

CONEXÕES 3D: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO INVESTIGATIVO DA FISIOLOGIA HUMANA

Luiz Felipe Loureiro Mascarenhas¹, Gabriel Giacomine de Souza², Ana Julia Sutil Nascimento³, Kayke Souza Evangelista⁴, Ana Caroline da Silva Manoel⁵, Márcia Regina Holanda da Cunha⁶ e Maria Teresa Martins de Araújo⁷.

¹ UFES/Centro de Educação Física e Desportos, luiz.felipe.lm@hotmail.com

² UFES/Centro de Artes, gabriel.souza.20@edu.ufes.br

³ UFES/Centro de Artes, anajulia140405@gmail.com

⁴ UFES/Centro de Artes, kaykeevangelista11@gmail.com

⁵ UFES/Centro de Ciências da Saúde, ana.manoel@edu.ufes.br

⁶ UFES/Centro de Educação Física e Desportos, Cunha.mrh@gmail.com

⁷ UFES/Centro de Ciências da Saúde, maraujo0027@gmail.com

INTRODUÇÃO

O ensino de Fisiologia nos cursos da área da saúde apresenta desafios recorrentes, especialmente no que se refere à compreensão de estruturas e processos abstratos, como a sinapse e a condução nervosa. Esses conteúdos, fundamentais para a formação profissional, ainda são frequentemente abordados por meio de metodologias expositivas e recursos bidimensionais, o que pode dificultar a construção de significados pelos estudantes e limitar a articulação entre forma, função e processo fisiológico (Carvalho, 2010).

Sob a perspectiva construtivista e do Ensino de Ciências por Investigação, a aprendizagem em Ciências da Saúde é potencializada quando os estudantes são inseridos em situações-problema, mobilizam conhecimentos prévios, investigam fenômenos, constroem explicações baseadas em evidências e comunicam suas ideias, com mediação intencional do professor (Munford; Lima, 2007; Sasseron, 2015). Nessa abordagem, o protagonismo discente, a visualidade e a articulação entre teoria e prática constituem elementos centrais para a promoção de uma aprendizagem ativa e significativa. Neste contexto, a interdisciplinaridade assume papel estruturante ao possibilitar a integração de diferentes campos do conhecimento na construção de experiências de aprendizagem mais ricas e contextualizadas. A aproximação entre cursos da área da saúde e do design favorece não apenas a transposição didática de conceitos fisiológicos complexos, mas também a incorporação de linguagens visuais, processos de modelagem e pensamento projetual, ampliando as formas de representação e compreensão dos fenômenos biológicos. Tal articulação contribui para o

desenvolvimento de competências técnicas, comunicativas e criativas, ao mesmo tempo em que fortalece a aprendizagem conceitual e investigativa (Maximo-Pereira; Cunha, 2021).

Nesse contexto, o uso de recursos tridimensionais e de estratégias interdisciplinares surge como alternativa pedagógica para aproximar conceitos fisiológicos complexos da experiência concreta dos estudantes. A integração entre cursos da área da saúde e do design possibilita a produção colaborativa de materiais didáticos inovadores, favorecendo a compreensão conceitual, o desenvolvimento de habilidades técnicas, comunicativas e criativas e a ampliação do engajamento cognitivo e afetivo dos discentes, conforme discutido por Maximo-Pereira e Cunha (2021).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo apresentar os efeitos de uma sequência didática interdisciplinar, fundamentada no Ensino de Ciências por Investigação, que incorporou a construção, modelagem digital e impressão 3D de estruturas fisiológicas, analisando suas contribuições para a aprendizagem e o engajamento discente no estudo da Fisiologia.

DESENVOLVIMENTO

O produto educacional desenvolvido consiste em uma sequência didática interdisciplinar investigativa, voltada ao ensino de conteúdos de Fisiologia Humana nos cursos da área da saúde, com ênfase na compreensão de estruturas e processos abstratos por meio da construção, modelagem digital e impressão 3D de modelos anatômico-fisiológicos. A proposta foi elaborada e implementada no âmbito do projeto “Conexões 3D: Investigando a Fisiologia Humana”, desenvolvido no laboratório BioInov@Tec/UFES no semestre 2024/1.

A sequência didática foi planejada com base nos pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação, estruturando-se em etapas progressivas que favoreceram a problematização, a investigação, a construção de explicações e a comunicação de ideias, articulando conhecimentos da Fisiologia e do Design. O produto educacional foi concebido para ser aplicado em disciplinas de Fisiologia dos cursos da área da saúde, podendo ser adaptado a diferentes contextos institucionais.

Etapas 1 – Introdução conceitual e problematização

A primeira etapa consistiu em uma aula expositiva dialogada, conduzida pelo docente da área da saúde, com o objetivo de introduzir os conceitos fisiológicos relacionados aos sistemas nervoso e cardiorrespiratório. Nesse momento, buscou-se mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e explicitar as dificuldades de compreensão associadas à abstração dos

processos fisiológicos, especialmente aqueles que envolvem organização espacial e dinâmica funcional, como a sinapse e a condução nervosa.

A partir dessa contextualização, foram lançadas questões orientadoras, configurando situações-problema que nortearam o desenvolvimento da sequência didática. Essas questões tiveram como finalidade estimular o raciocínio investigativo e preparar os estudantes para as etapas práticas subsequentes.

Etapas 2 – Construção manual de protótipos fisiológicos

Na segunda etapa, os estudantes dos cursos de Enfermagem e Fisioterapia foram organizados em grupos e convidados a construir protótipos manuais tridimensionais representando estruturas fisiológicas, tais como sinapses, vias de condução nervosa e componentes do sistema cardiorrespiratório. Para essa atividade, foram utilizados materiais de baixo custo, como papel, massa de modelar, EVA e outros recursos disponíveis no laboratório.

Essa etapa teve como objetivos favorecer a visualização tridimensional das estruturas, promover a discussão coletiva sobre relações entre forma e função e possibilitar que os estudantes explicitassem hipóteses explicativas acerca dos processos fisiológicos representados. A construção manual dos modelos configurou-se como um momento central de aprendizagem ativa e investigativa, no qual os estudantes assumiram papel protagonista na elaboração dos recursos didáticos.

Figura 1.

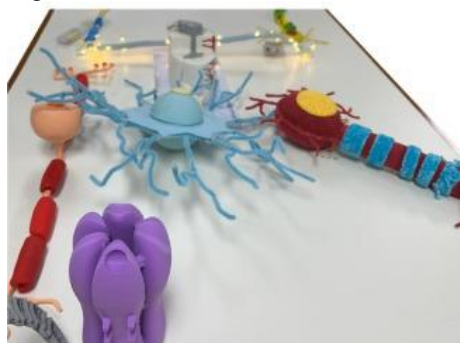


Figura 2.



Figuras 1 e 2, representam os protótipos elaborados por alunos da enfermagem e fisioterapia, utilizados dentro de sala para apresentação de trabalhos e atividades acadêmicas.

Fonte: Próprios autores

Fonte: Próprios autores

Etapas 3 – Digitalização e modelagem tridimensional

A terceira etapa caracterizou-se pela integração interdisciplinar entre os cursos da área da saúde e do design. Os protótipos manuais elaborados pelos estudantes da saúde foram

utilizados como base para a digitalização e modelagem tridimensional, realizadas por estudantes do curso de Design. Essa etapa envolveu o uso dos softwares Blender, ZBrush, Cura e Autodesk Fusion/Tinkercad.

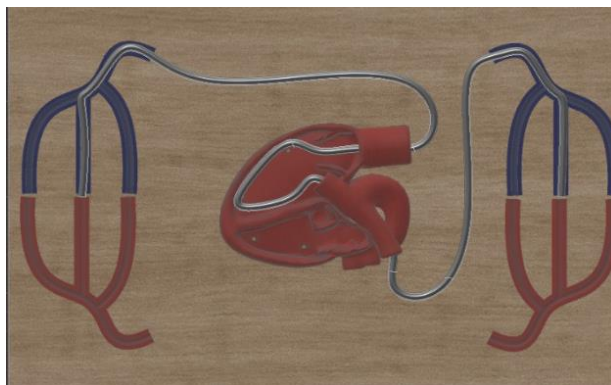
O processo de modelagem digital ocorreu de forma colaborativa, com interação entre os estudantes das diferentes áreas, permitindo o diálogo entre conhecimentos biológicos e princípios do design digital, da modelagem tridimensional e da prototipagem. Essa articulação interdisciplinar possibilitou a ressignificação dos conteúdos fisiológicos, traduzidos em modelos digitais precisos e visualmente acessíveis.

Figura 3.



Fonte: Próprios autores

Figura 4.



Fonte: Próprios autores

Figuras 3 e 4, são demonstrações diretas de modelagens realizadas pelos autores do projeto do curso de Design, preparando os modelos para impressão e aplicação.

Etapas 4 – Impressão 3D e incorporação ao ensino de Fisiologia

Após a finalização da modelagem digital, os arquivos foram preparados para impressão e os modelos fisiológicos foram impressos em 3D, constituindo o material físico final do produto educacional. Os modelos tridimensionais impressos foram incorporados às aulas de Fisiologia como recursos didáticos investigativos, sendo utilizados pelos estudantes para exploração, manipulação, análise e discussão dos processos fisiológicos.

O uso dos modelos em sala de aula permitiu a observação detalhada das estruturas, a compreensão das relações espaciais e o aprofundamento das explicações construídas ao longo da sequência didática, reforçando a articulação entre teoria, prática e visualidade.

Figura 5.



A Figura 5 é um coração com circuito elétrico integrado através de mecatrônica, impresso em 3D.

Etapa 5 – Avaliação do produto educacional

A avaliação do produto educacional foi realizada por meio de um questionário estruturado como pode ser visto na **Figura 6**, composto por questões abertas e itens em escala Likert, aplicado aos estudantes após a utilização dos modelos tridimensionais nas aulas de Fisiologia. A avaliação teve como foco a percepção dos estudantes quanto à contribuição da proposta para a aprendizagem, o engajamento, o interesse pela disciplina e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, comunicativas e digitais.

A análise dos dados foi de natureza descritiva, considerando frequências absolutas e relativas, com garantia do anonimato dos participantes. Os resultados subsidiaram a reflexão sobre a efetividade do produto educacional e seu potencial de reaplicação em outros contextos formativos.

A análise dos dados obtidos por meio do questionário estruturado permitiu identificar a percepção dos estudantes quanto aos efeitos da sequência didática interdisciplinar e do uso de modelos tridimensionais no ensino de Fisiologia. Participaram da avaliação 42 estudantes dos cursos de Enfermagem e Fisioterapia, cujas respostas foram analisadas de forma descritiva, considerando frequências absolutas e relativas.

No que se refere à aprendizagem conceitual, a maioria dos estudantes indicou efeitos positivos da proposta. Do total de respondentes, 32 estudantes (76,2%) relataram que a utilização dos modelos tridimensionais contribuiu para a conexão entre conceitos biológicos, favorecendo a compreensão integrada dos conteúdos abordados. Além disso, 31 participantes (73,8%) afirmaram ter compreendido melhor o processamento sináptico após a atividade, enquanto 29 estudantes (69,0%) apontaram melhora no raciocínio lógico relacionado à interpretação dos processos fisiológicos.

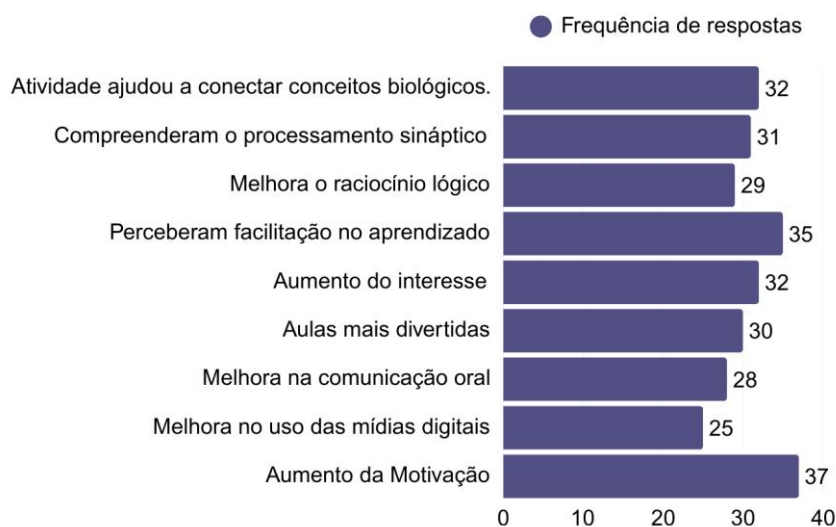
Quanto ao impacto da proposta no contexto da disciplina, os resultados evidenciaram aumento do interesse e da percepção de facilitação da aprendizagem. Do total de participantes, 35 estudantes (83,3%) relataram que a sequência didática facilitou o

aprendizado dos conteúdos de Fisiologia, 32 (76,2%) demonstraram maior interesse pela disciplina e 30 (71,4%) consideraram as aulas mais atrativas e dinâmicas quando comparadas às abordagens tradicionais.

Em relação ao desenvolvimento de habilidades, os estudantes também reconheceram contribuições relevantes da proposta interdisciplinar. Entre os respondentes, 28 estudantes (66,7%) relataram melhora na comunicação oral, especialmente durante as atividades colaborativas e momentos de socialização das ideias. Outros 25 participantes (59,5%) apontaram avanços no uso de mídias digitais, associados às etapas de modelagem e visualização dos recursos tridimensionais. Destaca-se ainda que 37 estudantes (88,1%) relataram aumento da motivação para aprender, evidenciando o impacto da abordagem ativa e investigativa no engajamento discente.

De modo geral, os resultados indicam que a sequência didática interdisciplinar, aliada ao uso de modelos impressos em 3D, contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos de Fisiologia e para o engajamento dos estudantes, tanto nos aspectos cognitivos quanto nos aspectos afetivos e instrumentais. A percepção positiva dos discentes reforça o potencial do produto educacional como estratégia pedagógica para o ensino superior na área das Ciências da Saúde.

Figura 6. Dados da aplicação dos materiais elaborados



A Figura 6 apresenta os dados da aplicação dos materiais elaborados, coletados por meio de formulário on-line, no qual os estudantes selecionaram os aspectos percebidos como aprimorados após a implementação do projeto, evidenciando impactos em dimensões cognitivas, motivacionais e comunicativas.

Fonte: Próprios autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração e o desenvolvimento do produto educacional apresentado dialogam diretamente com os pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação, ao conceber a aprendizagem em Fisiologia como um processo ativo, mediado e orientado por situações-problema que demandam investigação, construção de explicações e comunicação de ideias. Conforme apontado na literatura, o projeto propõe a superação de práticas centradas na transmissão de conteúdos, valorizando o protagonismo discente e a mediação docente na construção do conhecimento científico.

A sequência didática interdisciplinar desenvolvida evidencia que a integração entre investigação, visualidade e produção material contribui para tornar conceitos fisiológicos complexos mais acessíveis e significativos. Em consonância com estudos que destacam o papel do professor como sujeito central na materialização do Ensino de Ciências por Investigação, a mediação docente mostrou-se fundamental para articular os diferentes momentos da proposta, orientar o processo investigativo e favorecer a reflexão conceitual a partir do uso dos modelos tridimensionais.

A interdisciplinaridade entre as áreas da saúde e do design revelou-se um elemento estruturante do produto educacional, ampliando as formas de representação dos fenômenos biológicos e favorecendo a construção coletiva do conhecimento. Essa articulação dialoga com a literatura que compreende o projeto CONEXÕES 3D como uma abordagem que integra diferentes linguagens, práticas e saberes, reconhecendo a ciência como uma atividade social, colaborativa e situada.

Como implicações pedagógicas, o produto educacional aponta para o potencial do uso de recursos tridimensionais associados a sequências didáticas investigativas no ensino superior em Ciências da Saúde. A proposta mostra-se replicável e adaptável a diferentes conteúdos e contextos formativos, desde que preservados seus princípios estruturantes: problematização, investigação, colaboração interdisciplinar e mediação docente intencional.

Como recomendações, sugere-se que futuras aplicações do produto educacional explorem sua integração com outros conteúdos da Fisiologia e ampliem o uso de instrumentos avaliativos que permitam acompanhar, de forma mais aprofundada, o desenvolvimento da aprendizagem conceitual e de competências profissionais. Recomenda-se, ainda, o fortalecimento de parcerias interdisciplinares como estratégia formativa, tanto para estudantes quanto para docentes, contribuindo para a consolidação de práticas pedagógicas investigativas no ensino das Ciências da Saúde.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio institucional do DAA/PROGRAD/UFES e ao apoio financeiro concedido por meio de bolsas vinculadas ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

MAXIMO-PEREIRA, Marta; CUNHA, Alexander Montero. O professor que desenvolve o ensino de ciências por investigação: o que dizem as pesquisas? Investigações em Ensino de Ciências, v. 26, n. 3, p. 134–156, 2021. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2021v26n3p134.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n. 1, p. 89–111, 2007.

SASSERON, Lúcia Helena. O ensino por investigação: pressupostos e práticas. In: Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências: a sala de aula. São Paulo: USP/Univesp, 2015.