ensino Médio comporão a equipe de criação deste game, colaborando ativamente do processo.

#### REFERÊNCIAS

- [1] H. N. Schneider, "A educação na contemporaneidade: Flexibilidade, comunicação e colaboração," *International Journal of Knowledge Engi-*

- neering and Management (IJKEM), vol. 2, no. 2, pp. 86–104, 2013.
- [2] C. Coll, *O construtivismo na sala de aula*, São Paulo, Ed. Ática, 1997.
- [3] C. Laval and P. Dardot, “A nova razão do mundo: ensaio sobre a sociedade neoliberal,” *São Paulo: Boitempo*, 2016.
- [4] Brasil, *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. MEC/CONSED/UNDIME, 2018, vol. 1.
- [5] M. M. V. d. Barros and M. H. d. S. Carneiro, “Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas,” *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atas do V ENPEC*, vol. 5, pp. 1–12, 2005.
- [6] E. E. da Silva, J. T. G. Ferbonio, N. G. Machado, and R. E. F. Senra, “O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia,” *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, vol. 9, no. 9, 2014.
- [7] I. Brasil, “Resumo técnico - censo da educação básica 2018,” 2019.
- [8] R. Andrade, J. Mendonça, W. Oliveira, A. L. Araujo, and F. Souza, “Uma proposta de oficina de desenvolvimento de jogos digitais para ensino de programação,” in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 5, no. 1, 2016, p. 1127.
- [9] H. A. Mendonça, “Construção de jogos e uso de realidade aumentada em espaços de criação digital na educação básica,” *Metodologias ativas para uma educação inovadora. Porto Alegre: Pensar*, 2018.
- [10] R. Tori, *Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem*. Artesanato Educacional LTDA, 2018, vol. 9.
- [11] M. E. Kouzi, A. Mao, and D. Zambrano, “An educational augmented reality application for elementary school students focusing on the human skeletal system,” in *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 2019, pp. 1594–1599.
- [12] J. P. Gee, “Game-like learning: An example of situated learning and implications for opportunity to learn,” *Assessment, equity, and opportunity to learn*, vol. 200, p. 221, 2008.
- [13] M. E. K. Buzato, “Cultura digital e apropriação ascendente: apontamentos para uma educação 2.0,” *Educação em Revista*, vol. 26, no. 3, pp. 283–303, 2010.
- [14] J. Soares, A. Fontes, C. Ferrarini, M. Borrás, and D. Braatz, “Tecnologia assistiva: Revisão de aspectos relacionados ao tema,” *Revista Espacios*, vol. 38, no. 13, p. 8, 2017.
- [15] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, “Systematic Mapping Studies in Software Engineering,” *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, vol. 1, pp. 68–77, 2008.
- [16] T. Ohshima and K. Kojima, “Mitsudomoe: Ecosystem simulation of virtual creatures in mixed reality petri dish (2),” in *ACM SIGGRAPH 2017 Posters*, ser. SIGGRAPH '17. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017.
- [17] M. J. H. Ramos and B. E. V. Comendador, “Artitser: A mobile augmented reality in classroom interactive learning tool on biological science for junior high school students,” in *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Education and Training Technologies*, ser. ICETT 2019. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019, p. 135–139.
- [18] G. Gome, Y. Fein, J. Waksberg, Y. Maayan, A. Grishko, I. Y. Wald, and O. Zuckerman, “My first biolab: A system for hands-on biology experiments,” in *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI EA '19. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019, p. 1–6.
- [19] C. Ibarra-Herrera, A. Carrizosa, J. Yunes-Rojas, and M. Mata-Gómez, “Design of an app based on gamification and storytelling as a tool for biology courses,” *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, vol. 13, no. 4, pp. 1271–1282, 2019.
- [20] T. Aivelo and A. Uitto, “Digital gaming for evolutionary biology learning: The case study of parasite race, an augmented reality location-based game,” *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2016.
- [21] C. King, J. Dordel, M. Krzic, and S. Simard, “Integrating a mobile-based gaming application into a postsecondary forest ecology course,” *Natural Sciences Education*, vol. 43, no. 1, pp. 117–125, 2014.
- [22] E. Rosenbaum, E. Klopfer, and J. Perry, “On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities,” *Journal of Science Education and Technology*, vol. 16, no. 1, pp. 31–45, 2007.
- [23] K. Cassidy, A. Chang, and J. Durrant, “Proteinvr: Web-based molecular visualization in virtual reality,” *PLoS Computational Biology*, vol. 16, no. 3, p. e1007747, 2020.
- [24] E. Souza Jr, N. E. C. Ribeiro, and R. L. S. Dazzi, “Coleta seletiva: Educação ambiental com webcam game,” in *VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. Rio de Janeiro-RJ, Brasil*, 2009.
- [25] I. de Souza, R. R. de Azevedo, A. R. A. da Silva, G. NE-GREIROS, F. Freitas, and I. H. de Farias Júnior, “Urburbanos: um jogo para apoiar o ensino-aprendizagem de educação ambiental,” *X SBGames-Salvador-BA, November 7th–9th*, 2011.
- [26] C. Lindner, A. Rienow, and C. Jürgens, “Augmented reality applications as digital experiments for education – an example in the earth-moon system,” *Acta Astronautica*, vol. 161, pp. 66 – 74, 2019.
- [27] R. Layona, B. Yulianto, and Y. Tunardi, “Web based augmented reality for human body anatomy learning,” *Procedia Computer Science*, vol. 135, pp. 457 – 464, 2018, the 3rd International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCCSI 2018) : Empowering Smart Technology in Digital Era for a Better Life.
- [28] E. Amalia and D. Suryani, ““arres” augmented reality for the human respiratory system,” vol. 1375, no. 1, 2019, cited By 0.
- [29] C. Manrique-Juan, Z. V. E. Grostieta-Dominguez, R. Rojas-Ruiz, M. Alencastre-Miranda, L. Munoz-Gomez, and C. Silva-Munoz, “A Portable Augmented-Reality Anatomy Learning System Using a Depth Camera in Real Time,” *AMERICAN BIOLOGY TEACHER*, vol. 79, no. 3, pp. 176–183, MAR 2017.
- [30] A. Spinelli and G. Pellino, “Covid-19 pandemic: perspectives on an unfolding crisis,” *The British journal of surgery*, 2020.
- [31] K. M. Kapp, *The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice*. John Wiley & Sons, 2013.
- [32] F. Alves, *Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. DVS Editora, 2015.
- [33] T. Waltemate, D. Gall, D. Roth, M. Botsch, and M. E. Latoschik, “The impact of avatar personalization and immersion on virtual body ownership, presence, and emotional response,” *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, vol. 24, no. 4, pp. 1643–1652, 2018.
- [34] K. R. M. Caiado, “Convenção internacional sobre os direitos das pessoas com deficiências: destaques para o debate sobre a educação,” *Revista Educação Especial*, vol. 22, no. 35, 2009.
- [35] E. R. Zorzal, M. R. F. de Oliveira, L. F. Silva, A. Cardoso, C. Kirner, and E. Lamounier Jr, “Aplicação de jogos educacionais com realidade aumentada,” *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, vol. 6, no. 2, 2008.