



UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA A APRENDIZAGEM DA FISIOLOGIA HUMANA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

USE OF DIFFERENT EDUCATIONAL TECHNOLOGIES FOR LEARNING HUMAN PHYSIOLOGY: A LITERATURE REVIEW

Gisele do Carmo Leite Machado Diniz¹

RESUMO

INTRODUÇÃO: As tecnologias educacionais são recomendadas para que os estudantes pensem, apliquem o conhecimento adquirido e experimentem emoções agregadoras.

OBJETIVOS: Descrever as tecnologias educacionais que têm sido utilizadas na disciplina de fisiologia humana, bem como avaliar seus impactos na satisfação, engajamento e aprendizagem dos estudantes.

METODOLOGIA: Estudo de revisão da literatura do tipo narrativa, com inclusão de artigos publicados nos últimos cinco anos que descreveram metodologias ativas de aprendizagem para a fisiologia humana.

RESULTADOS: Foram encontrados 180 e selecionados cinco estudos. O primeiro avaliou o uso de um vídeo animado na aprendizagem da fisiologia da lactação. Outros dois avaliaram o impacto da utilização da gamificação na aprendizagem da fisiologia renal e sanguínea, respectivamente. Na fisiologia cardíaca, foi avaliado se uma simulação computacional poderia otimizar a aprendizagem acerca do acoplamento excitação-contração dos cardiomiócitos. E finalmente, um estudo avaliou a utilização de questões de múltipla escolha em tempo real através de uma plataforma online de perguntas e respostas.

CONCLUSÃO: Diferentes tecnologias educacionais têm sido utilizadas para estimular a aprendizagem ativa da fisiologia humana nos cursos da área da saúde, o que têm gerado impactos positivos na satisfação e no engajamento dos estudantes. Entretanto, ainda é necessário elucidar a influência efetiva destas tecnologias sobre os resultados de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Fisiologia; Tecnologia educacional; Tecnologia digital; Ensino; Educação médica.

INTRODUCTION: Educational technologies are recommended for students to think, apply acquired knowledge and experience aggregating emotions. **OBJECTIVES:** to describe the educational technologies that have been used in the discipline of human physiology, as well as to evaluate their impact on student satisfaction, engagement and learning. **METHODOLOGY:** a narrative literature review study, including articles published in the last five years that described active learning methodologies for human physiology. **RESULTS:** A total of 180 studies were found and five were selected. The first evaluated the use of an animated video in learning about lactation physiology. Two others evaluated the impact of using gamification in learning about renal and blood physiology, respectively. In cardiac physiology, it was evaluated whether a computer simulation could optimize learning about the excitation-contraction coupling of cardiomyocytes. Finally, one study evaluated the use of real-time multiple-choice questions through an online question-and-answer platform. **CONCLUSION:** Different educational technologies have been used to stimulate active learning of human physiology in health courses, which have generated positive impacts on student satisfaction and engagement. However, it is still necessary to elucidate the effective influence of these technologies on learning outcomes. **KEYWORDS:** Physiology; Educational technology; Digital technology; Teaching; Medical education.

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias tem alterado de maneira relevante o modo como pensamos e realizamos diferentes tarefas, o que implica em diversas mudanças nas formas de viver, trabalhar e estudar (Kenski, 2003). Assim, as instituições de ensino têm um papel importante na implementação de uma educação que utilize e prepare para essas tecnologias.

O ensino superior tem mudado, mas ainda há muito o que se fazer. A forma de ensino observadora, na qual o estudante assiste aulas passivamente, não é mais funcional. Os estudantes possuem diferentes tipos de processos de aprendizagem (Maia, 2010; Dias; Sauaia; Yoshizaki, 2013), bem como tem havido um aumento crescente da gama tecnológica disponível para apoiá-los nos processos educativos.

A tecnologia pode ser usada, inclusive, para aumentar a satisfação dos estudantes com o conteúdo que lhes é proposto (Morgan *et al.*, 2015). Quanto mais jovem, maior a atração por modernidade, o que pode ser uma boa estratégia para despertar a vontade de aprender. Professores que utilizam ambientes de aprendizagem atrativos favorecem maior envolvimento, desempenho acadêmico e retenção dos estudantes no curso (Kilgour; Grundy; Monrouxe, 2016).

Entretanto, para que haja sucesso na implantação das tecnologias educacionais, a formação continuada se torna fundamental, pois, apoia os professores em relação às barreiras que impedem a integração efetiva das tecnologias em processos de inovação curricular (Costa e Felizardo, 2012). Não se trata de fazer o mesmo de outra forma mas, em função das potencialidades e das possibilidades de uso de tecnologias digitais nas práticas pedagógicas, deve-se efetivamente renovar os objetivos de aprendizagem (Escontrela Mao e Stojanovic Casas, 2004). Na prática, apesar de muitas instituições de ensino superior (IES) serem bem equipadas do ponto de vista tecnológico, nem sempre se efetivam propostas pedagógicas realmente inovadoras. As tecnologias precisam ser utilizadas para possibilitar que o estudante pense, aplique o conhecimento adquirido e experimente emoções agregadoras ao se deparar com diferentes conteúdos durante as aulas, integrando linguagens digitais em atividades diferenciadas daquelas habitualmente realizadas.

Na área da saúde, o estímulo ao pensamento analítico tem sido amplamente trabalhado em diferentes unidades curriculares. Um estudo da Johns Hopkins (Makary e Daniel, 2016) estimou que os erros médicos são a terceira principal causa de morte nos Estados Unidos. Este estudo é relativamente controverso (Shojania e Dixon-Woods, 2017) mas, no intuito de minimizar erros de diferentes dimensões, tem havido uma preocupação crescente em mitigar aprendizagens não significativas e desconectadas da realidade neste campo do conhecimento, e esta preocupação tem se difundido, inclusive, para unidades curriculares básicas tais como, anatomia e fisiologia humana.

A literatura relata muitos desafios associados, por exemplo, ao ensino de fisiologia tais como: a diversidade geracional dos estudantes; o crescimento tecnológico na educação e a mudança curricular com a implementação da educação baseada em competências no currículo de graduação de diferentes cursos (Soundarya, 2023). Assim, considerando que a fisiologia humana pode ser considerada uma unidade curricular integradora na área da saúde e que ela estabelece uma base sólida para a compreensão da fisiopatologia e das características clínicas de uma doença, é de suma importância verificar quais as tecnologias educacionais têm sido mais recentemente utilizadas nesta área do conhecimento e o impacto das mesmas na satisfação e na aprendizagem dos estudantes.

Desta forma, os objetivos deste estudo foram descrever as tecnologias educacionais que têm sido utilizadas nas unidades curriculares de fisiologia humana, bem como avaliar seus impactos na satisfação e na aprendizagem dos estudantes de graduação da área da saúde.

REVISÃO DA LITERATURA

As áreas de pesquisa que mais aplicam métodos ativos de aprendizagem, inclusive com o uso de diferentes tecnologias, são as áreas da saúde, como medicina, enfermagem, farmácia, odontologia e nutrição, assim como as engenharias, demonstrando a preocupação destes cursos com um aprendizado mais ativo de seus estudantes (Marques, 2021).

Na área da saúde, o pensamento clínico é uma habilidade essencial para diagnosticar, analisar e raciocinar a partir de diferentes ângulos. Desta forma, o

pensamento clínico passa a ser um resultado educacional importante dos programas de graduação na área da saúde e seu cultivo, está no cerne para melhorar a qualidade da formação como um todo. Um estudo foi conduzido no decorrer de um semestre letivo com estudantes de medicina do terceiro ano que já haviam concluído disciplinas básicas como anatomia, fisiologia, histologia, bioquímica, imunologia e fisiopatologia (Zhou *et al.*, 2023). Durante esse período, o grupo controle participou apenas do programa de ensino tradicional baseado em aulas expositivas, enquanto o grupo aprendizagem baseada em problemas (PBL) participou de um currículo PBL adicional além do programa de ensino tradicional. Ambos os grupos de estudantes completaram o mesmo teste para avaliar sua capacidade de pensamento clínico. Os autores observaram que o modelo de currículo PBL integrado teve um impacto ativo na melhoria da capacidade de pensamento clínico de estudantes de graduação em medicina.

Disciplinas consideradas básicas como a anatomia e a fisiologia humana foram ministradas durante muitos anos sem estimular o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes, o que frequentemente as tornava desmotivantes ou secundárias em relação às unidades curriculares aplicadas e profissionalizantes. Entretanto, a partir do momento que uma base intelectual é estabelecida para compreender os benefícios adaptativos das características anatômicas ou fisiológicas, afasta-se da simples memorização e inicia-se a busca pelo pensamento analítico. Toda a divulgação de conteúdo da anatomia e da fisiologia pode e deve proporcionar o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico (Silldorff e Robinson, 2023).

A educação em uma cultura digital se efetiva quando ocorre o acesso à uma moderna infraestrutura de tecnologia digital, bem como a formação continuada de professores e gestores para a efetiva integração dessas tecnologias ao currículo (Scherer e Brito, 2020). Um estudo avaliou diferentes características do ensino digital na educação médica (Yeung *et al.*, 2022). Os resultados revelaram 3978 publicações, sendo que os países mais produtivos foram os Estados Unidos e o Reino Unido. Alguns dos temas mais citados foram realidade virtual, inovação, teste, eficácia e anatomia. Diferentes aspectos na educação médica foram experimentados para o ensino digital, como educação em anatomia, histologia, medicina complementar, química medicinal e suporte básico de vida. Alguns dos estudos analisados mostraram que o ensino digital pode aumentar a satisfação com o

aprendizado, ganho de conhecimento e até mesmo otimizar a relação custo-benefício.

A aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) no processo de ensino e aprendizagem vem aumentando progressivamente na área básica da formação médica e de outros profissionais da saúde (Silva *et al.*, 2024). No que tange a fisiologia humana, uma revisão da literatura acerca da sala de aula invertida demonstrou que a pesquisa neste campo se concentra em questões tais como ensino híbrido, aprendizagem ativa e autônoma e desempenho do aluno (He *et al.*, 2024). Segundo os autores, o desenvolvimento da sala de aula invertida na unidade curricular de fisiologia humana está vinculado à moderna tecnologia da informação, à pandemia de COVID-19 e à reforma das políticas educacionais.

É fato que o desenvolvimento de plataformas virtuais de ensino e o uso de estratégias de gamificação na área da fisiologia humana também vem crescendo dentro do ambiente acadêmico. Assim, justifica-se a busca por estudos envolvendo tecnologias educacionais mais recentemente utilizadas nas unidades curriculares de fisiologia humana, bem como a avaliação do impacto das mesmas na satisfação e na aprendizagem de estudantes de graduação da área da saúde.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão da literatura do tipo narrativa, sendo as buscas realizadas em março de 2025 nas bases de dados Scielo e PubMed. Foram utilizados os seguintes descritores e todas as suas variações na língua inglesa: fisiologia, tecnologia educacional; tecnologia digital; ensino e educação médica.

Os critérios de inclusão estabelecidos pela autora foram artigos dessas bases de dados publicados nos últimos 5 anos, que tinham por objetivo descrever o emprego de tecnologias educacionais e seus resultados na aprendizagem ou na satisfação dos estudantes de fisiologia humana dos cursos da área da saúde. Foram incluídos estudos nos idiomas inglês, português e espanhol. Os critérios de exclusão foram artigos focados em apenas uma área de interesse, como por exemplo odontologia, e aqueles com metodologias não detalhadas adequadamente.

Posterior à busca realizada nas bases de dados, todos os títulos foram lidos, sendo selecionados aqueles que atenderam aos critérios de inclusão. Em seguida, a

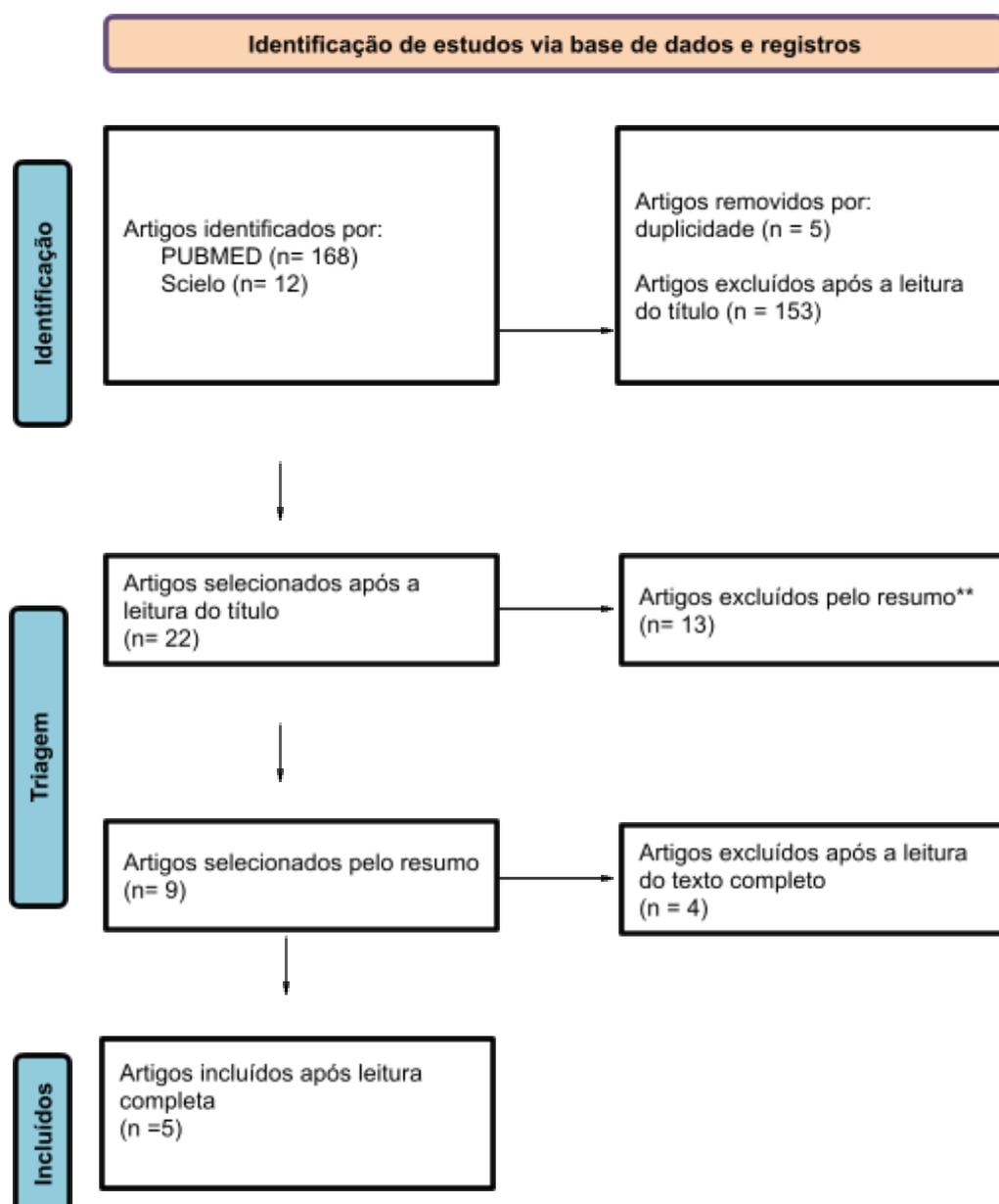
leitura dos resumos de interesse foi realizada, bem como foram lidos os textos completos selecionados de acordo com os critérios do estudo.

Dos artigos selecionados foram extraídos os seguintes dados: autor, título, ano de publicação, tipo de estudo, objetivo do estudo, origem do estudo, tamanho da amostra, intervenção e resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as pesquisas foram encontrados 180 artigos. Após leitura criteriosa dos títulos, dos resumos e dos textos na íntegra, foram selecionados cinco artigos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos



Fonte: elaborado pela autora

Dos cinco artigos incluídos, todos descreveram as informações de interesse do presente estudo (tabela 1). Um artigo avaliou o uso de um vídeo animado na aprendizagem da fisiologia da lactação (Cherubim *et al.*, 2024) e dois artigos descreveram o impacto da utilização da gamificação na aprendizagem da fisiologia humana, sendo um deles relacionado com a fisiologia renal (Parayba Junior *et al.*, 2024) e o outro, com a fisiologia sanguínea (Perrin *et al.*, 2023). No que tange a fisiologia cardíaca, um artigo (Jeon *et al.*, 2020) avaliou se um modelo matemático de simulação computacional do miócito ventricular humano (Cardiac E-C Sim) otimizaria a aprendizagem acerca do acoplamento excitação-contração (E-C) dos cardiomiócitos. Em relação à fisiologia humana como um todo, um artigo avaliou o impacto da inclusão de questões de múltipla escolha em tempo real utilizando uma plataforma online de perguntas e respostas (Goyal; Agarwal; Goel, 2023).

Quanto mais significativa é a aprendizagem, mais o estudante aprende e passa a atuar de maneira autônoma ao longo de sua trajetória profissional. Práticas pedagógicas que promovem a aprendizagem significativa são imprescindíveis, especialmente quando a intenção é utilizar recursos tecnológicos que possam contribuir com a formação profissional (Felício *et al.* 2020). Desta forma, as tecnologias educacionais utilizadas, bem como os resultados obtidos nos artigos selecionados serão detalhados a seguir no intuito de fornecer subsídios pedagógicos adicionais aos docentes das unidades curriculares relacionadas à fisiologia humana.

Começando pela fisiologia da lactação, esta compreende um conjunto de conteúdos acerca dos hormônios e sua atuação na produção de leite materno, sendo considerado complexo e abstrato por muitos estudantes (Conca *et al.*, 2021; Boss *et al.*, 2018). Assim, tecnologias audiovisuais podem ser ferramentas mediadoras do ensino-aprendizagem para esta vertente da fisiologia humana, pois, possui potencial educativo tanto para a obtenção de conhecimentos científicos, quanto para a autonomia do discente em seus construtos cognitivos (Nicolaou; Matsiola; Kalliris, 2019).

Um estudo avaliou a adequação, os facilitadores e as barreiras para o uso de um vídeo animado na aprendizagem da fisiologia da lactação (Cherubim *et al.*, 2024).

Tabela 1 – Caracterização dos estudos selecionados

Autores	Ano	Título	Tipo de Estudo	Objetivos do Estudo	Origem do Estudo	Tamanho da amostra	Intervenção	Resultados
Daiani Oliveira Cherubim Polyana de Lima Ribeiro Tassiane Ferreira Langendorf Cristiane Cardoso de Paula Stela Maris de Mello Padoin	2024	Avaliação de tecnologia educacional de fisiologia da lactação por estudantes da saúde	Estudo transversal	Avaliar a adequação, os facilitadores e as barreiras para o uso de um vídeo animado na aprendizagem da fisiologia da lactação por estudantes de graduação da área da saúde.	Brasil	88 estudantes da área da saúde	Apresentação de um vídeo como facilitador para a aprendizagem da fisiologia da lactação	O videoclipe foi avaliado como adequado em todos os atributos a saber: interatividade, objetivo, relevância; eficácia e clareza.
Marcelo Coelho Parahyba Júnior Renato Brito Oliveira Martins Karla Maryana	2024	O uso da gamificação no ensino da fisiologia renal	Estudo prospectivo	Analisar a percepção de estudantes do segundo semestre de um curso de Medicina acerca da utilização de um jogo sobre os principais	Brasil	104 estudantes de medicina	A atividade consistiu em uma dinâmica que usou um jogo de tabuleiro com cartas sobre a fisiologia renal	A maioria dos estudantes considerou que a gamificação os estimulou e auxiliou no estudo dos assuntos propostos, consolidando os

Lima Loiola
Weyne
Natália
Pessoa
Eufrásio
Nogueira
Edson Lopes
da Ponte
Gabriela
Fernandes
Oliveira
Marques
Leidiane
Pinho da
Silva

conceitos de
fisiologia renal.

temas já vistos
em aulas
tradicionais.

Julien Perrin
Amélie
Meeus Julien
Broseus
Julien
Gravoulet
Maud D'Aveni

2023

A serious
game about
hematology
for health
care workers
(SUPER
HEMO):
Development
and validation
study

Estudo de
desenvolvi-
mento e
validação

Desenvolver e
validar um jogo
sobre análise de
hemograma
completo para
estudantes de
saúde.

França

86
estudante
s
voluntário
s dos
cursos de
medicina
e
farmácia

Um videogame
de aventura
chamado
SUPER HEMO
foi desenvolvido
e testado. Nele
o jogador
assumia o papel
de um
protagonista em
uma história
interativa
conduzida por
testes de
exploração e
resolução de

A maioria dos
estudantes
gostou de jogar
SUPER HEMO e
sentiu que
aprendeu com
ele. A
comparação do
pós teste com o
pré teste
demonstrou bons
resultados em
ambos os cursos.
Entretanto, os
resultados de
aprendizagem

problemas relacionados à fisiologia sanguínea.

aferidos através do exame final foram significativamente melhores em relação aos colegas que não jogaram o SUPER HEMO apenas no grupo de estudantes da medicina.

Young K.
Jeon Jae B.
Youm Kotdaji
Ha JooHan
Woo Hae
Y.Yoo Chae H
Leem Seung
H Lee Sung
J. Kim

2020

Teaching cardiac excitation-contraction coupling using a mathematical computer simulation model of human ventricular myocytes

Estudo prospectivo

Avaliar se um modelo matemático de simulação computacional do miócito ventricular humano (Cardiac E-C Sim) otimizaria a aprendizagem acerca do acoplamento excitação-contracção (E-C) dos cardiomiócitos

Coreia do Sul

304 estudantes de medicina

Após 3 h de aulas expositivas sobre a fisiologia cardíaca, os estudantes utilizaram o simulador. Questionários de satisfação e testes de conhecimento foram aplicados.

Considerando as pontuações do exame e o feedback dos estudantes, a utilização do simulador contribuiu para melhorar a compreensão da fisiologia cardíaca.

Manish Goyal Mayank Agarwal Arun Goel	2023	Interactive Learning: Online Audience Response System and Multiple Choice Questions Improve Student Participation in Lectures	Estudo quasi experimental	Coletar feedback sobre a inclusão de questões de múltipla escolha em aulas usando um sistema de perguntas e respostas online	Índia	114 estudantes de medicina	Uma aula com questões de múltipla escolha estrategicamente e integradas foi ministrada em um ambiente de sala de aula tradicional. Os estudantes responderam aos dez questões e forneceram feedback via sistema de resposta usando seus celulares.	Este estudo sugere que utilizar plataformas online de perguntas e respostas pode ser uma estratégia pedagógica valiosa na educação para a área da saúde e pode melhorar a experiência de aprendizagem ao aumentar o engajamento, atenção e habilidades de pensamento crítico.
--	------	---	---------------------------	--	-------	----------------------------	--	---

Fonte: elaborado pela autora

A intervenção consistiu na apresentação de um vídeo, previamente validado por especialistas, para 88 estudantes de graduação da área da saúde, sendo que ele foi avaliado como adequado em todos os atributos: interatividade, objetivo, relevância; eficácia e clareza. Entretanto, os autores indicaram algumas limitações relevantes, tais como a baixa participação dos estudantes mesmo utilizando questionários online para facilitar o acesso remoto e a exclusão de estudantes com deficiências visuais ou auditivas uma vez que o vídeo não foi desenvolvido com recursos de acessibilidade para esses grupos. Portanto, os achados deste estudo são relevantes, mas devem ser interpretados com cautela, considerando essas limitações. Enfim, os autores recomendam que o vídeo seja associado a um processo ativo de aprendizagem de forma a influenciar na discussão de situações reais da prática profissional, nas quais esse conhecimento será aplicado.

Quanto à gamificação, esta é definida como a aplicação das estratégias dos jogos nas atividades do dia a dia no intuito de aumentar o engajamento dos participantes. A motivação psicológica por trás da gamificação retrata que o objetivo, bem como a disputa movem muitos seres humanos, e a competição, frequentemente, é a base do processo de aquisição de conhecimentos (Murr; Ferrari, 2020). Jogos de tabuleiro por exemplo, são capazes de despertar a atenção, o entusiasmo, a motivação, a dinâmica, a diversão, a atratividade, a competitividade e a interação entre os participantes, aspectos considerados importantes para o processo de aprendizagem, principalmente em relação a assuntos mais complexos, como a fisiologia humana (Villena Martínez, *et al.*, 2023).

No intuito de analisar a percepção de 104 estudantes do segundo semestre de um curso de Medicina acerca da utilização da gamificação para abordar os principais conceitos de fisiologia renal, um estudo elaborou e propôs um jogo de tabuleiro (Parayba Junior *et al.*, 2024). Este jogo possuía 25 cartas de perguntas, sendo cada uma delas com cinco dicas referentes aos conceitos da fisiologia do sistema renal, e cinco cartas de palpite a qualquer hora. A estruturação deste jogo foi definida para um público de quatro a 60 participantes em cada partida, sendo a duração em torno de 100 minutos (90 minutos para o jogo e dez minutos para o preenchimento do questionário). O tabuleiro em formato de néfron foi projetado no quadro e continha 18 casas que iam desde os glomérulos, passando por cada segmento tubular até chegarem ao ducto coletor. Após o término do jogo, um

questionário composto por 11 perguntas foi aplicado aos estudantes. As variáveis investigadas foram: idade, sexo, a experiência prévia com a gamificação, a contribuição da aula teórica para a prática, a adequação da duração da aula prática, a mudança de estímulo para estudar após a prática, se a prática facilitou a compreensão dos assuntos, se os estudantes gostariam de ter mais assuntos abordados dessa maneira, qual o método seria o melhor para assimilar o conteúdo (aula tradicional, aula tradicional seguida por gamificação ou só a gamificação), como eles percebiam o uso da gamificação da aula prática (bom, ótimo, regular ou indiferente) e se tinham algum comentário extra a fazer sobre a atividade. Os principais resultados demonstraram a importância desse método para facilitar a compreensão do assunto, o que foi reforçado por 94,2% dos estudantes. Entretanto, 96,3% deles também reconheceram a importância das aulas teóricas para embasar a discussão em grupo durante a prática. Além disso, 91,3% responderam que gostariam de ter mais assuntos abordados desta forma. A principal limitação apontada pelos autores foi não ter sido possível analisar a eficácia da gamificação por meio de um pré e pós-teste comparando o método de ensino tradicional com a metodologia ativa, o que traria maior amplitude aos resultados.

Na mesma linha da gamificação, um outro estudo desenvolveu e validou um jogo sobre a análise de hemograma completo para estudantes de saúde (Perrin *et al.*, 2023). Um videogame de aventura chamado SUPER HEMO, no qual o jogador assumia o papel de um protagonista em uma história interativa conduzida por testes de exploração e resolução de problemas, foi desenvolvido pelos autores para aumentar a motivação dos estudantes em aprender sobre a hematologia e, posteriormente, foi testado por 86 estudantes dos cursos de farmácia e medicina. Testes pré e pós-jogo, bem como pesquisas de satisfação e os resultados finais do exame de hematologia foram analisados. Os resultados demonstraram que um efeito positivo do SUPER HEMO foi claramente observado para o conhecimento de curto prazo, ou seja, os resultados dos pré e pós-testes. Entretanto, a medição do resultado da aprendizagem aferidos através dos resultados do exame final não mostrou diferença significativa no grupo de estudantes do curso de farmácia. Na avaliação hematológica final, os estudantes de medicina que jogaram SUPER HEMO tiveram uma pontuação mediana ligeiramente melhor do que aqueles que não jogaram: 13 de 20 versus 12 de 20, respectivamente ($P=0.002$). Entretanto, os

estudantes de farmácia que jogaram SUPER HEMO tiveram uma pontuação mediana de 21,75 de 30; o que não foi significativamente diferente dos estudantes de farmácia que não jogaram SUPER HEMO (20/30; $p=.12$). Entre os participantes que responderam à pesquisa, mais de 86% acreditaram que fortaleceram seus conhecimentos e quase 80% deles se divertiram. Uma limitação do estudo apontada pelos autores foi a não obrigatoriedade da adesão ao jogo, o que pode ter levado à participação daqueles estudantes naturalmente mais motivados.

A simulação é uma metodologia ativa de aprendizagem que visa reproduzir processos ou dinâmicas de qualquer fenômeno no mundo real. Na área da saúde, o treinamento com simuladores de pacientes humanos é amplamente utilizado para que os estudantes possam desenvolver habilidades em situações diversas de forma motivada e participativa (Al-Elq, 2010). Na educação em fisiologia humana, as simulações matemáticas computacionais de modelos celulares e de órgãos têm a capacidade de superar dificuldades como as limitações do aprendizado baseado apenas em aulas expositivas e a necessidade de equipamentos caros (Greenhalgh, 2001).

Desta forma, no intuito de otimizar a aprendizagem acerca do acoplamento excitação-contração (E-C) dos cardiomiócitos, um estudo desenvolveu e avaliou um modelo matemático de simulação computacional do miócito ventricular humano (Cardiac E-C Sim) com 304 estudantes de um curso de medicina (Jeon et al, 2020). O objetivo de introduzir a simulação computacional na prática foi permitir que os estudantes interpretassem integrativamente os conceitos de acoplamento E-C cardíaco. Além disso, ao manipular vários parâmetros da interface do usuário, os estudantes poderiam imitar situações clínicas onde o conhecimento fisiológico básico poderia ser aplicado para entender os mecanismos patológicos e farmacológicos. Primeiramente, três horas de aulas expositivas foram ministradas sobre os seguintes temas: estrutura celular cardíaca, miofilamentos e características gerais; correntes iônicas e canais/transportadores em cardiomiócitos; e manuseio do cálcio e processos de acoplamento E-C. Em seguida, duas horas de prática foram conduzidas usando o Cardiac E-C Sim. Os estudantes seguiram então sete etapas de experimentos virtuais em seus próprios computadores de acordo com o manual fornecido pelo grupo de ensino, o que levou em torno de 90 minutos. O manual ajudou os estudantes a mudar as variáveis de intensidade ou frequência dos

estímulos sem informá-los sobre os resultados previstos. Questionários de satisfação e testes de conhecimento foram aplicados. Considerando as pontuações do exame e o feedback dos estudantes, os autores concluíram que a utilização do simulador contribuiu para melhorar a compreensão da fisiologia cardíaca. Entretanto, algumas limitações foram apontadas para este estudo, tais como: a porcentagem total de respostas ao questionário não foi satisfatoriamente alta e um questionário de acompanhamento para a mesma aula não foi elaborado para avaliar os resultados de longo prazo.

E finalmente, as questões de múltipla escolha podem ser uma boa opção para os professores, uma vez que propiciam economia de tempo em relação às correções, maior tempo para se concentrar em outros aspectos do ensino e para fornecer feedback de qualidade aos estudantes. Quando bem elaboradas, exigem que os estudantes apliquem seus conhecimentos, analisem as informações e decidam com base nas opções fornecidas. Assim, questões de múltipla escolha podem promover a participação ativa dos estudantes, aumentando a atenção e proporcionando uma experiência de aprendizagem mais dinâmica e interativa, além de ajudá-los a identificar equívocos ou lacunas de conhecimento (Kurtz *et al.*, 2019). Quando questões de múltipla escolha são utilizadas através de plataformas *online* que permitem criar apresentações interativas com enquetes, quizzes e votações ao vivo, por exemplo, pode haver um aumento ainda maior da aprendizagem ativa. Os estudantes respondem às questões em tempo real durante as aulas expositivas, e, em seguida, recebem feedback imediato, o que potencialmente aumenta o engajamento.

Considerando esta premissa, um estudo coletou feedback acerca da inclusão de questões de múltipla escolha nas aulas de fisiologia humana através de uma plataforma online de apresentações interativas (Goyal; Agarwal; Goel, 2023). Os 114 estudantes de medicina responderam a dez questões em tempo real e forneceram feedback via sistema de resposta usando seus celulares. Os resultados indicaram que integrar questões de múltipla escolha de forma online em aulas expositivas aumentou o engajamento, a compreensão acerca do conteúdo e as habilidades de pensamento crítico dos estudantes, sem causar distrações ou desconforto significativos. Entretanto, uma vez que não foram utilizadas medidas objetivas de resultados de aprendizagem, como avaliações de conhecimento pré e pós-aula ou

desempenho em exames padronizados para fornecer evidências mais robustas, algumas limitações foram apontadas pelos autores. Uma delas foi a dependência de dados autorrelatados, que podem estar sujeitos a recordação ou outros vieses. Além disso, o tamanho da amostra foi relativamente pequeno e o estudo foi conduzido em um único centro durante uma única aula de uma hora.

De forma complementar a esta temática e considerando a que a inteligência artificial (IA) tem estado cada vez mais presente na rotina universitária, um estudo avaliou a viabilidade do uso do ChatGPT, Bard e Bing na geração de questões relacionadas à fisiologia humana (Agarwal *et al.*, 2022). Os prompts foram dados por três professores fisiologistas ao ChatGPT, Google Bard e Microsoft Bing para a geração de questões de fisiologia baseadas em raciocínio. Posteriormente, estes recursos tecnológicos foram comparados pelos próprios autores quanto à capacidade de atender a demanda proposta. Os resultados demonstraram que o ChatGPT gerou as questões mais válidas, mas estas foram as menos difíceis. Nenhuma das três IAs conseguiu gerar um número considerável de questões que exigissem um alto nível de compreensão do assunto, ou seja, capacidade de raciocínio. Durante a análise das questões, foram identificadas algumas deficiências. As questões criadas pelo Bing e pelo Bard não preenchiam os critérios de uma questão ideal. Foi observado que o ChatGPT gerou questões com o menor índice de similaridade de texto, enquanto o Bing teve o maior índice. Considerando o fato de que este estudo foi publicado no ano de 2022 e a rapidez com que a IA tem se desenvolvido, provavelmente houve um progresso significativo nas lacunas apontadas pelos autores. De qualquer forma, é importante que os professores que ministram a unidade curricular de fisiologia humana estejam atentos aos diferentes modelos de IA e suas limitações na geração de conteúdos e questões para o uso educacional. Este último estudo, apesar de relevante, não foi incorporado na tabela de resultados por não ter envolvido a participação de estudantes universitários o que, conseqüentemente, impossibilitou a geração de dados em relação à satisfação dos mesmos e seus resultados de aprendizagem.

Uma possível limitação do presente estudo foi o pequeno número de artigos incluídos. Vale ressaltar que a autora estabeleceu como critério de busca os artigos publicados nos últimos cinco anos no intuito de obter dados acerca das tecnologias educacionais mais recentemente utilizadas no ensino da fisiologia humana. Além

desta, uma outra possível limitação foi a pequena gama de tecnologias descritas nos estudos avaliados, o que impossibilitou uma comparação mais abrangente dos pontos positivos e negativos entre os estudos. O fato de apenas dois estudos terem avaliado o impacto direto das tecnologias utilizadas nos resultados de aprendizagem reforça a importância de que estudos futuros chequem, não somente as impressões que os alunos têm acerca das tecnologias educacionais, mas principalmente se os resultados de aprendizagem estão sendo alcançados.

CONCLUSÃO

Diferentes tecnologias educacionais têm sido utilizadas para estimular a aprendizagem ativa da fisiologia humana nos cursos da área da saúde, o que têm gerado impactos positivos na satisfação e no engajamento dos estudantes. Entretanto, ainda é necessário elucidar a influência efetiva destas tecnologias sobre os resultados de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, Mayank; SHARMA Priyanca, GOSWAMI Ayan. Analysing the Applicability of ChatGPT, Bard, and Bing to Generate Reasoning-Based Multiple-Choice Questions in Medical Physiology. **Cureus**, São Francisco, v. 15, n. 6, p. e 40977, jun. 2023.
- AL-ELQ, Abdulmohsen. Simulation-based medical teaching and learning. **Journal of family & community medicine**, Al-Khobar, v. 17, n. 1, p. 35-40, apr. 2010.
- BOSS, Melinda; GARDNER, Hazel ; HARTMANN, Peter. Normal Human Lactation: closing the gap. **F1000Research**, Londres, vol. 7, p. 1-12, jun. 2018.
- CHERUBIM, Daiani Oliveira *et al.* Assessment of educational technology in lactation physiology by health students. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 77, n. 2, p. e20230252, 2024.
- CONCA, F *et al.* The multidimensionality of abstract concepts: A systematic review. **Neuroscience and biobehavioral reviews** vol. 127, p. 474-491, 2021.
- COSTA, Fernando Albuquerque; FELIZARDO, Maria Helena. A formação de professores e a integração das TIC no currículo: com que formadores? In: CONGRESSO INTERNACIONAL TICEDUCA, 2., 2012. Lisboa. Anais [...]. Lisboa, 2012. Disponível em: http://cefopna.edu.pt/revista/revista_08/es_05_08_mhf_fac.htm Acesso em: 26 fev. 2025.
- DIAS, George Paulus Pereira; SAUAIA, Antônio Carlos Aidar.; YOSHIZAKI, Hugo Tisugunobu. Estilos de aprendizagem Felder-Silvermaneo aprendido com jogos de empresa. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 469-484, 2013.
- ESCONTRELA MAO, Ramón; STOJANOVIC CASAS, Lily. La integración de las TIC en la educación: apuntes para un modelo pedagógico pertinente. **Revista de Pedagogía**, Caracas, v. 25, n. 74, p. 481-502, set. 2004. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079897922004000300006&lng=es&tlng=es. Acesso em: 26 fev. 2025.
- FELÍCIO, Caroline Duailibi; VALENTIM, Clarice Cardoso; SOUZA, Maria Luiza Moreira de; SOUZA, Maria Laura Moreira de Souza Moreira de; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de. Recursos tecnológicos como possibilidades para a prática pedagógica. **SCIAS - Educação, Comunicação e Tecnologia**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 99–116, 2020. DOI: 10.36704/sciaseducomtec.v2i1.4690. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/sciasedcomtec/article/view/4690>. Acesso em: 3 abr. 2025.

GOYAL, Manish; AGARWAL, Mayank; GOEL, Arun. Interactive Learning: Online Audience Response System and Multiple Choice Questions Improve Student Participation in Lectures. **Cureus**, São Francisco, v. 15, 7 e42527. 27, Jul. 2023.

GREENHALGH, Trisha. Computer assisted learning in undergraduate medical education. **BMJ**, Londres, v. 322, p. 40-4. 2001.

JEON, Young Keul *et al.* Teaching cardiac excitation-contraction coupling using a mathematical computer simulation model of human ventricular myocytes. **Advances in physiology education**, Bethesda, v. 44, n.3, p. 323-333, apr. 2020.

HE, Zonglin *et al.* Inverted Classroom Teaching of Physiology in Basic Medical Education: Bibliometric Visual Analysis. **JMIR medical education**, Toronto, v. 10 e52224. 25, Jun. 2024.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias de ensino presencial e a distância**. São Paulo: Papirus, 2003.

KILGOUR, James; GRUNDY, Liza.; MONROUXE, Lynn. A rapid review of the factors affecting healthcare students' satisfaction with small-group, active learning methods. **Teaching and Learning in Medicine**, Springfield, v. 28, n. 1, p. 15-25, 2016.

KURTZ, Josh *et al.*. Creating assessments as an active learning strategy: what are students' perceptions? A mixed methods study. **Medical education online**. v.24, n. 1, p. 3-10, dec. 2019.

MAIA, Marta de Campos. Entendendo a necessidade de renovação no processo de ensino e aprendizagem. **RAE-Eletrônica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1, 2010.

Disponível em:

<https://rae.fgv.br/rae-eletronica/vol9-num1-2010/entendendo-necessidade-renovacao-no-processo-ensino-aprendizagem> Acesso em: 27 fev. 2025.

MAKARY, Martin; DANIEL, Michael. Medical error- the third leading cause of death in the US. **BMJ**, Londres, v. 3, p. 353, may. 2016.

MARQUES, Humberto Rodrigues *et al.* Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 26, n. 03, p. 718-741, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1590/s1414-40772021000300005>

MORGAN, Helen. *et al* The flipped classroom for medical students. **The Clinical Teacher**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 155-160, 2015.

MURR, Caroline; ElisaFERRARI, Gabriel. Entendendo e aplicando a gamificação: o que é, para que serve, potencialidades e desafios. Florianópolis: **UFSC**; 2020 [acesso em 01/02/23]. Disponível em: https://www.lantec.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/06/eBOOK_2-Gamificacao.pdf

NICOLAOU, Constantinos; MATSIOLA, Maria; KALLIRIS, George. Technology-Enhanced Learning and Teaching Methodologies through Audiovisual Media. **Education Sciences**, Basel, v.9, n.3, p:196, 2019.

PARAHYBA JÚNIOR, M. C. et al.. O uso da gamificação no ensino da fisiologia renal. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 48, n. 4, p. e131, 2024.

PERRIN, Julien et al. A Serious Game About Hematology for Health Care Workers (SUPER HEMO): Development and Validation Study. **JMIR serious games**, v. 11 e40350. 13 Feb. 2023.

SCHERER, S.; BRITO, G. DA S. Integração de tecnologias digitais ao currículo: diálogos sobre desafios e dificuldades. **Educar em Revista**, v. 36, p. e76252, 2020.

SOUNDARIYA, Krishnamurthy; VELUSAMI, Deepika. Incorporating ABC in physiology education: Active learning, blended learning and curricular changes. **The National medical journal of India**, Nova Delhi, v. 36, n. 3, p. 182-186. May-jun. 2023.

SHOJANIA, Kaveh; DIXON-WOODS, Mary. Estimating deaths due to medical error: the ongoing controversy and why it matters. **BMJ Quality & Safety** 2017;**26**:423-428.

SILLDORFF, Erik P, ROBINSON Gerald D. Development of critical thinking skills in human anatomy and physiology. **Advances in physiology education**, Bethesda. v. 47, n.4, p:880-885, dec. 2023.

SILVA, RS et al. The increasing inclusion of technologies in histology teaching: A systematic review. **Morphologie, Paris**, v.108, n. 362), p :100784. Sep, 2024

VILLENA MARTINEZ, Elisa Isabel et al. Serious board games for enhancing socioemotional skills and their impact on motivation in university students. *Journal of Management Business Education*. v. 6, n.3, p:488-50, Dec. 2023.

YEUNG, Andy Wai Kan et al. Digital Teaching in Medical Education: Scientific Literature Landscape Review. **JMIR medical education**, Toronto, v. 8,1 e32747. 9 Feb. 2022.

ZHOU, Feng et al. The impact of an integrated PBL curriculum on clinical thinking in undergraduate medical students prior to clinical practice. **BMC medical education**, Londres, v. 23, n.1, p.460. Jun. 2023.