

O USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA:

O que dizem os licenciandos em ciências biológicas de uma instituição de ensino superior do Maranhão

*Juliana Ribeiro Freire
Carlos Bruno Cabral de Oliveira
Mariana Guelero do Valle*

Resumo

O presente trabalho objetivou investigar o uso da Realidade Aumentada (RA) no ensino de ciências e biologia na perspectiva de licenciandos em ciências biológicas. O público-alvo foram licenciandos em ciências biológicas de uma instituição de ensino superior no Maranhão e a coleta de dados ocorreu em uma oficina de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), em que os participantes puderam experimentar a RA por meio do aplicativo Google Expedições. Foi-lhes apresentado um questionário que versava sobre o uso da RA no ensino. Para análise dos dados, foram traçadas três categorias: operabilidade, envolvimento e efetividade. A RA traz uma perspectiva atraente para os alunos, para isso, é importante haver um planejamento que leve em consideração a disponibilidade de recursos e a infraestrutura escolar. É necessário que a formação inicial promova uma visão global das potencialidades dessas ferramentas, além de maiores investimentos para a garantia do acesso aos recursos tecnológicos.

Palavras-chave: tecnologias digitais; realidade aumentada; ensino de ciências; ensino de biologia.

THE USE OF AUGMENTED REALITY IN SCIENCE AND BIOLOGY EDUCATION:

What biological sciences students at a higher education institution in Maranhão say

Abstract

The present work aimed to investigate the use of Augmented Reality (AR) in Science and Biology teaching from the perspective of biological sciences undergraduates. The target audience were undergraduates in biological sciences from a higher education institution in Maranhão and data collection took place in a Digital Information and Communication Technologies (DICT) workshop, in which participants could experience AR through the application Google Expeditions. They were presented with a questionnaire that addressed the use of AR in teaching. For data analysis, three categories were drawn: operability, involvement and effectiveness. AR brings an attractive perspective to students, for this, it is important to have a plan that takes into account the availability of resources and school infrastructure. It is necessary that initial training promotes a global view of the potential of these tools, in addition to greater investments to guarantee access to technological resources.

Keywords: digital technology; augmented reality; teaching of Science; teaching of biology.

EL USO DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS Y BIOLOGÍA:

Qué dicen los estudiantes de licenciatura en ciencias biológicas de una institución de educación superior en Maranhão

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo investigar el uso de la Realidad Aumentada (AR) en la enseñanza de ciencias y biología desde la perspectiva de los estudiantes de licenciatura en ciencias biológicas. El público objetivo eran estudiantes de grado en ciencias biológicas de una institución de enseñanza superior de Maranhão y la recolección de datos se realizó en un taller de Tecnologías Digitales de Información y Comunicación (TDIC), en el que los participantes pudieron experimentar AR a través de la aplicación Google. Se les presentó un cuestionario que abordaba el uso de AR en la enseñanza. Para el análisis de los datos, se trazaron tres categorías: operabilidad, involucramiento y eficacia. AR trae una perspectiva atractiva para los estudiantes, para ello es importante contar con un plan que tenga en cuenta la disponibilidad de recursos e infraestructura escolar. Es necesario que la formación inicial promueva una visión global del potencial de estas herramientas, además de mayores inversiones para garantizar el acceso a los recursos tecnológicos.

Palabras clave: tecnologías digitales; realidad aumentada; enseñanza de las ciencias; enseñanza de la biología.

INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) ganharam mais espaço com a popularização da internet (MORAN, 2000) a partir da década de 1990. Dentro do contexto educacional, as TDIC também adquiriram notoriedade (ALVES; HECKLER, 2018). Para Lopes et al. (2019), os recursos digitais são capazes de criar um ambiente mais rico de informações, ajudando o professor a compartilhar conhecimentos por meio de ferramentas mais atrativas, dinâmicas e interativas. Embora as TDIC se apresentem como uma inovação nas aulas, elas por si só não garantem uma melhoria no ensino; elas têm potenciais didáticos importantes, porém seu uso deve ser feito com planejamento adequado (KENSKI, 2003) e levando em consideração o contexto do público-alvo.

Uma das ferramentas de TDIC em ascensão é a Realidade Aumentada (RA). Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006, p. 25), a RA pode ser conceituada como “[...] o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real”. A origem da RA vem desde a década de 1960 a partir da criação de um editor gráfico pelo informático Ivan Sutherland (KIRNER; SISCOOTTO, 2007). Desde então, tal tecnologia teve sua evolução a partir dos avanços tecnológicos digitais. De acordo com Azuma (2001, p.34) existem três características fundamentais para que um sistema seja considerado de RA, os quais são: “[...] combinar elementos reais e virtuais, gerados computacionalmente, em um ambiente real; ser executado em tempo real e interativamente; alinhar (registrar) tridimensionalmente entre si os objetos reais e virtuais”.

Nessa perspectiva, podemos dizer que a RA é um sistema complementar ao mundo real, que adiciona componentes virtuais, como sons, imagens e vídeos a objetos reais, enriquecendo a experiência do usuário por meio de ferramentas tecnológicas, como *tablets* e *smartphones* (KIRNER; KIRNER, 2011). Estudos apontam que o uso da RA pode ajudar na aprendizagem em disciplinas consideradas mais complexas e detalhistas (COSTA, 2014), como é o caso de ciências e biologia. Dentre os fatores apontados como obstáculos no ensino estão os textos científicos que, muitas

vezes, possuem vocabulário difícil, ausência de contextualização, imagens e gráficos que não despertam interesse nos alunos quando comparados a outros recursos multimídia (FRACHIA; AMIÑO; MARTINS, 2015).

Ainda de acordo com os autores, a RA pode ser utilizada na compreensão dos conceitos mais complexos e o seu uso no ensino de ciências e biologia dependerá também dos objetivos pedagógicos, da metodologia de ensino utilizada e de atividades integradas no currículo que permitam responder às necessidades e favoreçam uma aprendizagem significativa, autônoma e colaborativa, no que tange a formação inicial de professores, faz-se necessário a inclusão de metodologias pautadas no uso das TDIC.

Contudo, para Ponte (2002, p. 4), não basta apenas a integração pontual das tecnologias no ensino, pois “[...] é necessário ter uma visão global do papel que estas tecnologias podem desempenhar em todo o processo educativo e da respectiva fundamentação pedagógica”. Diante disso, o presente trabalho teve como motivação a relevância e importância da RA no contexto atual do ensino, dados os avanços tecnológicos no âmbito educacional. Dessa forma, o artigo objetivou investigar o uso da *realidade aumentada* no ensino de ciências e biologia na perspectiva de licenciandos em ciências biológicas.

PERCURSO METODOLÓGICO

O presente trabalho configura-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, uma vez que compreende a obtenção de dados a partir do contato direto do pesquisador com o objeto de estudo. Neste tipo de pesquisa, busca-se interpretar os fenômenos a partir da perspectiva dos participantes da situação estudada (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Ainda para os autores, neste tipo de pesquisa a investigação é descritiva, uma vez que esta considera os dados em forma de palavras ou imagens, não de números. O processo tem maior relevância para os pesquisadores do que os resultados, desse modo, a investigação foca nas perspectivas dos participantes acerca do tema em estudo. A tipologia é caracterizada como um estudo de caso, pois o objeto de estudo é uma unidade que se analisa visando o exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular (GODOY, 1995).

Para o uso da RA, utilizou-se o aplicativo Google Expedições, que conta com objetos digitais em RA chamados de *tours*. O critério para a escolha do aplicativo deu-se por conta do amplo conteúdo disponível relacionado ao ensino de ciências e biologia, além de ser acessível na maioria dos *smartphones* e *tablets* por rodar em sistemas operacionais tanto Android quanto iOS. O aplicativo em questão utiliza a câmera do *smartphone* ou *tablet* para que os *tours* sejam visualizados. Estas contêm as chamadas *cenars*, que são os objetos digitais a serem explorados pelos alunos e professores. As *cenars* funcionam por meio do posicionamento da câmera do *smartphone* ou *tablet* sobre uma superfície plana. A partir disso, o objeto digital irá aparecer na tela do *smartphone* ou *tablet* mesclado ao ambiente físico real, com isso permitindo que o usuário veja e interaja com o objeto digital. Para que eles sejam acessados, é necessário que haja conexão com a internet, mas também há a opção de baixá-los para que sejam utilizados de modo *off-line*.

Para a coleta de dados, foi realizada uma oficina sobre Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de ciências e biologia. O público-alvo da oficina foram alunos licenciandos do curso de ciências biológicas de uma instituição de ensino superior em São Luís - Maranhão. A oficina ocorreu de forma presencial no ano de 2019, na referida instituição em uma sala com disponibilidade de internet de alta velocidade via *Wi-Fi* com acesso aberto a todos os participantes. Ao todo, vinte e um licenciandos participaram da formação. O critério de escolha

dos participantes se deu pelo fato destes serem participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e atuarem no ensino de ciências e biologia. A oficina foi dividida em duas partes: na primeira, foi trabalhado o conceito de RA, como ela funciona e suas aplicações no ensino. Na segunda parte, os participantes puderam experimentar *tours* de RA no aplicativo Google Expedições.

Ao final da oficina, os participantes responderam um questionário contendo quatro questões, sendo duas fechadas e duas abertas. As duas primeiras questões eram: “Você já tinha ouvido falar em *realidade aumentada*?” e “Você já tinha utilizado esta tecnologia? Caso sim, qual?”. As duas últimas questões eram duas perguntas abertas, sendo elas: “Como foi sua experiência ao utilizar a tecnologia da *realidade aumentada*? Teve alguma dificuldade durante a utilização?” e “Como professor, como você utilizaria a tecnologia da *realidade aumentada* em aulas de ciências e biologia?”. Ao todo, foram respondidos 21 questionários, os quais foram analisados neste trabalho.

Para análise dos dados, foram utilizadas categorias adaptadas do Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel (*Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches - MAREEA*) de autoria de Herpich et al. (2019). O modelo MAREEA tem como objetivo analisar e avaliar a percepção dos usuários durante a experiência de uso de um determinado aplicativo ou *software* que utilize a tecnologia de *realidade aumentada móvel* no contexto educacional (HERPICH et al., 2019). Para este trabalho, foram utilizadas as seguintes categorias adaptadas do modelo MAREEA, sendo elas: operabilidade, envolvimento e efetividade.

Tabela 1: categorias de avaliação da utilização do aplicativo de realidade aumentada Google Expedições adaptado do modelo MAREEA (HERPICH et al., 2019).

Categorias	Descrição
Operabilidade	Refere-se a facilidade do usuário ao utilizar o <i>software</i> /aplicativo de <i>realidade aumentada</i> , focando também nas demandas que o <i>software</i> /aplicativo exige, como conexão com a internet, memória do celular, sistema operacional compatível.
Envolvimento	Relacionada à satisfação dos usuários ao utilizar o <i>software</i> /aplicativo, focando na capacidade do aplicativo de proporcionar uma experiência divertida e se ele despertou interesse no usuário em aprender mais sobre os conteúdos abordados.
Efetividade	Está relacionada com o uso e aplicação em sala de aula dos conteúdos presentes no <i>software</i> /aplicativo, focando na contribuição dos conteúdos para a aprendizagem dos alunos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A presente pesquisa teve o aceite do conselho de ética em pesquisa em seres humanos seguindo assim todas as normas exigidas e foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para todos os participantes da oficina garantindo o sigilo das informações pessoais. Os vinte e um participantes da oficina foram nomeados de S1 a S21.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da oficina de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), buscamos investigar o uso da RA no ensino de ciências e biologia na perspectiva de licenciandos em ciências biológicas. As respostas dos participantes foram analisadas quanto à *operabilidade*,

envolvimento e relevância. Com relação à primeira pergunta fechada que questionava se os participantes já tinham ouvido falar da tecnologia da RA, doze sujeitos responderam positivamente.

Em contrapartida, na segunda pergunta fechada, quando perguntados se já tinham utilizado a RA em alguma aula ou no seu dia a dia, dezoito sujeitos responderam que não e apenas três responderam que sim. Embora nos últimos anos a RA tenha conquistado espaço no cenário educacional e oportunizando o alcance de níveis mais elevados de motivação e engajamento (HERPICH; TAROUÇO, 2019), ainda não há uma popularização significativa das suas aplicações no âmbito educacional por esta ser uma ferramenta nova (SILVA, 2017). As duas primeiras perguntas foram apresentadas aos participantes antes da prática com o aplicativo Google Expedições. Posteriormente, os participantes puderam experimentar a tecnologia e a partir disso responderam as duas seguintes questões abertas.

A primeira pergunta aberta do questionário apresentado na oficina foi “Como foi sua experiência ao utilizar a tecnologia da *realidade aumentada*? Teve alguma dificuldade durante a utilização?”. Diante das respostas, foi criada a categoria *operabilidade*, que versa sobre a facilidade do usuário ao utilizar o *software*/aplicativo. Tal categoria também foca nas demandas exigidas para a utilização da RA, como conexão com a *internet*, memória do celular, sistema operacional compatível etc. Assim, destacam-se as falas de S3, S7 e S15: S3: “[...] não tive dificuldades.”; S7: “[...] tem fácil utilização.”, S15: “Sem dificuldades na utilização. [...]”

A RA é uma tecnologia que interage com os objetos virtuais sem a necessidade de dispositivos especiais para a tarefa, logo, este fator pode ser uma vantagem para os usuários. Por esta característica, os aplicativos de RA podem ser mais facilmente distribuídos e implementados (FORTE et al., 2008). De maneira geral, o aplicativo *expedições* possui componentes gráficos bem construídos e os seus comandos de tela podem facilitar o seu manuseio. Além disso, a orientação dos professores responsáveis pela oficina foi imprescindível para uma boa execução das tarefas, como fica claro na fala de S17: “Na hora da explicação foi fácil. Contudo, na hora de executar não foi muito difícil por conta da ajuda dos professores, dos membros do grupo.”

Ao propor atividades que envolvam tecnologias digitais, principalmente aquelas com que os alunos nunca tiveram contato, é importante que haja um direcionamento por parte do professor responsável pela tarefa e uma explicação prévia do funcionamento do aplicativo a ser utilizado, para que assim os alunos possam ter uma experiência proveitosa e suas dúvidas sejam sanadas. Para Kenski (2003, p. 5), “[...] a apropriação dessas tecnologias para fins pedagógicos requer um amplo conhecimento de suas especificidades tecnológicas e devem ser aliadas ao conhecimento profundo das metodologias de ensino”.

Entretanto, ainda que haja um estudo prévio e uma apropriação do uso da tecnologia, é possível que se tenha percalços durante a sua aplicação em sala de aula, como problemas técnicos, falta de equipamentos ou infraestrutura. Em relação às demandas técnicas do aplicativo durante a utilização, destacam-se as falas de S5, S12, S13 e S19: S5: “Tive dificuldade no meu celular”; S12: “[...] meu celular não tem capacidade para o aplicativo”; S13: “[...] a utilização é prática todavia tem a questão da utilização que depende da configuração, tipo de celular [...]”, S19: “[...] O meu celular não suportou a *realidade aumentada*, tive que utilizar outro dispositivo”.

Tratando-se de aplicativos de RA, o *expedições* utiliza basicamente os sensores de movimento e a câmera do *smartphone*. Porém, aparelhos com configurações mais simples podem não ter capacidade de executar a experiência em RA, pois esta necessita de modelos mais atualizados para uma experiência completa. Esse entrave pode ocorrer por fatores diversos como quantidade mínima de memória RAM exigida, tamanho de tela ou arquitetura de hardware e sistema específicos (RIBEIRO, 2018).

Dessa forma, ainda que a RA, em geral, não possua grandes requisitos de *hardware* para colocá-la em prática, comumente podendo ser utilizados dispositivos pessoais (FRACCHIA; ARMIÑO; MARTINS, 2015), o acesso a *smartphones* compatíveis com a aplicação, bem como a uma conexão à *internet* de qualidade para fazer o *download* do aplicativo e dos *tours*, pode ser comprometido em face das desigualdades sociais.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma em cada quatro pessoas no Brasil não tem acesso à *internet*, ou seja, aproximadamente 46 milhões de brasileiros (IBGE, 2018). Tais dados mostram que embora as TDIC representem importantes ferramentas para agregar o processo formativo (ZIEDE et al., 2016), estes recursos não chegam a todas as classes sociais. Dentro dessa perspectiva, a utilização da RA no contexto do ensino de ciências e biologia deve levar em consideração a disponibilidade de ferramentas, para que a proposta mediada pela RA tenha efeitos motivadores entre os alunos. Esta preocupação com a disponibilidade de instrumentos necessários para a aplicação da RA é citada por S9: “Usaria, mas seria um pouco complicado devido aos recursos”. Apesar de a inserção da população brasileira na era digital esteja acontecendo rapidamente, a exclusão digital ainda é um problema enfrentado, principalmente, nas classes sociais em situação de vulnerabilidade, fator este que implica em diversos problemas sociais e não oportuniza a inserção das tecnologias digitais a toda a população.

Para Marcon (2020, p. 85), a inclusão digital está além apenas da utilização pontual das tecnologias por partes dos cidadãos, pois “[...] processos de inclusão digital devem supor uma apropriação social e autoral das tecnologias digitais de rede”. Tal inclusão não diz respeito apenas a promover o uso de tecnologias digitais, mas sim de garantir que os usuários sejam ativos no seu processo e que sejam capazes de se apropriar tecnologicamente, reconhecendo seu potencial educacional, social e político (MARCON, 2015).

Apesar das limitações, há diversas alternativas que podem ser pensadas ao propor uma experiência em sala de aula utilizando a RA. De acordo com a realidade da escola, o professor pode se planejar para baixar os conteúdos com antecedência e combinar com os alunos de utilizarem seus dispositivos próprios, caso tenham.

A segunda categoria de análise para esta pesquisa é a de *envolvimento*, que se refere ao engajamento dos usuários na experiência. Tendo em vista que para avaliação de uma experiência utilizando aplicativos ou *softwares* educacionais é importante que se pontue a interação dos usuários com a tecnologia apresentada, os autores Herpich e Tarouco (2016, p. 2) abordam o engajamento como um aspecto que “[...] favorece a obtenção de uma aprendizagem ativa e fidedigna às interações do usuário com o mundo real”.

A utilização de ferramentas digitais como forma de instigar os alunos a se interessarem por dado conteúdo é citada por S8 e S10 ao serem perguntados como utilizariam a tecnologia de RA em aulas de ciências e biologia: S8: “Para engajar os alunos no ensino, S10: “Com o objetivo de envolver os alunos no conteúdo abordado”.

Para eles, uma das potencialidades didáticas da RA é a capacidade de engajar os alunos e promover uma experiência motivadora de aprendizagem. Borges e Fleith (2018, p. 2) abordam que a motivação é despertada de diversas formas e que “[...] o indivíduo intrinsecamente motivado realiza uma tarefa pela atividade em si, por considerá-la interessante, envolvente, desafiadora e geradora de satisfação”. Logo, quando o conteúdo, as ferramentas e as metodologias utilizadas são motivadoras, o aluno desenvolve as tarefas pelo prazer de aprender.

Este envolvimento pode ajudar a tornar os conteúdos mais próximos e contextualizados. No âmbito do ensino de ciências e biologia, embora muitas vezes os conteúdos sejam considerados complexos na concepção dos estudantes (MALAFAIA; BÁRBARA; RODRIGUES, 2010), eles possuem potenciais didáticos interessantes para uma utilização intermediada pela RA. Esta

tecnologia digital pode ajudar os alunos a visualizar conceitos abstratos de ciência ou fenômenos inobserváveis a olho nu (WU et al., 2013). O uso da RA dependerá também dos objetivos pedagógicos a serem alcançados durante a aula, da metodologia de ensino utilizada e de uma seleção adequada de atividades integradas ao currículo que permitam responder às necessidades detectadas a fim de que favoreçam uma aprendizagem significativa, autônoma e colaborativa (FRACHIA; ARMIÑO; MARTINS, 2015). Há diversas formas de abordagem das TDIC que podem ser aplicadas para que o professor as consiga implementar no processo de ensino-aprendizagem, de acordo com Lopes et al., 2019 (p. 25) pode-se considerar:

Como impulsionador das novas tecnologias aplicadas à educação estão, a criação de ambientes de aprendizagem de vários conteúdos didáticos de diferentes áreas a partir de uma abordagem colaborativa, inclusiva e conectivista que desperte no aluno o desenvolvimento de inteligências múltiplas e competências digitais de acordo com as demandas da sociedade do conhecimento e da informação (LOPES et al., 2019, p. 25)

As tecnologias digitais devem ser utilizadas não apenas como um acessório para tirar o foco das aulas tradicionais, mas também como uma ferramenta capaz de agregar o processo formativo, motivar os alunos e tornar o aprendizado mais interessante. Nesse sentido, o professor pode aliar o uso da RA com os materiais didáticos disponíveis na escola, na visão de Pedrosa e Zappala-Guimarães (2019, p. 141) é fundamental que a utilização das TDIC não substitua ações que poderiam ser realizadas sem o seu uso, como, por exemplo, a observação de plantas ou um experimento científico.

No processo formativo, há de se pensar em todas as potencialidades de tais ferramentas e agregá-las naturalmente, para Krebs, Zucolo e Ghisleni (2019, p. 4) não basta apenas ter uma ideia em mente e querer desenvolver instantaneamente para a aplicação em RA, o processo criativo para este tipo de recurso precisa levar em consideração o tipo de mensagem que deve ser passada.

Outro aspecto importante a ser discutido nesta categoria refere-se também à capacidade da RA de despertar o emocional dos usuários durante a experiência. Como mostra S18 em sua fala: “Achei maravilhoso, super fácil de utilizar, bem prático, chega até a ser emocionante”.

Por meio dos mundos virtuais e das experiências imersivas de RA, é possível proporcionar aos usuários uma interação autêntica. Uma das características da tecnologia de RA é a interação do ambiente físico com o virtual, de forma que o usuário se torna livre para experimentar as sensações e criar emoções (TORI; KIRNER; SISCOUITTO, 2006). Estudos apontam também que a apresentação de uma interface estimulante também possibilita o envolvimento dos usuários, pois quanto mais atraentes e bem construídos visualmente (REATEGUI; FINCO, 2010) são os aplicativos ou *softwares*, maior vai ser o interesse do usuário em utilizar a ferramenta. A partir disso, a utilização de objetos tridimensionais de cores e tamanhos variados podem tornar a experiência mais enriquecedora, contribuindo de maneira significativa na percepção, interação e motivação dos usuários (KIRNER; ZORZAL, 2005).

Entretanto, a RA pode ser capaz de despertar sentimentos e emoções negativas. Embora os impactos positivos do uso da RA no ensino sejam diversos, em uma sala de aula com diferentes pessoas e personalidades, podem ocorrer reações variadas ao se propor o uso de uma nova ferramenta digital. Uma experiência desagradável pode refletir em todo o processo de ensino do aluno, uma vez que este pode acabar guardando uma primeira impressão ruim do uso da tecnologia e apresentar certa resistência quando o uso da TDIC lhe for proposta novamente. É importante que o professor investigue qual tecnologia se aplica melhor a determinado conteúdo e discuta isso com seus alunos (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016). Para além da implementação das TDIC nas

aulas, o processo de formação inicial de professores deve promover uma visão global das potencialidades dessas ferramentas, e formar o professor para que ele se aproprie delas e futuramente as use para incrementar a sua prática. Diversos autores discutem a reestruturação dos currículos dos cursos de licenciatura para um processo formativo mais efetivo em face da ascensão das TDIC. Gatti (2010) afirma que não se deve delegar apenas ao professor a responsabilidade sobre o desempenho atual das redes de ensino. Vários fatores convergem para isso, tais como as políticas educacionais postas em ação, financiamento da educação básica e os aspectos sociais, regionais e locais.

Responder à pergunta sobre quais fatores são esses pode ser desafiador, uma vez que a qualidade da educação decorre de muitas variáveis, algumas das quais são difíceis de quantificar (BILLINGHURST; DUENSER, 2012). Jardim e Cecílio (2013, p. 5147) apontam alguns dos aspectos adversos da implantação das TDIC no ensino, sendo um deles a “[...] facilidade de dispersão, fazendo com que os alunos se percam no emaranhado de possibilidades de navegação”.

Nessa perspectiva, García, Ortega e Zednik (2017) citam em seus estudos sobre o cuidado ao propor atividades que envolvam a tecnologia de RA, pois os alunos podem se distrair muito facilmente perdendo o real foco do que foi proposto na aula. No contexto do ensino fundamental, por exemplo, a abordagem da Paleontologia em livros didáticos, muitas vezes, é incompleta e acaba prejudicando a abordagem dos professores e a compreensão dos alunos (HOHEMBERGER et al., 2019). A Paleontologia naturalmente é uma área que desperta certo envolvimento e relevância (EYNG, 2019), logo a utilização da RA nesse caso parece ser uma maneira de abordar o conteúdo de forma mais visual, e pode fazer com que os alunos despertem maior curiosidade para essa temática.

A terceira e última categoria de análise é a de Efetividade, que diz respeito ao uso e aplicação em sala de aula dos conteúdos de RA, focando na contribuição destes para a aprendizagem dos alunos. No que se refere a potencialidades didáticas da RA, S7 aponta para uma utilização do aplicativo de forma demonstrativa: “Para mostrar os órgãos e seu funcionamento.”

Em aulas de anatomia e fisiologia humana, a RA configura-se como uma alternativa, haja vista a complexidade dos conteúdos de corpo humano. Para Boff et al. (2020, p. 448), o ensino de Anatomia passou por diversas modificações nos últimos anos e necessita acompanhar as tecnologias digitais no que tange a melhoria do ensino no contexto atual. Para os autores, “[...] o uso das redes sociais, aplicativos e programas 3D [...] possibilita aos estudantes o acesso até mesmo em casa de uma anatomia mais realista que a contida em livros didáticos”.

Moraes e Guizzetti (2016, p. 255) apontam que “[...] muitos estudos destacam as dificuldades de se ensinar o conteúdo corpo humano dentro de uma abordagem holística ou sistêmica, haja vista a tradição milenar de fragmentação nos estudos”. Nesse sentido, a formação inicial de professores de ciências e biologia deveria contemplar uma visão mais ampla do conteúdo do corpo humano, entretanto, ainda de acordo com os autores, esta é uma tarefa complicada pois envolve toda uma estrutura curricular dos cursos de licenciatura.

Na tentativa de driblar esse distanciamento do aluno com o conteúdo, a RA assume um papel considerável, pois proporciona a visualização e interação do estudante com o conhecimento abstrato de maneira mais próxima (FERNANDEZ et al., 2013). Para Lopes et al. (2019, p. 21), “[...] as imagens tridimensionais de alta qualidade facilitam a compreensão da anatomia e da fisiologia do corpo humano, possibilitando aos alunos gerarem um conhecimento mais profundo”. É importante que o aluno compreenda que tais processos acontecem no seu próprio corpo e estão interligados com vários outros conteúdos da *biologia*. Nessa mesma perspectiva, outra área das ciências e biologia que levanta discussões acerca da maneira de se representá-la em sala de aula é

abordada na fala de S16: “No estudo da célula animal e vegetal, para uma maior percepção de detalhes”.

Da mesma forma que se discute acerca do ensino do corpo humano de forma sistêmica, a decomposição dos conteúdos de citologia também apresenta uma perspectiva parecida. A divisão celular, por exemplo, é apresentada de maneira descontextualizada como se não existissem inter-relações dela com os demais assuntos da *biologia* (BORBA; MANZKE; RODRIGUES, 2015).

No ensino de *citologia*, é comum também que se proponha atividades em laboratório, utilizando lâminas histológicas, microscópio e experimentos. Entretanto, nem todas as escolas dispõem de uma infraestrutura que garanta que os alunos consigam ter aulas experimentais dessa maneira. A RA, então, pode ser uma possível alternativa para suprir a falta de estrutura laboratorial nas escolas. Ambas as disciplinas de ciências e biologia possuem uma natureza mais prática e com isso demandam momentos que escapem apenas do ensino teórico para que os alunos compreendam os conteúdos de maneira holística. Ao se falar em potencialidades proporcionadas pela RA, os participantes também pontuaram algumas questões pertinentes, tal como S13, o qual aborda que esta tecnologia poderia favorecer o trabalho em grupo: S13: “Utilizaria em alguns conteúdos específicos em grupos e pedindo para os alunos indicarem as estruturas presentes na imagem”.

Trabalhar os conteúdos de maneira conjunta pode ser uma forma de construir e compartilhar conhecimentos. Tal abordagem em grupo, para Cohen e Lotan (2017), demanda muita interação entre os participantes e faz com que eles tomem atitudes em conjunto, sejam ativos no seu processo de aprendizagem e sejam engajados na tarefa proposta.

Nesse mesmo sentido, S12 propôs utilizar a RA da seguinte forma “[...] usaria de modelo didático”. A modelização pode ser uma alternativa dinâmica e factível para trabalhar conceitos abstratos em situações nas quais o docente não dispõe de infraestrutura apropriada para a uma aula prática em laboratório, por exemplo (SILVA; SILVA FILHA; FREITAS, 2016). O modelo didático citado por S12 é objeto de estudo de Guimarães, Echeverría e Moraes (2006) em que eles citam que os modelos didáticos tecnológicos surgem da necessidade de adaptação da escola tradicional a novos contextos socioeconômicos influenciados pelo desenvolvimento técnico-científico. Logo, é pertinente a utilização da RA como modelo didático tecnológico, tal como é sugerido pelo sujeito desta pesquisa, haja vista que se configura como uma adaptação dos modelos didáticos tradicionais frente às inovações tecnológicas atuais.

Outra questão importante a ser discutida quando se fala em implementação da RA no ensino diz respeito a levar em consideração o contexto do público-alvo, nesse caso, dos alunos. O sujeito S17 levanta este ponto: “De acordo com a realidade do aluno, poderia adaptar o contexto”. Nesse sentido, é importante que o professor tenha o cuidado de levar em consideração o contexto escolar durante o seu planejamento de aula.

Na perspectiva freireana, os professores em formação necessitam ter uma visão mais ampla do processo educativo e que a educação seja uma maneira de incentivar a criticidade do aluno. O ensino de ciências e biologia é um ambiente propício para incentivar esse pensamento crítico por contar com diversos conteúdos que perpassam os muros da escola e que podem levar os alunos a questionarem os problemas sociais do seu entorno.

Além disso, esta tecnologia por se tratar de uma ferramenta dinâmica, permite que os alunos visualizem os conteúdos de maneira mais realista e contribui para uma aprendizagem ativa, em que os alunos são capazes de manipular o conteúdo e a partir disso, possam ser protagonistas no seu processo de ensino-aprendizagem. Para De Lima et al. (2017, p. 8) a RA pode trazer contribuições para o ensino de ciências e biologia auxiliando os alunos a “[...] compreenderem a relação e a

importância deste conhecimento com o mundo em que vivem”, causando assim uma apropriação dos conteúdos estudados.

O ensino de ciências e biologia perpassa por diferentes perspectivas com aulas experimentais, práticas e expositivas, sendo diversas as possibilidades de abordar os conteúdos. Dessa forma, propor metodologias novas e alternativas que viabilizem uma experiência agregadora é um aspecto valioso no processo de ensino-aprendizagem. As diferentes tecnologias digitais, incluindo a RA, são ferramentas que auxiliam esse dinamismo quando vistas como mais do que apenas um complemento, mas como pilares importantes para o ensino diante das expansões tecnológicas da sociedade atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As TDIC mostram-se como ferramentas versáteis que podem ser usadas em diferentes contextos, tanto dentro da escola, quanto fora dela. Nessa perspectiva, a RA vem ganhando espaço e seu uso no âmbito educacional apresenta-se como uma alternativa capaz de contribuir para o ensino de ciências e biologia. Na visão dos licenciandos participantes desta pesquisa, a RA é uma ferramenta de fácil utilização, capaz de favorecer uma aprendizagem ativa, envolvente e motivadora, pois proporciona uma interação com o conteúdo estudado.

Entretanto, percebe-se obstáculos, por razões diversas, para a utilização da RA, dentre esses obstáculos, destaca-se a exclusão digital e a falta de infraestrutura escolar apropriada. E, embora a RA não demande muitos requisitos, como celulares e *tablets* de última geração, alguns usuários apontaram problemas operacionais que restringiram o uso da tecnologia em determinados dispositivos móveis. As contribuições da RA para o ensino de ciências e biologia estão relacionadas à aproximação que a tecnologia proporciona de conteúdos comumente trabalhados de maneira fragmentada, tal como os de *citologia* e *anatomia*. Por meio da RA, tais conteúdos podem ser trabalhados de maneira integrada, fato este que pode dinamizar a aprendizagem e possibilitar a compreensão dos conteúdos de forma mais ampla e contextualizada.

Para a utilização de tais tecnologias deve-se pensar no processo formativo como um todo e associá-las com as teorias de aprendizagem considerando os níveis de aprendizagem dos alunos e a importância do papel do professor. As tecnologias por si só não garantem a melhoria do ensino, mas se utilizadas com as ferramentas e objetivos certos é capaz de auxiliar o processo pedagógico.

Além disso, a garantia de políticas públicas voltadas para o investimento e acesso às TDIC se faz importante, junto a uma formação de professores capaz de promover o uso de diferentes metodologias frente aos avanços tecnológicos no âmbito educacional.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Cristiane Cunha.; HECKLER, Valmir. TDIC na Formação de Professores em Ciências e Matemática. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 1, n. 2, 10 abr. 2018.
- AZUMA, Ronald et al. Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, v. 21, n. 6, p. 34-47, 2001.
- BILLINGHURST, Mark; DUENSER, Andreas. Augmented reality in the classroom. *Computer*, v. 45, n. 7, p. 56-63, 2012.
- BOFF, Tália Cássia et al. O uso da tecnologia no ensino da anatomia humana: revisão sistemática da literatura de 2017 a 2020. *Medicina (Ribeirão Preto)*, v. 53, n. 4, p. 447-455, 2020.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto editora, 1994.

- BORBA, Vitor Hugo Manzke; MANZKE, Gabriela Rodrigues; RODRIGUES, Maria José Magalhães. Estratégias didáticas para o ensino de citologia no ensino básico. In: *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 28, 29 y 30 de octubre de 2015 Ensenada, Argentina*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, 2015.
- BORGES, Clarissa Nogueira; FLEITH, Denise de Souza. Uso da tecnologia na prática pedagógica: Influência na criatividade e motivação de alunos do ensino fundamental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 34, 2018.
- COHEN, Elizabeth.; LOTAN, Rachel. *Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas*. Penso Editora, 2017.
- COSTA, Maria Alcide de Castro Fernandes Dias da. *Potencialidades da realidade aumentada no ensino e aprendizagem: um estudo com alunos do 7º ano de escolaridade*. 2014. Tese de Doutorado.
- DE LIMA, Marcelo Bernardo de et al. Realidade Aumentada no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2017.
- EYNG, Guilherme Lütkemeyer. *Paleoextinção: jogo em realidade aumentada para o ensino de paleontologia*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- FERNANDEZ, Pâmela Cristina et al. O uso da realidade aumentada na educação: estudo de uso de jogos virtuais. *RETEC-Revista de Tecnologias*, v. 4, n. 1, 2013.
- FORTE, Cleberson et al. Implementação de laboratórios virtuais em realidade aumentada para educação à distância. In: *5º Workshop De Realidade Virtual E Aumentada – WRVA*, São Paulo, 2008. p. 1 – 8.
- FRACCHIA, Claudia Carina; ARMIÑO, Ana Alonso de; MARTINS, Adair. Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *TE & ET*, 2015.
- FREDERICO, Fernando Temporini; GIANOTTO, Dulcinea Ester Pagani. Tecnologias educacionais, imagens e o ensino de ciências: possibilidades, desafios e discussões. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, v. 1, n. 02, 2015.
- GARCÍA, Camino López; ORTEGA, Carlos Alberto Catalina; ZEDNIK, Herik. Realidade Virtual e Aumentada: Estratégias de Metodologias Ativas nas Aulas sobre Meio Ambiente. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 20, n. 1 jan/abr, 2017.
- GATTI, Bernardete A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educação & Sociedade*, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.
- GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de administração de empresas*, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.
- GUIMARÃES, Gislene Margaret Avelar; ECHEVERRÍA, Agustina Rosa; MORAES, Itamar José. Modelos didáticos no discurso de professores de ciências. *Investigação em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v.11, n.3, p. 303-322, 2006.
- HERPICH, Fabrício et al. Modelo de avaliação de abordagens educacionais em Realidade Aumentada Móvel. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n. 1, pág. 355-364, 2019.
- HERPICH, Fabrício; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Análise das experiências educacionais dos estudantes com simulações em realidade aumentada móvel para o desenvolvimento do conhecimento em Física. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. 2019. p. 778.
- HERPICH, Fabrício; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Engajamento de usuários em mundos virtuais: Uma análise teórica-prática. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 14, n. 1, 2016.

- HOHEMBERGER, Rômulo et al. A paleontologia na perspectiva do ensino: uma análise cientométrica. *Terrae Didatica*, v. 15, p. e019025-e019025, 2019.
- IBGE. Tabelas - Pessoas - PNAD Contínua TIC 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
- JARDIM, Lucas Augusto; CECÍLIO, Waléria. Tecnologias Educacionais: Aspectos Positivos e Negativos em Sala De Aula. In: *XI Congresso nacional de Educação-EDUCERE*. 2013. p. 5139-5152.
- KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Papyrus editora, 2003.
- KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*. Cap, v. 1, p. 10-25, 2011.
- KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: *Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality*, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. 2007.
- KIRNER, Claudio; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. 2005. p. 114-124.
- KREBS, Danilo; ZUCOLO, Marcele Pereira da Rosa; GHISLENI, Taís Steffenello. O uso da realidade aumentada aplicado em ensino. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 7, p. e1871080, 2019.
- LOPES, Luana Monique Delgado et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. *Educação em Revista*, v. 35, 2019.
- MALAFAIA, Guilherme; BÁRBARA, Vinícius Fagundes; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino da biologia. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 4, n. 2, p. 165-182, 2010.
- MARCON, Karina. *A inclusão digital de educadores a distância: Estudo multicaso nas Universidades Abertas do Brasil e de Portugal*. 2015. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- MARCON, Karina. Inclusão e exclusão digital em contextos de pandemia: que educação estamos praticando e para quem? *Criar Educação*, v. 9, n. 2, p. 80-103, 2020.
- MORAES, Viviane Rodrigues Alves de; GUIZZETTI, Renata Araújo. Percepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre o corpo humano. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 22, n. 1, p. 253-270, 2016.
- MORAN, José Manuel. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 3, n. 1, 2000.
- PEDROSA, Stella Maria Peixoto de Azevedo; ZAPPALA-GUIMARÃES, Marco Antonio. Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, v. 16, n. 43, p. 123-146, 2019.
- PONTE, João Pedro da. *As TIC no início da escolaridade: Perspectivas para a formação inicial de professores*. In J. Ponte (Org.), *A formação para a integração das TIC na educação pré-escolar e no 1º ciclo do ensino básico (Cadernos da Formação de Professores)*. Porto: Porto Editora, n. 4, p. 19-26, 2002.
- PORTO, Cristiane de Magalhães; OLIVEIRA, Kaio Eduardo; NETO, Edilberto Marcelino da Gama. Realidade aumentada e a potencialidade do aplicativo MAR. In: *App-learning: experiências de pesquisa e formação*. Salvador: EDUFBA, 2016.
- QUEIROZ, Altamira Souza; OLIVEIRA, Cícero Marcelo de; REZENDE, Flávio Silva. Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, v. 1, n. 2, 2015.

REATEGUI, Eliseo; FINCO, Mateus David. Proposta de diretrizes para avaliação de objetos de aprendizagem considerando aspectos pedagógicos e técnicos. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n. 3, 2010.

RIBEIRO, Rene. *O que fazer quando um aplicativo insiste em não ser instalado no Android*. 2018. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2018/11/21/noticias/o-que-fazer-quando-um-aplicativo-insiste-em-nao-ser-instalado-no-android/>. Acesso em: 12 abr. 2021

SILVA, Artemisa Amorim da; SILVA FILHA, Raimunda Trajano da; FREITAS, Silvia Regina Sampaio. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, v. 6, n. 3, p. 17-21, 2016.

SILVA, Eli Sandra Aparecida da. *Realidade Aumentada: uma alternativa para a inovação de recursos didáticos para a EAD*. 2017. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Computação, Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul, 2017.

SILVA, Ione de Cássia Soares da; PRATES, Tatiane da Silva; RIBEIRO, Lucineide Fonseca Silva. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. *Em Debate*, n. 15, p. 107-123, 2016.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre. Editora SBC, 2006.

WU, Hsin-Kai et al. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, v. 62, p. 41-49, 2013.

ZIEDE, Mariangela Kraemer Lenz et al. Tecnologias digitais na educação básica: desafios e possibilidades. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 14, n. 2, 2016.

Submetido em agosto de 2022
Aprovado em outubro de 2022

Informações dos autores

Juliana Ribeiro Freire
PPGDC – Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz
E-mail: julianafreirebio@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7048-386X>
Link Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7734679557159401>

Carlos Bruno Cabral de Oliveira
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
E-mail: ol.carlosbruno@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7411-9755>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0812012687803352>

Mariana Guelero do Valle
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
E-mail: mariana.valle@ufma.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5203-370X>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516501386841758>