

Aceitação da adoção de Realidade Aumentada no ensino de Biologia

Vanderlan Feitosa de Macêdo - UNIVASF

vanderlanmacedo@ufpi.edu.br - <https://orcid.org/0000-0002-1957-7323>

João Carlos Sedraz Silva - UNIVASF

joao.sedraz@univasf.edu.br - <https://orcid.org/0000-0002-4082-9652>

Gibran Medeiros Chaves de Vasconcelos - UNIVASF

gibran.vasconcelos@ifsertao-pe.edu.br - <https://orcid.org/0000-0002-0836-0428>

Rodrigo Lins Rodrigues - UFRPE

rodrigo.linsrodrigues@ufrpe.br - <https://orcid.org/0000-0002-3598-5204>

Deranor Gomes de Oliveira - UNIVASF

deranor.oliveira@univasf.edu.br - <https://orcid.org/0000-0003-0510-1671>

Resumo. Com a disseminação dos dispositivos móveis dotados de vários sensores, como câmeras, acelerômetros e GPS, o uso de Realidade Aumentada (RA) tem se difundido em várias áreas. Com foco na área da Educação, o objetivo deste artigo foi avaliar a aceitação dos estudantes em relação a adoção de recursos de RA no ensino de Biologia. Para tanto, foi conduzido um experimento orientado pelo Modelo de Aceitação de Tecnologia, no qual 19 estudantes testaram e emitiram as suas percepções sobre esse tipo de recurso. Os resultados do experimento 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. Porém, vale ressaltar que os resultados, também, apontaram a necessidade de observar fatores que podem prejudicar essa aceitação, como a falta de internet e de dispositivos para o acesso a RA.

Palavras-Chaves: Tecnologias Educacionais, Ensino de Biologia, Ensino Médio.

Acceptance of the adoption of Augmented Reality in Biology teaching

Abstract. With the spread of mobile devices equipped with various sensors, such as cameras, accelerometers and GPS, the use of Augmented Reality (AR) has spread in several areas. Focusing on Education, this work aims to evaluate the acceptance of students in adopting AR resources in Biology teaching. Therefore, an experiment guided by the Technology Acceptance Model was conducted, in which 19 students tested and expressed their perceptions about this type of resource. The results of the experiment revealed a good acceptance of the students for the use of AR, recognizing that these resources are easy to use and that they are useful for the learning process. However, it is worth mentioning that the results also pointed to the need to observe factors that can impair this acceptance, such as the lack of internet and devices for accessing AR.

Keywords: Educational Technologies, Biology Teaching, High School.

1. Introdução

Hoje em dia, os processos educacionais têm sofrido várias mudanças, sobretudo, em razão dos meios disponíveis para fazer avançar o conhecimento. Essas mudanças impõem que as práticas adotadas pelos professores se renovem continuamente e, cada vez mais, passem a utilizar recursos tecnológicos para auxiliar os estudantes no

desenvolvimento de novas habilidades e competências. Por meio da adoção desses recursos, busca-se estratégias de ensino e aprendizagem para engajar a nova geração de discentes, que já fazem o uso cotidiano de diversos artefatos tecnológicos.

O ensino de Biologia, muitas vezes, é caracterizado por tratar de tópicos complexos, à medida em que os estudos mecanicistas se aproximam do nível molecular, exigindo que os estudantes tenham elevada capacidade de abstração e imaginação. Para a compreensão dos conteúdos dessa área, são necessárias representações da realidade, especialmente, quando se trata de fenômenos microscópicos.

Segundo Alves, Silva e Reis (2020), na área de Biologia, dadas as restrições para representar os fenômenos estudados em livros didáticos e lousas, é preciso inovar as técnicas de ensino. “Considerando, portanto, as potencialidades das tecnologias digitais atuais, incluindo a comunicação, o desafio é aliar computador, celular, *tablet*, etc., ao processo ensino aprendizagem como objetos educacionais” (MACEDO *et al.*, 2016, p.1). Nesse contexto, que revela a necessidade de mudanças dos processos educacionais e a crescente ascensão das tecnologias, destaca-se a possibilidade de adoção de recursos de Realidade Aumentada (RA), que cada vez mais vem ganhando espaço, principalmente, após a disseminação dos *smartphones* dotados de vários sensores, como câmeras, acelerômetros e GPS.

A RA é uma técnica constituída de meios computacionais que, a partir de um dispositivo tecnológico, geram, posicionam e mostram objetos virtuais integrados a um cenário real (MACEDO *et al.*, 2016). Para Herpich (2017), no caso do ensino, a RA pode apresentar uma série de vantagens, entre as quais destaca-se a suave transição entre realidade e virtualidade.

Diante do exposto, este estudo visa trazer contribuições ao desenvolvimento de novas metodologias de ensino e aprendizagem de Biologia, explorando a RA e suas possibilidades pedagógicas. Nesse sentido, este trabalho justifica-se pela carência de alternativas às atividades práticas nessa área, que demandam uma estrutura física indisponível na maioria das escolas brasileiras, e, também, aos livros didáticos, que só dispõem de imagens e textos estáticos pouco atrativos para os estudantes.

Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a aceitação dos estudantes em relação a adoção de recursos de Realidade Aumentada no ensino do conteúdo do componente curricular de Biologia. Assim, utilizando o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, do inglês *Technology Acceptance Model*) de Davis (1989) como elemento norteador, o escopo do estudo foi delimitado às perspectivas dos discentes de Biologia, matriculados no Ensino Médio de uma unidade escolar da Rede Pública Estadual do Piauí. Essa delimitação deve-se à experiência de um dos autores deste trabalho como docente, bem como às suas necessidades para o planejamento de novas estratégias adequadas ao processo de ensino e aprendizagem de Biologia.

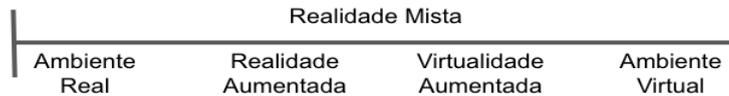
Além desta introdução, este artigo está organizado em quatro outras seções, que apresentam conceitos básicos relacionados com RA, o método do estudo que foi conduzido, a discussão dos resultados e as considerações finais da pesquisa.

2. Realidade Aumentada

2.1. Definição

Segundo Milgram (1994), RA é uma parte da Realidade Mista (Figura 1), que representa um contínuo do Ambiente Real ao Ambiente Virtual. Na Realidade Mista, além desses dois extremos, inclui-se a RA, na qual objetos virtuais são visualizados em um ambiente circundante real, e Virtualidade Aumentada, em que as imagens de objetos reais são inseridas no mundo, predominantemente, virtual.

Figura 1. Realidade Mista.



Fonte: Adaptada de Milgram (1994).

Um sistema de RA combina objetos virtuais ao ambiente real de forma interativa e em tempo real (AZUMA, 2001). Com isso, “A tecnologia de RA permite utilizar dispositivos móveis para visualizar e interagir com objetos virtuais” (MACEDO *et al.*, 2016, p.2). Nesse sentido, as tecnologias subsidiam a RA, com destaque para os dispositivos de apresentação (*displays*), que podem ser utilizados para ampliar o sentido da visão. Embora a visão seja o sentido mais explorado, a RA pode ser aplicada a todos os sentidos, incluindo audição, tato e olfato (AZUMA, 2001).

2.2. Classificação dos Displays

Segundo Azuma (2001), os *displays* podem ser classificados como:

- **Anexado à cabeça:** Os usuários montam esse tipo de *display* em suas cabeças para fornecer imagens na frente de seus olhos. Esses *display* podem ser de "visão por meio óptico", de "visão por meio de vídeo" ou de "exibição de imagens virtuais na retinal”.
- **Ao alcance da Mão:** Os usuários utilizam dispositivos portáteis móveis, com câmera acoplada para produzir realidade aumentada por meio de vídeo.
- **Baseado em telas:** Os usuários utilizam monitores convencionais para exibir elementos virtuais associados com imagens, mas de elementos reais.
- **Projetivos:** A informação virtual é projetada sobre objetos do mundo real.

Em relação a visão por meio óptico, um ponto positivo é que o mundo real é realmente observado em tempo real e diretamente pelo olho humano, mas, como ponto negativo, é mais difícil controlar o defasamento entre as imagens de objetos reais e virtuais, porque só as imagens dos objetos virtuais são processadas eletronicamente (AZUMA, 2001).

Sobre a visão por meio de vídeo, um aspecto positivo é a possibilidade de compensar eletronicamente a defasagem entre as imagens de objetos reais e virtuais. Mas, um ponto negativo para esse tipo de *display* é o fato das imagens dos objetos reais sempre estarem com algum atraso em relação ao mundo real de fato, o que exige dos usuários desses dispositivos treinamento e um tempo para adaptação (AZUMA, 2001).

2.3. Questões associadas à percepção

Segundo Kruijff (2010), no uso de RA, algumas questões de percepção devem ser tratadas com atenção, do ambiente real a ser capturado até a sobreposição dos gráficos visualizados pelo usuário.

- **Questões do ambiente:** dimensão, cores e iluminação, são aspectos ambientais que podem causar problemas na visualização de imagens em dispositivos portáteis;
- **Questões de captura:** resolução, campo de visão, distância focal, tempo de exposição e outros fatores relacionados à digitalização do ambiente em vídeo podem prejudicar a compreensão do mundo real;
- **Questões do aumento:** erros de registro, oclusão e diferença de renderização dificultam a interpretação correta da cena;
- **Questões dos dispositivos de exibição:** campo de visão, brilho, contraste, cores, resolução, latência e reflexões, são problemas técnicos recorrentes nos *displays*;
- **Questões dos usuários:** diferenças individuais que causam distorções de profundidade e visões distintas.

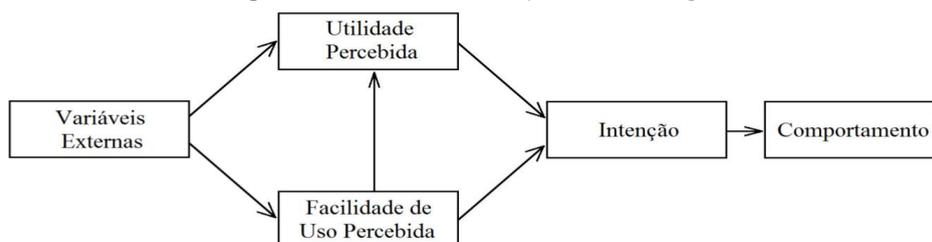
No uso de recursos de RA por meio de *displays* como celulares e *tablets* (dispositivos que foram ser utilizados neste trabalho), essas questões devem ser avaliadas e, quando necessário, devem ser promovidos ajustes para que a percepção dos usuários não seja prejudicada, o que pode anular a utilidade dos recursos.

3. Metodologia

Como exposto anteriormente, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação dos estudantes em relação a adoção de recursos de Realidade Aumentada no ensino do conteúdo do componente curricular de Biologia. Para a avaliação dessa aceitação, o método adotado na pesquisa seguiu as diretrizes do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), proposto por Davis *et al.* (1989).

A partir do TAM, com base nas percepções dos usuários, é possível identificar evidências sobre os motivos que os levam a aceitarem ou rejeitarem uma tecnologia. O núcleo do TAM é constituído por dois construtos: Facilidade de Uso Percebida, Utilidade Percebida (Figura 2). Persico *et al.* (2014) definiu o primeiro construto como o grau em que um usuário acredita que adotar uma determinada tecnologia será fácil, enquanto o segundo construto refere-se ao grau em que uma pessoa acredita que o uso de um determinado sistema melhora seu desempenho no trabalho.

Figura 2. Modelo de Aceitação de Tecnologia.



Fonte: Adaptado de Davis *et al.* (1989).

A intenção de uso é o fator determinante para o sucesso da adoção dos sistemas de informação. De acordo com o TAM, essa intenção está relacionada com a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida, cada uma exercendo um peso relativo. Além disso, é importante considerar as variáveis externas, que podem influenciar o contexto específico de uso da tecnologia (SILVA, 2015).

O modelo oferece bases para elaboração de questões, que identificam indícios da percepção dos usuários, em relação ao uso de um determinado sistema. Nesse sentido, alguns trabalhos relacionam a aplicação do TAM na condução de pesquisas sobre a adoção de recursos de Realidade Aumentada (HAUGSTVEDT e KROGSTIE, 2012; WOJCIECHOWSKI e CELLARY, 2013).

3.1. Contexto

A disciplina de Biologia é um componente curricular obrigatório em todas as séries do Ensino Médio, conforme a legislação educacional vigente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta o Ensino de Biologia dentro da área de Ciência da Natureza e suas Tecnologias, sendo que procura preparar os estudantes para a transformação tecnológica, com o propósito de formar um cidadão produtivo. A BNCC, ainda, traz a pesquisa como uma forma de envolver os discentes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos (BRASIL, 2017). Nesta pesquisa, especificamente, no ano letivo de 2022, foram utilizados recursos de RA em uma abordagem do conteúdo de Citologia, ministrado para uma turma do segundo ano do Ensino Médio, de uma escola estadual, localizada em Aroeiras do Itaim - PI.

3.2. Participantes

A turma na qual a pesquisa foi realizada possuía 25 estudantes matriculados. Desses discentes, 19 contribuíram com este trabalho, respondendo ao questionário aplicado, sendo que 15 (78,95 %) afirmaram que nunca utilizaram recursos de RA. O perfil dos estudantes que participaram da pesquisa é indicado no Quadro 1.

Quadro 1. Dados do perfil dos estudantes que participaram da pesquisa.

Questões	Alternativas	N°	%
Qual a sua idade?	De 15 a 17 anos	14	73,68 %
	De 18 a 20 anos	02	10,53 %
	Mais de 20 anos	03	15,79%
Você já ouviu falar em Realidade Aumentada?	Sim	10	52,63 %
	Não	09	47,37 %
Você já tinha utilizado algo com Realidade Aumentada?	Sim	04	21,05 %
	Não	15	78,95 %

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.4. Procedimentos

Para atender o objetivo da pesquisa, inicialmente, foi realizado um experimento com os participantes, que seguiram um roteiro previamente definido para o teste de três recursos de RA, associados a algumas notas de aulas já ministradas, do conteúdo de Citologia e do componente curricular de Biologia. No endereço eletrônico www.bit.ly/procedimentos_do_estudo, estão disponíveis o roteiro e a descrição dos recursos de RA utilizados no experimento.

Durante o experimento, foram formados grupos de até 5 estudantes. Cada um dos estudantes recebeu um *tablet* da marca Multilaser¹, disponibilizado para a atividade, com o aplicativo Magipix², por meio do qual foram produzidos conteúdos virtuais, com imagens estáticas, vídeos e *menus*, que complementam as informações das notas de aulas utilizadas, com o propósito de potencializar o aprendizado do conteúdo de Citologia. Em seguida, o pesquisador apresentou uma breve orientação para o uso do aplicativo e, sem realizar interferências, acompanhou os estudantes no uso dos recursos de RA até o final do experimento.

Posteriormente, foi aplicado um questionário, com os mesmos participantes, a fim de obter as suas opiniões acerca da adoção de recursos de RA no componente curricular de Biologia. O questionário foi submetido aos estudantes de maneira impressa, logo após o experimento. A estrutura do questionário foi composta por questões para identificar o perfil dos participantes (Quadro 1) e por dezoito declarações, associadas a escalas de Likert, (1 – Discordo Completamente, 2 – Discordo, 3 – Não Sei/Indiferente, 4 – Concordo, 5 – Concordo Completamente) organizadas em blocos vinculados aos construtos do TAM (Quadro 2).

Com base nas respostas dos participantes relacionadas às declarações apresentadas no Quadro 2, o Alfa de Cronbach (α) obtido foi 0,84. Esse índice é utilizado para avaliar a consistência interna do instrumento de coleta de dados. Segundo Hair *et al.* (2009), α não deve atingir valores inferiores a 0,6.

4. Resultados e Discussões

Conforme descrito na seção anterior, 19 estudantes participaram da pesquisa, na qual foram coletados dados³ por meio da aplicação de um questionário, constituído com declarações fundamentadas no TAM para a avaliação dos recursos de RA (Quadro 2).

¹ <https://www.multilaserempresas.com.br/informatica-e-tablets/tablets>.

² Informações sobre o Magipix podem ser obtidas em <https://youtu.be/j9SC410L748>.

³ Os dados coletados na pesquisa estão tabulados e disponíveis em www.bit.ly/dados_coletados.

Nesta seção, será discutida a aceitação dos estudantes em relação a adoção de recursos de RA no ensino do conteúdo do componente curricular de Biologia, em quatro tópicos, nos quais são expostas evidências relacionadas aos construtos do TAM.

Quadro 2. Declarações que constituíram o questionário.

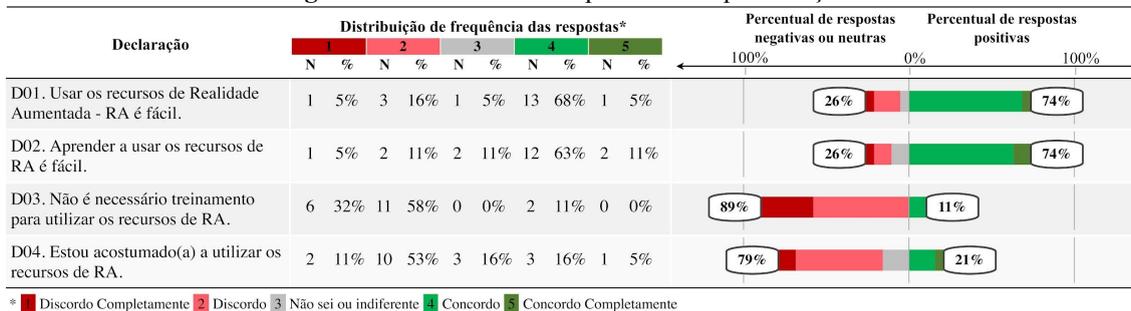
Construto	Questões
Facilidade de Uso	D01: Usar os recursos de Realidade Aumentada - RA é fácil.
	D02: Aprender a usar os recursos de RA é fácil.
	D03: Não é necessário treinamento para utilizar os recursos de RA.
	D04: Estou acostumado(a) a utilizar os recursos de RA.
Utilidade Percebida	D05: Os recursos de RA são úteis para o estudo do conteúdo da disciplina.
	D06: O uso de recursos de RA reduz o tempo para a compreensão do conteúdo.
	D07: O uso de recursos de RA melhora a qualidade da compreensão do conteúdo.
	D08: O uso de recursos de RA em outras disciplinas é importante para a minha formação.
Intenção Comportamental de Uso	D09: Recomendo a utilização de recursos de RA na disciplina Biologia.
	D10: Gostaria que a disciplina de Biologia adotasse os recursos de RA.
	D11: Gostaria que outras disciplinas de Biologia adotassem os recursos de RA.
	D12: Estou motivado(a) a utilizar os recursos de RA.
Variáveis Externas 01: Treinamento	D13: As orientações do instrutor/professor para a utilização dos recursos de RA foram adequadas.
	D14: O roteiro fornecido para o uso dos recursos de RA é fácil de ser compreendido.
Variáveis Externas 02: Características da Interface	D15: Os recursos de RA utilizados apresentaram visual agradável.
	D16: Os menus e as imagens dos recursos de RA utilizados eram claros e objetivos.
Variáveis Externas 03: Custo da utilização	D17: Tenho dispositivo móvel com sistema IOS ou Android, que permite acessar os recursos de RA.
	D18: Tenho acesso à internet e o acesso aos recursos de RA não representa custo adicional.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.1.1. Facilidade de uso percebida

Em relação ao construto facilidade de uso percebida (Figura 3), foi observado o quanto os discentes confiam que utilizar os recursos de RA é livre de dificuldades.

Figura 3. Facilidade de uso percebida - apresentação de dados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Identificou-se que 74% dos participantes afirmaram que os recursos de RA eram fáceis de usar (D01) e, também, que eram fáceis de aprender a usar (D02). Embora a maioria tenha manifestado uma percepção positiva nas duas primeiras declarações, muitos participantes apresentaram respostas negativas ou neutras para as declarações D03 (*não é necessário treinamento para utilizar os recursos de RA*) (89%) e D04 (*estou acostumado a utilizar os recursos de RA*) (79%).

4.1.2. Utilidade percebida

Por meio do construto utilidade percebida, verificou-se em que medida os estudantes acreditavam que o uso de recursos de RA melhoraria a sua aprendizagem na área de Biologia (Figura 4). Para esse construto, 84% dos participantes consideram recursos de RA úteis para o estudo do conteúdo (D05), 58% estimam que o uso de RA pode reduzir o tempo para entender o conteúdo (D06), 79% afirmam que a adoção desse tipo de material melhora a qualidade da compreensão (D07) e, além disso, 68% consideram que é importante o uso de recursos de RA em outras disciplinas (D08).

Figura 4: Utilidade percebida - apresentação de dados.



* 1 Discordo Completamente 2 Discordo 3 Não sei ou indiferente 4 Concordo 5 Concordo Completamente

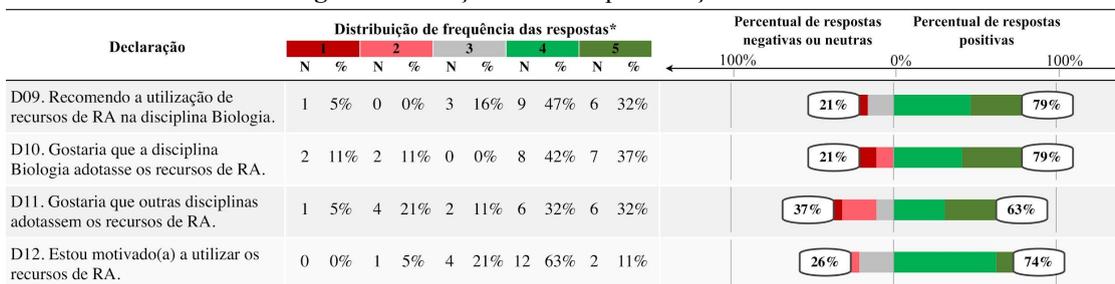
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.1.3. Intenção de uso

Quanto ao construto intenção de uso, buscou-se identificar nos participantes da pesquisa se existe interesse em utilizar os recursos de RA para o aprendizado no componente curricular de Biologia e em outras disciplinas, fornecendo, assim, mais evidências sobre a aceitação desse tipo de tecnologia.

Em todas as declarações associadas a este construto, mais de 60% dos participantes manifestaram respostas positivas. 79% dos participantes recomendam a utilização dos recursos na disciplina de Biologia (D09), 79% disseram que gostaria que a disciplina adotasse os recursos de RA (D10), 63% disseram que gostariam que os recursos de RA fossem, também, adotado em outras disciplinas (D11) e 74% dos participantes se demonstraram motivados a utilizar os recursos de RA (D12) (Figura 5).

Figura 5: Intenção de uso - apresentação de dados.



* 1 Discordo Completamente 2 Discordo 3 Não sei ou indiferente 4 Concordo 5 Concordo Completamente

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.1.4 Variáveis Externas

A análise de variáveis externas foi realizada para entender melhor quais fatores influenciam a facilidade de uso, utilidade percebida e a intenção de uso. A seleção dessas variáveis foi baseada em aspectos identificados nas Seções 2.2 e 2.3 deste artigo e na revisão de literatura do TAM. Neste estudo, as variáveis externas consideradas foram treinamento, características da interface do recurso e custo de uso (Figura 6).

Com base na breve explicação feita pelo pesquisador antes da realização do experimento, por meio de apenas das informações contidas no roteiro, 89% dos participantes disseram que as orientações do pesquisador (professor) para a utilização dos recursos de RA foram adequadas (D13) e, também, que o roteiro foi de fácil compreensão (D14). Sobre a interface, para 89% dos estudantes os recursos utilizados apresentaram um visual agradável (D15) e para 79% as imagens eram claras e objetivas (D16). Em uma declaração sobre o custo de uso dos recursos, apesar da maioria apontar respostas positivas, 26% dos discentes disseram não ter o dispositivo necessário para o uso dos recursos de RA (D17) e 47% declararam que não dispõem de acesso à internet para a utilização desse tipo de recurso (D18).

Figura 6. Variáveis Externas - apresentação de dados.



* 1 Discordo Completamente 2 Discordo 3 Não sei ou indiferente 4 Concordo 5 Concordo Completamente

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.2 Relação entre fatores que podem prejudicar a aceitação

Nesta seção, os dados das respostas negativas representadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6 são observados com mais detalhes, tendo o propósito de identificar evidências da relação entre fatores que podem prejudicar a aceitação da adoção de recursos de RA no ensino de Biologia, com o auxílio da matriz exposta no Quadro 3. Nessa matriz, cada célula expõe o número de respostas negativas atribuídas pelos participantes da pesquisa a, simultaneamente, dois itens do questionário aplicado no estudo.

De acordo com o Quadro 3, as variáveis externas que estão associadas ao custo de uso dos recursos, quando negativas, são as que mais estão associadas com respostas negativas aos construtos da aceitação dos recursos de RA. Contrapondo os dados da Figura 6 com os do Quadro 3, pode ser constatado que todos os 9 estudantes ($\cong 47\%$ dos participantes) que indicaram respostas negativas para para a declaração D18 (*tenho acesso à internet e o acesso aos recursos de RA não representa custo adicional*), também, revelaram respostas negativas para a D03 (*não é necessário treinamento para utilizar os recursos de RA*). Essa constatação evidencia que a **falta de acesso regular à internet** prejudica a percepção de facilidade de uso, demandando uma maior atenção à necessidade de treinamento dos discentes para a utilização dos recursos de RA.

Na Figura 6 e no Quadro 3, também, pode ser observado que todos os 5 estudantes ($\cong 26\%$ dos participantes) que deram respostas negativas para a declaração D17 (*tenho dispositivo móvel com sistema IOS ou Android, que permite acessar os recursos de RA*), concomitantemente, deram respostas negativas para a D03 (*não é necessário treinamento para utilizar os recursos de RA*). Isso reforça as evidências de que **discentes que não têm dispositivos** móveis poderão ter menos facilidade de uso dos recursos de RA, impondo a necessidade de maior treinamento desses estudantes.

Focando nos dados correspondente à utilidade percebida (Figura 4), nota-se que 8 estudantes ($\cong 42\%$ dos participantes) responderam negativamente à declaração D06 (*o uso de recursos de RA reduz o tempo para a compreensão do conteúdo*). No Quadro 3, observa-se que todos esses 8 discentes, também, apresentaram declarações negativas para D03 (*não é necessário treinamento para utilizar os recursos de RA*). Essas respostas negativas concomitantes para as declarações D03 e D06, reforçam os indícios de que a **falta de treinamento adequado** pode prejudicar a percepção de utilidade dos recursos de RA.

Ao se concentrar nos dados do construto intenção de uso (Figura 5), observa-se que 4 discentes ($\cong 21\%$ dos participantes) deram respostas negativas para D10 (*gostaria*

que a disciplina de Biologia adotasse os recursos de RA) e 5 estudantes ($\approx 26\%$ dos participantes) apresentaram respostas negativas para D11 (*gostaria que outras disciplinas de Biologia adotassem os recursos de RA*). O Quadro 3 expõe que todos esses discentes que apresentaram respostas negativas para D10 e D11, também, apresentaram respostas negativas para a declaração D03 (*não é necessário treinamento para utilizar os recursos de RA*). Essa constatação, mais uma vez, reforça as evidências de que a **falta de treinamento adequado** pode afetar a aceitação dos recursos de RA, prejudicando também a intenção de uso desses recursos pelos estudantes.

Quadro 3: Matriz de ocorrência simultânea de respostas negativas.

		Facilidade de Uso				Utilidade Percebida				Intenção de Uso				Variáveis Externas					
		D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18
Facilidade de Uso	D01																		
	D02	3																	
	D03	4	3																
	D04	2	1	10															
Utilidade Percebida	D05	2	2	2	1														
	D06	3	2	8	4	1													
	D07	2	1	3	1	1	2												
	D08	2	1	2	1	1	1	2											
Intenção de Uso	D09	1	0	1	1	0	1	1	1										
	D10	1	1	4	2	1	2	1	0	0									
	D11	2	2	5	2	1	3	1	0	0	3								
	D12	1	1	2	0	0	2	1	0	0	1	2							
Variáveis Externas	D13	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0						
	D14	2	1	2	1	0	2	1	1	1	0	1	1	0					
	D15	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0				
	D16	1	1	1	2	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0			
	D17	1	1	5	2	0	3	1	0	0	1	2	2	0	1	1	0		
	D18	4	3	9	4	2	5	3	2	1	3	3	2	1	2	1	1	5	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

5. Considerações Finais

O objetivo deste artigo foi avaliar a aceitação dos estudantes em relação a adoção de recursos de Realidade Aumentada (RA) no ensino de Biologia. Para alcançar esse objetivo, foi realizado um experimento envolvendo estudantes do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual São José, localizada no município de Aroeiras do Itaim - PI. Nesse experimento, os estudantes tiveram a oportunidade de utilizar recursos de RA para complementar as informações contidas em notas de aulas que abordavam o conteúdo de Citologia e, em seguida, preencheram um questionário. Esse questionário foi estruturado com declarações fundamentadas nos construtos do Modelo de Aceitação de Tecnologia, a partir das quais os estudantes puderam expressar as suas percepções a respeito da aceitação da adoção de recursos de RA.

Os dados coletados revelam que, de forma geral, os recursos de RA tiveram a aceitação pelos discentes, o que foi evidenciado na Seção 4 deste artigo, a qual expõe respostas positivas da maioria dos participantes da pesquisa em relação à facilidade de uso, à utilidade percebida e à intenção de uso desses recursos para auxiliar no processo de aprendizagem. Porém, conforme discutido na Seção 4.2, há a necessidade de observar fatores que podem ameaçar essa aceitação, especialmente, as dificuldades enfrentadas por estudantes que não possuem dispositivos (*smartphone* ou *tablet*) e que, também, não possuem acesso regular à Internet. Esses estudantes, por estarem menos habituados com o uso de dispositivos digitais, demandam uma atenção adicional e um treinamento prévio. Sem esse treinamento prévio e a disponibilidade dos dispositivos e

do acesso à Internet, os resultados apontam que a aceitação da RA será comprometida.

A partir dos resultados obtidos, acredita-se que este artigo possa auxiliar professores de Biologia, não apenas pela indicação do uso de recursos de RA, mas, principalmente, por realçar a percepção dos discentes a respeito da aceitação dessa tecnologia nos processos de aprendizagem. Os achados deste estudo, certamente, também podem contribuir para o planejamento de estratégias pedagógicas voltadas para outras áreas do conhecimento e outras unidades escolares. No entanto, é importante ressaltar que os dados analisados limitaram-se ao contexto de uma turma de Biologia, de uma escola estadual do município de Aroeiras do Itaim - PI. Além dessa limitação, neste trabalho, a percepção dos estudantes foi explorada apenas de forma quantitativa, por meio de dados coletados a partir de um questionário.

Apesar de ter alcançado o objetivo estabelecido nesta pesquisa, trabalhos futuros podem ser realizados para aprofundar a compreensão do uso da RA no ensino de Biologia. Nesse sentido, sugere-se a condução de estudos quantitativos e qualitativos para investigar as dificuldades enfrentadas pelos professores no desenvolvimento de recursos de RA e, também, metodologias que estimulem os próprios estudantes a produzirem e compartilharem esse tipo de recurso tecnológico.

Referências Bibliográficas

- ALVES, J.; DA SILVA, L.; DOS REIS, D. Reflexões sobre metodologias do ensino de Biologia. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, 1, 2020.
- AZUMA, R. *et al.* Recent advances in augmented reality. **Computer Graphics and Applications, IEEE**, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. BNCC. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18/09/2022.
- HAIR, J. *et al.* **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora, 2009
- HERPICH, F. *et al.* Realidade Aumentada em Geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental. **RENOTE**, 2017.
- HAUGSTVEDT, A; KROGSTIE, J. **Realidade aumentada móvel para o patrimônio cultural: um estudo de aceitação de tecnologia**. In: ISMAR. 2012.
- KRUIJFF, E.; SWAN II, J.; FEINER, S. **Perceptual issues in augmented reality revisited**. In: ISMAR. 2010.
- MACEDO, A.; DA SILVA, J.; BURIOL, T. Usando Smartphone e Realidade Aumentada para estudar Geometria espacial. **RENOTE**. 2016.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, 1994.
- NORMAND, J; MOREAU, G. **DoF-based Classification of Augmented Reality Applications**. In: ISMAR, 2012.
- PERSICO, D. *et al.* Adapting the Technology Acceptance Model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. **CHB**, 2014.
- PETERSEN, K. *et al.* Systematic mapping studies in software engineering. In: **International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. 2008.
- SILVA, J. *et al.* **Adoção de realidade aumentada no ensino de resistência dos materiais**. In: CBIE. 2015.
- WOJCIECHOWSKI, R.; CELLARY, W. Avaliação da atitude dos alunos em relação à aprendizagem em ambientes de realidade aumentada. **Computadores e educação**, 2013.