

Realidade Virtual e Realidade Aumentada no Ensino de Biologia Celular: Um Relato de Experiência em Uma Escola na Amazônia

Letícia Maria de Moraes Pinheiro¹, Antônia Laícha de Oliveira Apurinã¹, Charles Conceição da Silva¹, João da Mata Libório Filho², Genarde Macedo Trindade²

¹Centro de Estudos Superiores de Lábrea (CESLA) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Lábrea – AM – Brasil

²Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Itacoatiara – AM – Brasil

{lmdmp.lic18, aldoa.lic18, ccds.lic18, jlfilho, gmtrindade}@uea.edu.br

Abstract. *This article presents a study carried out by students of the Degree in Computing at the Center for Higher Studies in Lábrea (CESLA/UEA), where they used Virtual Reality and Augmented Reality technologies for the interaction of 2nd year high school students with contents related to Cellular Biology, making it possible to analyze the acceptance of technologies as a didactic resource in Biology teaching. The applied methodology has six stages: Literature Review, Initial Proposal, Planning, Didactic Evaluation, Study Validation and Results Analysis. The results collected show evidence that it was possible to achieve the objective of this study.*

Resumo. *Este artigo apresenta um estudo realizado por acadêmicos do curso de Licenciatura em Computação do Centro de Estudos Superiores de Lábrea (CESLA/UEA), onde utilizou as tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada para a interação dos alunos do 2º ano do ensino médio com os conteúdos relacionados à Biologia Celular, sendo possível analisar a aceitação das tecnologias como recurso didático no ensino de Biologia. A metodologia aplicada possui seis etapas: Revisão da Literatura, Proposta Inicial, Planejamento, Avaliação Didática, Validação do Estudo e Análise dos Resultados. Os resultados coletados apresentam indícios que foi possível alcançar o objetivo deste estudo.*

1. Introdução

Ao refletir sobre o processo de ensino das ciências na atualidade, aponta-se a necessidade de direcionar a aprendizagem para dimensões que causam relações entre ciência, tecnologia e sociedade [Agrello et al., 2019]. Especificamente, a aprendizagem das Ciências da Natureza deve analisar possibilidades de instrução aprimorada buscando a construção do conhecimento de maneira mais significativa, sendo capaz de elaborar práticas inovadoras e criativas para contemplar as dimensões intrínsecas dos processos de ensino e de aprendizagem [Otto e Bertolini, 2022].

De fato, a empregabilidade de práticas inovadoras pode potencializar os processos de ensino e aprendizagem, sendo uma ferramenta facilitadora na produção de

novos conhecimentos. Assim, como as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) devem ser entendidas como instrumentos importantes para as atividades cotidianas de professores e alunos, pois deve compreender que a adoção desses recursos tecnológicos em sala de aula não é algo novo, mas encontra-se muito aquém do desejável [Otto e Bertolini, 2022].

Visando inserir no ensino de Biologia aplicações oriundas das TDICs, este artigo apresenta um relato de experiência de acadêmicos do curso de Licenciatura em Computação do Centro de Estudos Superiores de Lábrea (CESLA), onde foram utilizadas as tecnologias de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) nos conteúdos relacionados à Biologia Celular com alunos do 2º ano do ensino médio do Centro de Educação de Tempo Integral Agostinho Ernesto de Almeida, no município de Lábrea-AM. Para que fosse possível realizar esta pesquisa, elaborou-se uma metodologia experimental com o objetivo de investigar as possibilidades de uso das tecnologias de RV e RA no ensino de Biologia.

Além desta introdução, esta pesquisa está estruturada em mais cinco seções. Na Seção 2, apresenta-se a fundamentação. A seção 3 descreve os procedimentos metodológicos aplicados no estudo. Em seguida, na seção 4, foi iniciada a apresentação dos resultados obtidos no experimento. Na seção 5, realizava-se discussões sobre os resultados da pesquisa e na seção 6, constam como considerações finais e perspectivas futuras, limitação do trabalho e a última seção contém as referências bibliográficas mencionadas no trabalho.

2. Fundamentação Teórica

A utilização de tecnologias digitais para o ensino de conteúdos que possuem um certo nível de abstração, como é a Biologia, já vem sendo explorada por meio de pesquisas acadêmicas [de Macêdo et al., 2022; Silva, 2018]. O ensino de Biologia fica mais dinâmico com o uso do RV e da RA, pois objetos tridimensionais serão fundamentais para a compreensão dos conceitos inseridos na aplicação, já que fornecem uma experiência imersiva com riqueza de detalhes [dos Santos, 2022; Alves et al., 2020].

Pois, de fato, na educação, o processo de ensino deve ser exploratório, onde a descoberta e a observação promovem a construção de conhecimento. E para que facilite da maneira correta, deve-se apoiar no uso de metodologias ativas de ensino que empregam recursos tecnológicos objetivando atender às necessidades dos alunos e dinamizar o processo de instrução [Silva, 2018]. Neste contexto, o avanço tecnológico promove, no cotidiano do aluno, uma ligação direta com o uso de computadores e *smartphones* que auxiliam na construção da aprendizagem [Silva, 2018].

Para usar a RV e o RA é necessário um *smartphone* que, no caso da RV, seja capaz de renderizar cenários tridimensionais em tempo de execução similar aos movimentos executados em ambiente real, com auxílio de um equipamento denominado óculos de RV, por exemplo, o *Google Cardboard*. Já para RA, necessita-se de um computador com *webcam* ou um *smartphone* com câmera capaz de processar a imagem real e sobrepor o objeto virtual em tempo de execução [Otto e Bertolini, 2022].

Apesar de serem duas tecnologias diferentes, a RV e a RA possuem pontos em comum, pois as duas utilizam objetos virtuais de forma a gerar um certo grau de imersão ao usuário [Otto e Bertolini, 2022]. Nessa perspectiva, o uso da RV e da RA na educação atrai a atenção dos alunos, pois gera um ambiente dinâmico, rico de

informações e que na maioria das vezes é a primeira interação dos alunos com essas tecnologias [Silva, 2018; Cruz et al., 2020].

2.1 Trabalhos Relacionados

Com base em estudos sobre o uso de RV e RA no ensino de Biologia, são apresentadas algumas pesquisas científicas que serviram como fomento desta pesquisa, sendo: (1) Otto e Bertolini (2022); (2) dos Santos *et al.* (2022); e (3) de Macêdo *et al.* (2022).

(1) O trabalho de Otto e Bertolini (2022), intitulado “*Realidade Virtual e Aumentada no Ensino de Biologia: um estudo de caso nas séries iniciais do ensino fundamental*”, apresenta um estudo de caso que objetivou auxiliar professores da disciplina de Biologia. De acordo com os autores, apresentar as partes das células que existem em nosso corpo com RV e RA facilita a aprendizagem e foca na atenção dos alunos. No texto, informa que os resultados apontam que há a necessidade de desenvolver aplicações com RV e RA que possam ser usadas em sala de aula.

(2) O estudo dos Santos *et al.* (2022), intitulado “*Aplicação do metaverso para modelos tridimensionais no ensino de biologia celular*”. De acordo com o autor, foi realizado uma revisão da literatura sobre RV, RA e conceitos e aplicação do metaverso para compreender a evolução histórica desta inovação tecnológica no período de 2021 a 2022. Assim, o autor afirma que a pesquisa exploratória serviu para adquirir conhecimento teórico sobre as tecnologias e a partir daí desenvolveu um protótipo de ambiente interativo de objetos tridimensionais da área de biologia celular.

(3) A pesquisa de Macêdo *et al.* (2022), é intitulada “*Aceitação da adoção de Realidade Aumentada no ensino de Biologia*”, relata que pela disseminação dos dispositivos móveis o uso da RA tem se difundido em várias áreas e que o objetivo da pesquisa foi avaliar a aceitação dos estudantes em relação a adoção de recursos de RA no ensino de Biologia. Os autores explicam que os resultados apresentados na pesquisa revelaram uma boa aceitação dos estudantes para utilização de RA, reconhecendo que esses recursos são fáceis de utilizar e que são úteis para o processo de aprendizagem.

3. Procedimentos Metodológicos

A metodologia aplicada na pesquisa é adaptada parcialmente de Trindade (2018), que se baseia em um estudo experimental com o objetivo de realizar uma aceitação tecnológica por meio do modelo TAM (*Technology Acceptance Model*). A proposta básica do modelo TAM é determinar dois pontos: a “*Facilidade Percebida de Uso*” e a “*Utilidade Percebida de Uso*” de softwares ou aplicativos educativos [Davis *et al.*, 1989]. Desta forma, a abordagem utilizada nesta pesquisa possui seis etapas como é descrita a seguir.

3.1 Revisão da Literatura

Realizou-se com o objetivo de construir um estudo literário sobre as TDICs no ensino de Biologia e sobre a RV e RA aplicada à educação. Os materiais foram pesquisados nos anais dos principais eventos científicos nacionais na área de informática na educação e usou-se também o *Google Scholar* como ferramenta de busca.

3.2 Proposta Inicial

Buscou-se indícios fazendo uso de uma investigação sobre aplicações com RV e RA encontradas na literatura que foram desenvolvidas para ensino de Biologia Celular, sendo empregadas como parâmetros na construção da proposta inicial da pesquisa. A seguir, apresentamos as aplicações de acordo com a tecnologia utilizada.

a) Realidade Virtual: Utilizamos os *Google Cardboard* para a função equipamento de encaixe do *smartphone* e que permite a visão tridimensional. Já para aplicação, optou-se pela exibição *on-line* de vídeos 3D que retratam com detalhes as células animal e vegetal. A Figura 1 mostra em (A) o *Google Cardboard* pronto para uso; já em (B) apresenta a interface do vídeo 3D em RV; e em (C) a interface expõe informações adicionais sobre Biologia Celular.

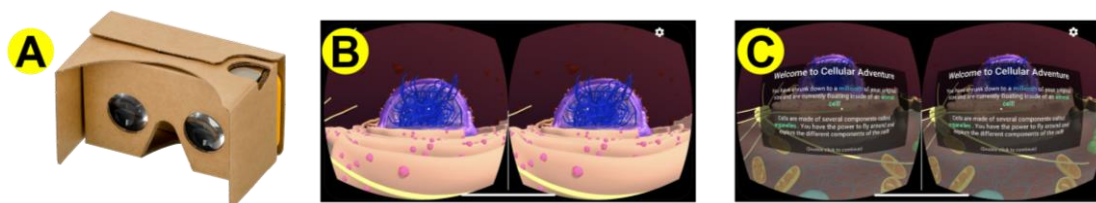


Figura 1. *Google Cardboard* e o vídeo 3D. Fonte: Elaborada pelos autores

b) Realidade Aumentada: Usou-se a aplicação *Biología UTPL*, disponível para dispositivos *Android* e *iOS*. O aplicativo permite sobrepor a célula animal e vegetal, juntamente com informações sobre a composição de cada uma. A Figura 2 (A) a mostra em RA de uma célula animal; em (B) o *menu* com as opções de visualização em 3D; na (C) uma célula vegetal em 3D; e em (D) o núcleo de uma célula animal em 3D.



Figura 2. Funcionamento da aplicação com RA, *Biología UTPL*. Elaborada pelos autores

Neste contexto, montou-se a proposta inicial das aplicações de RV e RA que posteriormente passou por uma avaliação com viés didático, ou seja, o docente responsável pela disciplina analisou as aplicações para concordar ou não com a utilização delas no experimento. Mais informações encontram-se na subseção 3.4.

3.3 Planejamento do Estudo

Construiu-se o cronograma com as atividades essenciais para o estudo, sendo: a) Definição da amostra; b) Autorização para participação dos alunos; c) Organização dos equipamentos necessários para o estudo; d) Elaboração do Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido (TCLE); e) Produção do formulário de caracterização do participante; f) Elaboração do questionário pós-teste para avaliar a aceitação da RV e da RA; g) Estudo de observação para analisar visualmente o processo de interação dos participantes com a RV e RA; h) Planejou-se a realização da avaliação didática.

3.4 Avaliação Didática

Esta avaliação teve como principal objetivo evidenciar ou não a necessidade de ajustes e adequações antes de iniciar o experimento, por meio da análise docente. E para isso, utilizou-se o método de entrevista semiestruturada, onde primeiro foi disponibilizado o TCLE para o devido preenchimento do docente e após realizou-se a interação com as aplicações de RV e RA para o ensino de Biologia Celular e em seguida aplicou-se a ficha da avaliação didática, uma para RV e outra RA. E de acordo com a metodologia aplicada na pesquisa, a pergunta a ser respondida nessa etapa era *“As aplicações de RV e RA estão adequadas para o experimento?”*.

Avaliou-se primeiro a aplicação de RV, perguntou-se de maneira objetiva se a aplicação de RV apresentava características associadas à Biologia e se foi possível identificar informações/conceitos sobre células, ambas as perguntas receberam sim do docente. Continuando com a avaliação, perguntou-se de forma discursiva quais eram os pontos fortes da aplicação de RV para ensinar sobre células, como resposta o docente manifestou-se argumentando: *“Através da realidade virtual a gente consegue se aproximar mesmo da célula como um todo podendo ver as suas características suas organelas se sentindo parte do processo e dentro do conteúdo abordado.”*. Já quando perguntado sobre os pontos fracos da aplicação de RV para ensinar sobre células, a resposta foi: *“Eu acredito que o ponto fraco hoje seria mesmo a parte material que às vezes não é suficiente pra que todos os alunos possam ter acesso.”*, referindo-se à quantidade de *Google Cardboards* e *smartphones* com acesso a internet. Por fim, foi perguntado se a aplicação de RV poderia ser utilizada no experimento com os alunos, recebendo a resposta favorável do docente.

Logo após, avaliou-se a aplicação de RA. Novamente de maneira objetiva, perguntou-se se aplicação apresentava características associadas à Biologia e se também era possível identificar informações/conceitos sobre células, o docente respondeu positivamente para as duas perguntas. A próxima pergunta era sobre os pontos fortes da aplicação de RA para ensinar sobre células, a resposta foi da seguinte forma: *“Acredito que através da realidade aumentada os alunos eles vão conseguir identificar e ao mesmo tempo o conceito, vendo ali algo assim bem mais próximo dele do que somente no livro e eu acredito que eles vão se sentir dentro do processo de aprendizagem.”*. Quando perguntada sobre os pontos fracos da aplicação para ensinar sobre células, o docente respondeu: *“Creio que também o ponto é o material, porque nem sempre a gente tem os materiais suficiente, mas eu acredito que hoje com o aumento na internet isso será mais viável pra a gente.”*. Ao final, perguntou-se de forma objetiva se a aplicação de RA também poderia ser utilizada, o docente respondeu que sim, a aplicação poderia ser utilizada no experimento com os alunos.

3.5 Validação do Estudo

O experimento foi realizado em duas turmas do 2º ano do ensino médio, do turno matutino, do Centro de Educação de Tempo Integral Agostinho Ernesto de Almeida, com 52 participantes. Onde, primeiro aplicou-se o formulário de caracterização do participante, com objetivo identificar o nível de conhecimento e experiência dos alunos com as tecnologias de RV e RA. Essas informações são apresentadas na seção 4.

Posteriormente, os participantes alternaram entre o uso das aplicações de RV e RA. Desta forma, puderam visualizar objetos e cenários 3D associados à conceitos da

Biologia Celular. As Figuras 4 e 5 apresentam registros dos alunos usando as tecnologias de RV e RA. Nota-se na Figura 4 a utilização do *Google Cardboard* juntamente com *smartphones* para analisarem os vídeos 3D reproduzidos em RV. Já na Figura 5 mostra-se o registro da interação dos alunos com a aplicação *Biologia UTPL* de RA, onde puderam analisar a composição da célula animal e vegetal.



Figura 4. Interação dos participantes com a RV. Fonte: Elaborada pelos autores

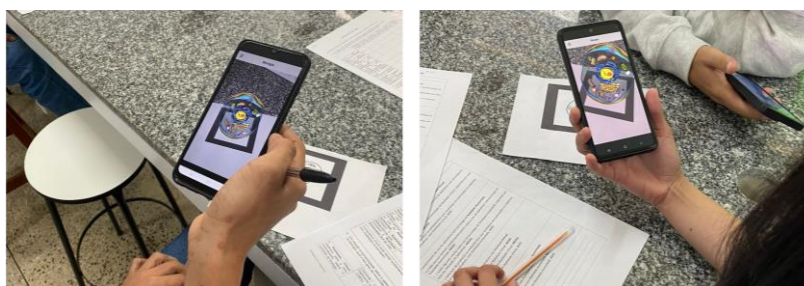


Figura 5. Interação dos participantes com a RA. Fonte: Elaborada pelos autores

Terminando a interação, foi aplicado o questionário pós-teste, baseado no modelo TAM para analisar a aceitação das tecnologias de RV e RA no ensino de Biologia. Na seção 4 são apresentados os dados obtidos com o questionário.

3.6 Análise dos Resultados

A análise dos resultados tem o intuito de verificar a aceitação dos participantes com a utilização das tecnologias, discutir a relevância da adoção delas na educação e propor trabalhos futuros. A análise dos resultados consta na seção 5.

4. Resultados

A execução do experimento contou com três ações específicas: i) Caracterização do participante; ii) Estudo experimental; iii) Estudo de observação. Inicialmente, montou-se o perfil dos alunos, por meio do formulário de caracterização do participante. A Tabela 1 mostra a divisão por turma e a quantidade de participantes e percebe-se que o maior fazia parte do 2º ano “04”. Estas informações serviram para identificar que não há uma boa divisão na amostra.

Tabela 1. Divisão por turma e quantidade de participantes

Turmas	Quantidade
2º ano “04”	32 participantes
2º ano “05”	20 participantes
Total: 52 participantes	

Continuando a caracterização, algumas perguntas foram respondidas pelos alunos com o objetivo de extrair informações sobre dois pontos específicos: i) Conhecimento de uso de aplicativos com tecnologias de RV e RA; ii) Experiência com uso de aplicativos com RV e RA. Assim, os participantes tinham como opções de resposta três alternativas: Baixo, médio e alto. As Tabelas 2 e 3 mostram os dados obtidos sobre o conhecimento de uso de aplicativos com tecnologias de RV e RA. Na Tabela 2 indica que a maioria dos participantes (76,93%) não possuía nenhum tipo de conhecimento prévio sobre o uso aplicativos com RV. Já na Tabela 3, identifica-se que a maioria da amostra não possuía conhecimento sobre aplicativo com RA (82,69%). Desta forma, analisando o conhecimento prévio dos participantes sobre as tecnologias de RV e RA, evidencia-se que a maioria desconhece as tecnologias.

Tabela 2. Conhecimento de uso de aplicativos com Realidade Virtual

Nº	Questões	Resposta
01	Não possuo nenhum conhecimento prévio sobre o uso de aplicativos com tecnologia de Realidade Virtual. (Baixo)	76,93%
02	Tenho algumas noções sobre uso da tecnologia de Realidade Virtual, adquiridas por meio da utilização de aplicativos. (Médio)	23,07%
03	Participei de projeto(s) ou avaliação(ões) que resultaram em publicações ou relatórios sobre uso de aplicativos com Realidade Virtual. (Alto)	0%

Total: 52 participantes

Tabela 3. Conhecimento de uso de aplicativos com Realidade Aumentada

Nº	Questões	Resposta
01	Não possuo nenhum conhecimento prévio sobre o uso de aplicativos com tecnologia de Realidade Aumentada. (Baixo)	82,69%
02	Tenho algumas noções sobre uso da tecnologia de Realidade Aumentada, adquiridas por meio da utilização de aplicativos. (Médio)	17,31%
03	Participei de projeto(s) ou avaliação(ões) que resultaram em publicações ou relatórios sobre uso de aplicativos com Realidade Aumentada. (Alto)	0,0%

Total: 52 participantes

Dando continuidade, as Tabelas 4 e 5 mostram as informações obtidas sobre a experiência com uso de aplicativos com RV e RA. Na Tabela 4 apresentam que a maioria dos participantes (88,46%) nunca utilizaram aplicativos com RV. Já a minoria (11,54%) dos participantes afirma ter utilizado pelo menos um aplicativo com RV.

Sobre a Tabela 5, observa-se que os números se repetem quanto a experiência de uso de aplicativos com RA, a maioria dos participantes (88,46%) nunca utilizou.

Tabela 4. Experiência com uso de aplicativos com Realidade Virtual

Nº	Questões	Resposta
01	Nunca usei aplicativos com Realidade Virtual. (Baixo)	88,46%
02	Usei aplicativos com Realidade Virtual. (Médio)	11,54%
03	Uso aplicativos com Realidade Virtual. (Alto)	0,0%

Total: 52 participantes

Tabela 5. Experiência com uso de aplicativos com Realidade Aumentada

Nº	Questões	Resposta
01	Nunca usei aplicativos com Realidade Aumentada. (Baixo)	88,46%
02	Usei aplicativos com Realidade Aumentada. (Médio)	11,54%
03	Uso aplicativos com Realidade Aumentada. (Alto)	0,0%

Total: 52 participantes

Após a caracterização teve início o experimento, juntamente com o estudo de observação. Todos os participantes interagiram com as aplicações de RV e RA para

analisar conceitos/informações sobre Biologia Celular com a média de 15 minutos de interação. Consecutivamente, os alunos foram convidados a responder o questionário pós-teste, com perguntas relacionadas a dois aspectos: i) Percepção sobre a facilidade de uso as tecnologias de RV e RA; ii) Percepção sobre a utilidade de uso da RV e RA para o ensino de Biologia, para resposta utilizou uma escala que referenciava o nível de concordância, sendo: Concordo totalmente, concordo amplamente, concordo parcialmente, discordo parcialmente, discordo amplamente, discordo totalmente. A Tabela 6 apresenta as questões sobre a facilidade de uso da tecnologia de RV e RA.

Tabela 6. Percepção sobre facilidade de uso a tecnologia de RVA

Nº	Questões	Resposta
01	Aprendi a utilizar a Tecnologia de Realidade Virtual.	51,92% (Concordo Totalmente); 30,76% (Concordo Amplamente) 11,53% (Concordo Parcialmente); 5,79% (Discordo Parcialmente)
02	Aprendi a utilizar a Tecnologia de Realidade Aumentada.	50% (Concordo Totalmente); 26,91% (Concordo Amplamente) 17,3% (Concordo Parcialmente); 5,79% (Discordo Parcialmente)
03	Eu entendia o que acontecia na minha interação com a Realidade Virtual.	55,76% (Concordo Totalmente); 26,94% (Concordo Amplamente) 17,3% (Concordo Parcialmente)
04	Eu entendia o que acontecia na minha interação com a Realidade Aumentada.	53,84% (Concordo Totalmente); 25% (Concordo Amplamente) 21,16% (Concordo Parcialmente)
05	Foi fácil ganhar habilidade no uso da Realidade Virtual.	61,55% (Concordo Totalmente); 26,92% (Concordo Amplamente) 11,53% (Concordo Parcialmente)
06	Foi fácil ganhar habilidade no uso da Realidade Aumentada.	71,17% (Concordo Totalmente); 15,38% (Concordo Amplamente) 11,53% (Concordo Parcialmente); 1,92% (Discordo Totalmente)
07	Considero a Realidade Virtual fácil de usar.	59,63% (Concordo Totalmente); 26,92% (Concordo Amplamente) 11,53% (Concordo Parcialmente); 1,92% (Discordo Totalmente)
08	Considero a Realidade Aumentada fácil de usar.	74,7% (Concordo Totalmente); 15,38% (Concordo Amplamente) 7,69% (Concordo Parcialmente); 1,92% (Discordo Totalmente)
Total: 52 participantes		

Ao se analisar os dados da Tabela 6 observa-se: Nas questões um e dois, a somatória das opções de concordância chega em 94,21% informando que aprenderam a usar a tecnologia de RV e RA; A questão três e quatro tinham por objetivo analisar se o participante entendia o que acontecia durante a interação com a RV e RA, nestas questões 100% dos participantes concordaram que entendiam; A quinta questão sobre ganhar habilidade no uso da RV, 100% dos participantes concordaram; Na questão seis sobre o ganho de habilidade no uso da RA obteve 98,08% de concordância; e o mesmo se repete para as questões sete e oito que analisam se o participante considera fácil usar as tecnologias de RV e RA, ambas as questões alcançaram 98,08% de concordância.

Sobre as questões que ressaltam a percepção sobre a utilidade da RV e RA para o ensino de Biologia. A Tabela 7 apresenta as questões utilizadas e os dados coletados.

Tabela 7. Percepção sobre a utilidade da RV e RA para o ensino da Biologia

Nº	Questões	Resposta
01	A Realidade Virtual colaborou para o meu entendimento sobre o conteúdo de Biologia.	61,55% (Concordo Totalmente); 26,92% (Concordo Amplamente) 9,61% (Concordo Parcialmente); 1,92% (Discordo Totalmente)
02	A Realidade Aumentada colaborou para o meu entendimento sobre o conteúdo de Biologia.	71,16% (Concordo Totalmente); 19,23% (Concordo Amplamente) 9,61% (Concordo Parcialmente)
03	Estudar Biologia com Realidade Virtual e Aumentada foi mais interessante.	88,47% (Concordo Totalmente); 11,53% (Concordo Amplamente)
04	Acredito que as tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada não podem ser usadas	90,4% (Discordo Totalmente); 3,84% (Discordo Amplamente) 3,84% (Discordo Parcialmente); 1,92% (Concordo Amplamente)

Nº	Questões	Resposta
	no ensino da Biologia.	
Total: 52 participantes		

Os dados da Tabela 7 identificam na primeira que 98,08% dos participantes concordam que a RV colaborou para o entendimento sobre a Biologia; As questões dois e três atingiram 100% de concordância, a dois ressaltava a colaboração da RA para o entendimento da Biologia e a três investigava se estudar com RV e RA é mais interessante; Já a questão quatro afirmava que a RV e RA não poderiam ser usadas como ferramenta de ensino na Biologia, 98,08% dos participantes discordaram.

Desta forma, identificou-se que a interação dos participantes com as tecnologias de RV e RA foi bem-sucedida. Pois, os dados obtidos por meio do questionário pós-teste mostram indícios que as tecnologias de RV e RA obtiveram um nível de aceitação favorável referente aos aspectos de facilidade de uso e utilidade para o ensino da Biologia. Neste contexto, o questionário possuía espaços para comentários, assim a Tabela 8 apresenta alguns desses comentários realizados logo depois da interação.

Tabela 8. Comentários dos participantes sobre a interação com a RV e RA

Participantes	Comentários
Participante 34	<i>“Achei que a aula não fica tão cansativa e chata, ficou mais dinâmica.”</i>
Participante 16	<i>“Acredito que seja uma forma de estudo mais avançada.”</i>
Participante 24	<i>“Muito bom. Minha opinião é que usar realidade virtual é melhor só os livros.”</i>
Participante 12	<i>“Super avançada e gera um maior interesse dos alunos.”</i>
Participante 1	<i>“Ótimo para melhorar a compreensão.”</i>

A observação visual realizada durante o experimento teve como objetivo evidenciar se realmente as informações passadas pelos participantes por meio do questionário pós-teste condiziam com a experiência de interação. Durante a observação, verificou-se que os participantes se adaptaram rápido no manuseio dos equipamentos (*Google Cardboard* e *smartphones*), ficando explícito na análise dos dados do questionário, já que ressaltam de maneira positiva a interação com a RV e RA. Nesse contexto, respondendo à pergunta da etapa seis da metodologia *“Os resultados demonstram aceitação da RV e RA no ensino da Biologia?”*. Os resultados obtidos na pesquisa apontam que as tecnologias de RV e RA foram utilizadas de maneira adequada pelos alunos e que existem evidências favoráveis sobre a aceitação dos participantes.

5. Discussão

Os dados coletados na pesquisa proporcionam analisar aspectos importantes, como na Tabela 2 que mostrou a informação que 76,93% dos 52 participantes não tinham conhecimento de uso da tecnologia de RV; Já na Tabela 3 a informação apresentada é que 82,69% dos participantes também não conhecimento de uso da tecnologia de RA. Assim, pode-se analisar que a interação com a RV e a RA foi uma experiência única dos participantes, fazendo-os ser imersos com as informações com ambas as tecnologias.

Outro ponto de indícios da experiência significativa dos participantes com a RV e a RA, são com os dados coletados no pós-teste sobre a percepção de facilidade de uso, onde alcançou 94,21% de concordância. Neste contexto, também se resalta a análise sobre a utilidade da RV e RA para o ensino da Biologia, a pergunta estava propositalmente empregada da seguinte forma *“Acredito que as tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada não podem ser usadas no ensino da Biologia.”*, 98,08% discordaram da afirmação.

6. Considerações finais e perspectivas futuras

Esta pesquisa realizou um estudo experimental com alunos do 2º ano do ensino médio do Centro de Educação de Tempo Integral Agostinho Ernesto de Almeida, no município de Lábrea-AM, com o objetivo de utilizar as tecnologias de RV e RA para possibilitar a imersão e interação dos alunos com os conteúdos relacionados a Biologia Celular e consequentemente analisar a aceitação tecnológica como recurso didático no processo de ensino de Biologia. Desta forma, após a exposição de todo o processo metodológico empregado na pesquisa, da execução do experimento e da análise dos resultados, chegamos à indícios de foi possível alcançar o objetivo proposto neste estudo.

O estudo teve limitações, como: i) Instabilidade da internet: A reprodução dos vídeos 3D em RV. A cidade de Lábrea fica localizada na região sul do estado do Amazonas, existem ainda muitos desafios referentes à qualidade do sinal de internet; ii) Homogeneidade da amostra: Todos os alunos são de uma única instituição.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se definir: a) Realizar um novo estudo com uma amostra maior e mais heterogênea; b) Realizar um estudo sobre o processo de aprendizagem de Biologia Celular com uso de RV e RA; c) Criar uma base de conhecimento com a utilização das tecnologias de RV e RA para trabalhos futuros.

Referências

- Agrello, M. P. et al. (2022). Ensino das Ciências Imerso em Ambientes Virtuais Multiusuários. *História da Ciência e Ensino*. 2022.
- Alves, A. F. et al. (2020). ARminoGame: Um Jogo Colaborativo com Realidade Aumentada para Ensino de Bioquímica Estrutural. In *Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação*. SBC.
- Cruz, F. L. et al. (2020). Hara: Aplicativo com realidade aumentada para apoiar o ensino de hardwares de computadores. In *Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação*. SBC.
- Davis, F. D. et al. (1989). Aceitação do usuário da tecnologia de computador: uma comparação de dois modelos teóricos. *Ciência da administração*, 35 (8), 982-1003.
- de Macêdo, V. F. et al. (2022). Aceitação da adoção de Realidade Aumentada no ensino de Biologia. *RENTE*, v. 20, n. 2, p. 186-195.
- dos Santos, M. C. et al. (2022). Aplicação do metaverso para modelos tridimensionais no ensino de biologia celular. *Universidade Federal de Santa Catarina*.
- Otto, R. dos S. and Bertolini, C. (2022) Realidade virtual e aumentada no ensino de biologia: um estudo de caso nas séries iniciais do ensino fundamental. *Universidade Federal de Santa Maria*.
- Silva, I. A. (2018). O POTENCIAL DA REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO. *CIET:EnPED*, São Carlos.
- Trindade, G. M. (2018). RAAM: Uma aplicação móvel de realidade aumentada como ferramenta de apoio ao ensino sobre as mesorregiões do Estado do Amazonas. *Universidade do Estado do Amazonas*.