

Uso investigativo de modelos tridimensionais no ensino de Embriologia: Uma proposta pedagógica baseada na aprendizagem ativa

Investigative use of three-dimensional models in Embryology teaching: A pedagogical approach based on active learning

Uso investigativo de modelos tridimensionales en la enseñanza de la Embriología: Una propuesta pedagógica basada en el aprendizaje activo

Recebido: 15/04/2026 | Aceito: 24/04/2026 | Publicado: 25/04/2026

Simone Marcuzzo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5705-5879>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: simone.marcuzzo@ufrgs.br

Vitória Oliveira Vargas

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1454-1322>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: 00595414@@ufrgs.br

Lenir Orlandi Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5541-0697>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: lenir.orlandi@ufrgs.br

Resumo

O ensino de Embriologia apresenta desafios relacionados à compreensão de processos dinâmicos e tridimensionais. O uso de modelos tridimensionais tem sido utilizado como recurso didático para favorecer a visualização. No entanto, questiona-se se o potencial dessas representações se esgota em sua observação ou se pode ser ampliado quando mobilizado como dispositivo de investigação dos eventos do desenvolvimento. O presente relato tem como objetivo descrever e analisar uma proposta pedagógica baseada no uso investigativo de modelos tridimensionais representativos de eventos do desenvolvimento em uma aula de Embriologia, inserida entre aulas expositivas, com o intuito de promover maior atenção, participação e compreensão da sequência dos eventos. Trata-se de um relato de experiência, de natureza qualitativa, realizado em uma turma de graduação da área da saúde. A atividade consistiu na utilização dos modelos sem identificação prévia, após a abordagem teórica dos conteúdos, desafiando os estudantes a reconhecer os processos representados, situá-los na sequência temporal e reconstruir as etapas do desenvolvimento. Organizados em grupos, os estudantes puderam utilizar diferentes recursos de apoio durante a investigação, enquanto o docente atuou como mediador ao longo da atividade. Os resultados indicaram elevado engajamento, participação ativa e mobilização de estratégias de aprendizagem, evidenciados pela interação entre pares, pela busca autônoma por informações e pela reconstrução coletiva dos processos. Conclui-se que o potencial pedagógico dos modelos não reside apenas em sua tridimensionalidade, mas na forma como são mobilizados no processo de ensino, podendo ampliar seu uso como estratégia investigativa e favorecer uma aprendizagem mais ativa no ensino de Embriologia.

Palavras-chave: Embriologia; Ensino Superior; Aprendizagem; Didática.

Abstract

The teaching of Embryology presents challenges related to the understanding of dynamic and three-dimensional processes. The use of three-dimensional models has been widely employed as a teaching resource to facilitate visualization. However, it remains unclear whether the potential of these representations is limited to observation or whether it can be expanded when they are used as tools for investigating developmental events. This study aims to describe and analyze a pedagogical proposal based on the investigative use of three-dimensional models representing developmental processes in an Embryology class, integrated into lecture-based sessions, with the purpose of promoting greater attention, participation, and understanding of the sequence of developmental events. This is a qualitative experience report conducted with undergraduate students in the health field. The activity involved the use of unlabeled models, following theoretical instruction, challenging students to identify the represented processes, place them within the temporal sequence, and reconstruct the stages of development. Students were organized into groups and were allowed to use different support resources during the investigation, while the instructor acted as a mediator throughout the activity. The results indicated high levels of engagement, active participation, and the

mobilization of learning strategies, evidenced by peer interaction, autonomous information-seeking, and the collective reconstruction of developmental processes. It is concluded that the pedagogical potential of three-dimensional models does not lie solely in their tridimensionality, but in how they are mobilized within the teaching process, enhancing their role as investigative tools and fostering more active learning in Embryology education.

Keywords: Embryology; Higher Education; Learning; Teaching.

Resumen

La enseñanza de la Embriología presenta desafíos asociados a la comprensión de procesos dinámicos y tridimensionales. El uso de modelos tridimensionales ha sido ampliamente adoptado como recurso didáctico para favorecer la visualización; sin embargo, se cuestiona si su potencial se limita a la observación o puede ampliarse cuando se emplean como herramientas de investigación de los eventos del desarrollo. Este estudio tiene como objetivo describir y analizar una propuesta pedagógica basada en el uso investigativo de modelos tridimensionales en una clase de Embriología, integrada entre clases expositivas, con el propósito de promover mayor atención, participación y comprensión de la secuencia de los eventos del desarrollo. Se trata de un relato de experiencia de naturaleza cualitativa, realizado con estudiantes de grado del área de la salud. La actividad consistió en la utilización de modelos sin identificación previa, tras la enseñanza teórica de los contenidos, desafiando a los estudiantes a reconocer los procesos representados, situarlos en la secuencia temporal y reconstruir las etapas del desarrollo. Los estudiantes trabajaron en grupos y utilizaron diferentes recursos de apoyo, mientras el docente actuó como mediador. Los resultados evidenciaron alto compromiso y participación activa, expresados en la interacción entre pares, la búsqueda autónoma de información y la reconstrucción colectiva de los procesos. Se concluye que el potencial pedagógico de los modelos tridimensionales no reside únicamente en su tridimensionalidad, sino en la forma en que son integrados al proceso de enseñanza, favoreciendo un aprendizaje más activo en Embriología.

Palabras clave: Embriología; Aprendizaje; Educación Superior; Enseñanza.

1. Introdução

A Embriologia é uma disciplina das ciências básicas, inserida nas Ciências Morfológicas, que tem como objetivo o estudo, em níveis macroscópico e microscópico, da estrutura dos seres vivos em seu desenvolvimento. Essa disciplina é geralmente ofertada no início dos cursos da área da saúde. O ensino de Embriologia envolve desafios particulares, uma vez que os processos de desenvolvimento são dinâmicos, tridimensionais e temporais, exigindo a integração de eventos sequenciais e a visualização de estruturas em constante transformação. Essas características tornam a aprendizagem mais complexa, especialmente diante das limitações das representações bidimensionais dos recursos didáticos, dificultando a aproximação entre conceitos abstratos e sua representação espacial (Duarte & Santos, 2022; Yahiro et al., 2023). Nesse contexto, a incorporação de recursos tridimensionais tem sido apontada como estratégia relevante para favorecer a visualização espacial e a compreensão dos processos dinâmicos, além de contribuir para maior interesse, participação e interação dos estudantes com o conteúdo, favorecendo o processo de aprendizagem (Aversi-Ferreira et al., 2012; Oliveira et al., 2012; Meira et al., 2015; Chekrouni et al., 2020; Duarte & Santos, 2022; Aguiar et al., 2024).

Estudos que utilizam modelos tridimensionais no ensino de Embriologia frequentemente priorizam a construção dos modelos e sua utilização como estratégia de apoio à compreensão, envolvendo etapas como pesquisa, elaboração e apresentação das maquetes pelos estudantes (Freitas et al., 2008; Aversi-Ferreira et al., 2012; Duarte & Santos, 2022). Em abordagens mais recentes, esses modelos têm sido desenvolvidos por meio de *softwares* de modelagem e impressão 3D (Yahiro et al., 2023; Kılıç et al., 2025; Liang et al., 2026). De modo geral, tais propostas enfatizam o uso dos modelos como recurso de visualização e representação dos conteúdos, sendo utilizados como suporte ao entendimento dos processos.

Evidências da neurociência indicam que a aprendizagem depende não apenas da exposição ao conteúdo, mas também do nível de engajamento cognitivo, da motivação e da interação social, fatores que influenciam diretamente a atenção e a consolidação da memória (Tyng et al., 2017; Attard & Schembri Frendo, 2022; Dubinsky & Hamid, 2024). Nesse sentido, abordagens didáticas que promovam participação ativa do estudante tendem a favorecer maior retenção do conhecimento quando comparadas a estratégias predominantemente expositivas (Prince, 2004; Freeman et al., 2014).

Sob a perspectiva cognitivo-construtivista, a aprendizagem é compreendida como um processo ativo de construção do

conhecimento, no qual o estudante atribui significado às informações a partir da interação com o conteúdo, com o contexto e com seus conhecimentos prévios. Nesse sentido, a mobilização de múltiplos canais sensoriais e a articulação de diferentes formas de representação do conteúdo favorecem a construção do conhecimento, ao possibilitar a integração entre distintas formas de processamento da informação (Ainsworth, 2006; Ferreira & Fernandes, 2012).

Nesse contexto, pode-se questionar se o potencial das representações tridimensionais se esgota em sua construção e observação, ou se poderiam também ser mobilizadas como dispositivos para investigação, interpretação e reconstrução ativa dos eventos do desenvolvimento embrionário pelos estudantes. Diante disso, o presente relato parte do pressuposto de que o potencial pedagógico dos modelos não reside apenas em sua tridimensionalidade, mas na forma como são mobilizados no processo de ensino. Para tanto, foi proposta uma atividade em uma aula de Embriologia Humana, na qual maquetes representativas das principais etapas do desenvolvimento embrionário foram apresentadas sem identificação prévia, exigindo dos estudantes o diagnóstico e a interpretação dos processos, sua localização na sequência do desenvolvimento embrionário e a reconstrução coletiva dos eventos. O presente relato tem como objetivo descrever e analisar a proposta pedagógica baseada no uso investigativo de modelos tridimensionais representativos de eventos do desenvolvimento em uma aula de Embriologia, inserida entre aulas expositivas, com o intuito de promover maior atenção, participação e compreensão da sequência dos eventos.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo descritivo, de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018; Risemberg et al., 2026), caracterizado como relato de experiência (Barros, 2024), desenvolvido no contexto da disciplina de Embriologia Humana de um curso de graduação da área da saúde em uma universidade pública federal.

A atividade foi realizada em uma aula inserida entre as aulas teóricas expositivas da disciplina, nas quais os conceitos representados pelos modelos tridimensionais já haviam sido trabalhados em aulas anteriores por meio de esquemas, ilustrações e animações. Estavam presentes 44 estudantes que se organizaram em grupos de três a cinco integrantes e foram desafiados a selecionar uma maquete sem identificação prévia. As maquetes representavam diferentes etapas do desenvolvimento embrionário humano, incluindo fecundação, clivagem, formação da mórula e do blastocisto, nidação, gastrulação, neurulação e dobramento embrionário (Figura 1).

A partir da seleção, os estudantes deveriam: (i) identificar o processo representado; (ii) situá-lo na sequência temporal do desenvolvimento embrionário; (iii) reconhecer as principais estruturas envolvidas; e (iv) estabelecer relações com os eventos anteriores e posteriores.

Figura 1 – Modelos tridimensionais representativos de etapas do desenvolvimento embrionário.



Fonte: Autoria própria.

Durante a atividade, os estudantes puderam utilizar diferentes recursos de apoio para consulta e embasamento, como o caderno de resumos da disciplina, dispositivos eletrônicos para acesso a conteúdos digitais e registros pessoais elaborados ao longo das aulas, favorecendo a busca autônoma por informações e a articulação entre diferentes fontes de conhecimento. O docente atuou como mediador do processo, oferecendo *feedback* contínuo, incentivando a reflexão e apoiando a construção das respostas, sem fornecer diretamente as soluções.

Ao final da atividade, foi realizada uma construção coletiva da sequência dos eventos do desenvolvimento embrionário, com apresentação e discussão das interpretações elaboradas pelos grupos.

3. Resultados

A análise da experiência baseou-se na observação docente ao longo da atividade, considerando aspectos como engajamento, participação, interação entre os estudantes e estratégias mobilizadas durante a resolução da tarefa, em consonância com abordagens qualitativas aplicadas a relatos de experiência no ensino superior.

Desde o início da atividade, observou-se elevada adesão dos estudantes à proposta, evidenciada pela rápida organização dos grupos, pela escolha dos modelos tridimensionais e pelo início imediato da consulta aos materiais de apoio, acompanhada de discussões entre os participantes. Em contraste com o comportamento mais frequentemente observado em aulas expositivas, caracterizadas por posturas mais passivas, centradas em anotações individuais e com limitada interação entre os estudantes, a atividade foi marcada por intensa mobilização, circulação de ideias e participação ativa.

Ao longo da atividade, os estudantes utilizaram diferentes recursos para embasar suas respostas, incluindo a consulta ao caderno de resumos da disciplina, o uso de anotações pessoais e a busca por informações em dispositivos digitais. Durante a atividade, o uso de dispositivos eletrônicos, como o telefone celular, não se configurou como elemento de distração, mas como recurso de apoio à aprendizagem, sendo mobilizado pelos estudantes para consulta, verificação de informações e embasamento

das discussões. Verificou-se o uso simultâneo de recursos durante a realização das tarefas.

Observou-se intensa interação entre os membros dos grupos, caracterizada por discussões, trocas de ideias, questionamentos, argumentações e construção coletiva de interpretações. Também foram registradas interações entre diferentes grupos, com compartilhamento de explicações e comparação de respostas. Todos os grupos solicitaram *feedback* ao docente em algum momento da atividade, buscando validação de suas interpretações durante o desenvolvimento da proposta. Destaca-se a ampliação da participação de estudantes que, em outros contextos, apresentavam menor envolvimento nas aulas, os quais contribuíram com discussões e interações em grupo.

Durante a etapa de apresentação da sequência do desenvolvimento embrionário, observou-se mobilização dos estudantes para identificar e posicionar corretamente os processos representados pela maquete selecionada no encadeamento dos eventos. Esse momento exigiu dos grupos a análise da sequência temporal e a comparação entre as diferentes etapas apresentadas. Foram identificadas situações em que os processos foram inicialmente posicionados de forma inadequada. No entanto, ao longo das discussões, os próprios estudantes reconheceram inconsistências, revisaram suas interpretações e realizaram ajustes no posicionamento das etapas, a partir da análise coletiva e da articulação com os demais conteúdos.

De modo geral, os comportamentos observados ao longo da atividade diferiram daqueles usualmente verificados em aulas expositivas, evidenciando maior mobilização dos estudantes, com participação mais ativa, interação entre pares e envolvimento contínuo na construção das respostas.

4. Discussão

Os resultados indicam que a atividade favoreceu o engajamento discente, evidenciado pela rápida organização dos grupos, pelas discussões e pelo uso articulado de diferentes estratégias de aprendizagem, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos processos. Esses achados estão em consonância com estudos que apontam que o uso de modelos tridimensionais no ensino de Embriologia contribui para a compreensão de conteúdos complexos, ao possibilitar a visualização espacial e a integração de estruturas (Chekrouni et al., 2020; Yahiro et al., 2023), além de favorecer maior interação e envolvimento dos estudantes (Aversi-Ferreira et al., 2012; Duarte & Santos, 2022; Aguiar et al., 2024).

De modo geral, estudos enfatizam o uso das maquetes em Embriologia como recurso de visualização e representação dos conteúdos (Khalil et al., 2005; Aversi-Ferreira et al., 2012; Estai & Bunt, 2016; Duarte & Santos, 2022). No presente relato, o diferencial não se detém no uso das maquetes em si, mas na forma como foram mobilizadas pedagogicamente, com deslocamento do foco de sua construção para sua utilização como elemento desencadeador do processo de aprendizagem. Nesse contexto, as maquetes foram utilizadas para estimular os estudantes a diagnosticar estruturas, relacionar eventos e reconstruir coletivamente a sequência do desenvolvimento embrionário. Essa abordagem se aproxima de estratégias baseadas na resolução de problemas, nas quais o estudante assume papel ativo na construção do conhecimento (Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006). Ao identificar, ordenar e relacionar as etapas do desenvolvimento embrionário, os estudantes mobilizam processos cognitivos mais complexos, como análise, síntese e estabelecimento de relações.

A intensa interação entre os estudantes e a troca de explicações entre pares evidenciam o papel da aprendizagem colaborativa, na qual o conhecimento é construído por meio da interdependência e da troca entre os participantes (Johnson & Johnson, 2009; Laal & Ghodsi, 2012). A busca autônoma por informações e a solicitação de *feedback* docente também indicam maior envolvimento e protagonismo discente, aspectos associados à aprendizagem ativa e à autorregulação do processo de aprendizagem (Hattie & Timperley, 2007; Freeman et al., 2014). Nesse sentido, os achados sugerem que a proposta contribuiu para a construção de um ambiente de aprendizagem no qual o protagonismo discente se manifesta na tomada de decisões, na mobilização de estratégias e na regulação do próprio processo de aprendizagem.

Do ponto de vista cognitivo, a atividade favoreceu a integração de diferentes formas de processamento da informação, incluindo manipulação tátil, exploração visual e organização sequencial dos eventos, o que pode contribuir para uma compreensão mais integrada dos processos (Chekrouni et al., 2020). Soma-se a isso o fato de que as informações mediadas pelos modelos tridimensionais se articularam aos conhecimentos construídos nas aulas teóricas, contribuindo para a consolidação da aprendizagem e para uma maior apropriação de conteúdos específicos relacionados à embriogênese humana. Além disso, é possível que esse processo tenha favorecido a transição de uma aprendizagem inicialmente mais mecânica para uma compreensão mais significativa dos conteúdos (Meira et al., 2015). Considerando a complexidade inerente ao ensino de Embriologia Humana, marcada por conteúdos abstratos, dinâmicos, de difícil visualização e nomenclatura extensa, os achados reforçam a necessidade de ampliação de estratégias didáticas que transcendam o modelo exclusivamente expositivo, incorporando abordagens que favoreçam a aprendizagem significativa.

Sob a perspectiva da neurociência, atividades que envolvem desafio, participação ativa e interação social tendem a favorecer o engajamento e a aprendizagem, ao ativarem circuitos relacionados à motivação e à recompensa (Attard & Schembri Frendo, 2022; Dubinsky & Hamid, 2024). Além disso, aspectos emocionais associados à resolução de problemas podem influenciar positivamente a atenção e a memória (Tyng et al., 2017).

Cabe ainda destacar que devem ser valorizadas estratégias didáticas que promovam uma cultura de aprendizagem na qual o *feedback* do docente seja compreendido como um recurso para o desenvolvimento dos estudantes, favorecendo a construção de uma mentalidade de crescimento e potencializando o impacto das estratégias de ensino. A mentalidade de crescimento reconhece o erro como parte inerente ao processo de aprendizagem e encoraja os estudantes a utilizarem o *feedback* como ferramenta de aprimoramento, em vez de evitá-lo (Dweck, 1999; Hattie & Clarke, 2019). Esse movimento contribui não apenas para a motivação, mas também para o fortalecimento da confiança na adoção de novas estratégias de aprendizagem, mesmo diante de desafios iniciais, favorecendo processos de autorregulação da aprendizagem, como o monitoramento do próprio desempenho e o ajuste de estratégias de estudo.

Além dos efeitos observados na aprendizagem dos estudantes, a dinâmica da atividade também traz implicações para o papel docente. O elevado nível de engajamento e participação favorece um processo de retroalimentação, no qual as respostas dos alunos atuam como *feedback* para o professor, orientando a tomada de decisões pedagógicas e o aprimoramento das estratégias de ensino (Hattie & Timperley, 2007). Nesse contexto, a maior interação em sala de aula contribui para a reflexão na ação, ao oferecer ao docente indicadores imediatos sobre a efetividade de sua prática. Esse movimento configura um processo cíclico, no qual o *feedback* discente sustenta a reelaboração contínua das estratégias de ensino. Assim, atividades que potencializam essa retroalimentação se mostram relevantes não apenas para a aprendizagem dos estudantes, mas também para o desenvolvimento da prática pedagógica.

Nessa perspectiva, a organização das práticas pedagógicas com base nos pressupostos da Teoria Social Cognitiva pode favorecer o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem e o fortalecimento das crenças de autoeficácia dos estudantes, contribuindo para um processo de aprendizagem mais ativo, adaptativo e consistente. Ao considerar esses construtos no planejamento didático, o docente amplia não apenas o desempenho acadêmico, mas também promove a formação de indivíduos mais autônomos, confiantes e capazes de enfrentar desafios ao longo de sua trajetória formativa (Santos, 2020; Ferreira, 2020).

Cabe destacar que os resultados devem ser interpretados à luz das limitações inerentes a relatos de experiência, especialmente no que se refere à ausência de instrumentos sistematizados de coleta de dados e à natureza descritiva das análises, baseadas na observação docente. Embora esses elementos não permitam estabelecer relações causais, oferecem indícios relevantes sobre o potencial da proposta no contexto analisado, podendo subsidiar investigações futuras com delineamentos metodológicos mais robustos.

Assim, os resultados sugerem que o uso de modelos tridimensionais, quando associado a uma proposta pedagógica baseada na investigação e reconstrução dos processos, amplia seu potencial como estratégia de ensino, ao deslocar seu papel de recurso de visualização para um dispositivo de mediação da aprendizagem. Nessa perspectiva, a atividade favorece não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também a mobilização de processos cognitivos mais complexos, como interpretação, organização sequencial e articulação entre diferentes representações, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e para a qualificação do ambiente de aprendizagem.

5. Conclusão

A experiência relatada evidenciou que o uso de modelos tridimensionais em aulas de Embriologia pode favorecer o engajamento, a participação ativa e a compreensão dos processos do desenvolvimento embrionário. No entanto, os resultados indicam que esses efeitos não estão associados apenas à utilização de modelos tridimensionais, mas principalmente à forma como são mobilizados no contexto pedagógico.

Ao propor uma atividade em que as maquetes foram apresentadas sem identificação prévia, exigindo dos estudantes sua interpretação, localização na sequência do desenvolvimento e reconstrução dos eventos de forma coletiva, foi possível promover uma postura mais ativa, investigativa e reflexiva durante a aula. Essa abordagem favoreceu a mobilização de estratégias de aprendizagem, a interação entre pares e a construção mais integrada do conhecimento. Além disso, a atividade evidenciou a importância da mediação docente, especialmente por meio do *feedback*, no acompanhamento das ações dos estudantes e na orientação do processo de aprendizagem, respeitando seu caráter individual.

Por fim, conclui-se que a utilização de modelos tridimensionais em uma abordagem investigativa constitui uma estratégia viável e potente para o ensino de Embriologia, ao promover a participação ativa dos estudantes e a construção do conhecimento em sala de aula. Ainda que se trate de um relato de experiência, a proposta oferece subsídios para a adoção de práticas pedagógicas que valorizem a aula como espaço de aprendizagem ativa, podendo ser incorporada ao contexto do ensino superior. Nesse sentido, destaca-se a importância de ampliar práticas pedagógicas que articulem, de forma intencional, diferentes recursos e estratégias, favorecendo a interação entre os estudantes e a mediação docente, e configurando a aula como um espaço mais dinâmico de construção compartilhada do conhecimento.

Referências

- Aguiar, M. L. O., Batista, A. S., Silva, D. S., Macedo, K. J. C., Paz, M. P. S., Silva, N. B. S., Silva, C. B., & Farias, R. R. S. (2024). Aplicação de modelos didáticos no ensino de biologia: Uma estratégia facilitadora no processo de ensino-aprendizagem nos conteúdos de embriologia. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(8), 3774–3783.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Attard, K., & Schembri Frendo, C. (2022). The neuroscience of emotions and the role emotions play in learning. *Malta Journal of Education*, 3(1), 15–36.
- Aversi-Ferreira, T. A., Aversi-Ferreira, R. A. G. M. F., Nascimento, G. N. L., Nyamdavaa, N., Araújo, M. F., Ribeiro, P. P., Silva, N. C., Brandão, L. D., Gratão, L. H. A., Abreu, T., Pfrimer, G. A., Souza, V. V., Soares, N. P., Hori, E., & Nishijo, H. (2012). Teaching embryology using models construction in practical classes. *International Journal of Morphology*, 30(1), 188–195.
- Barros, A. M. D. B. (2024). *Manual de trabalhos acadêmico-científicos: Relato de experiência*. Nova UBM. <https://www.ubm.br/explorer/arquivos/manual-ubm-relato-de-experi%C3%Aancia.pdf>
- Chekrouni, N., Kleipool, R. P., & De Bakker, B. S. (2020). The impact of using three-dimensional digital models of human embryos in the biomedical curriculum. *Annals of Anatomy*, 227, 151430.
- Duarte, A. C. O., & Santos, L. C. (2022). Uso de modelos tridimensionais no ensino superior nas disciplinas de embriologia, citologia, genética e biologia molecular. *Research, Society and Development*, 11(12), e590111235215.
- Dubinsky, J. M., & Hamid, A. A. (2024). The neuroscience of active learning and direct instruction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 163, 105737.
- Dweck, C. S. (1999). *Self-theories: Their role in motivation, personality, and development*. Psychology Press.
- Estai, M., & Bunt, S. (2016). Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Annals of Anatomy*, 208, 151–157.

- Ferreira, J. P. G., Nina, K. C. F., Silva, E. P., & Ravagnani, L. R. (2020). Autorregulação da aprendizagem em alunos do curso de licenciatura de ciências biológicas. *Research, Society and Development*, 9(11), e8449119976. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9976>
- Ferreira, M. C. R., & Fernandes, S. M. R. (2012). Desenvolvimento e aprendizagem: Da perspectiva construtivista à socioconstrutivista. *Psicologia da Educação*, 34, 37–62.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.
- Freitas, L. A. M., Barroso, H. F. D., Rodrigues, H. G., & Aversi-Ferreira, T. A. (2008). Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. *Bioscience Journal*, 24(1), 91–97.
- Hattie, J., & Clarke, S. (2019). *Visible learning: Feedback*. Routledge.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379.
- Khalil, M. K., Paas, F., Johnson, T. E., & Payer, A. F. (2005). Interactive and dynamic visualizations in teaching and learning of anatomy: A cognitive load perspective. *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist*, 286B(1), 8–14.
- Kılıç, M. F., Yurtsever, A. Z., Açıköz, F., Başgut, B., Mavi, B., Ertuç, E., Sevim, S., Oruk, T., Kiyak, Y. S., & Peker, T. (2025). A new classmate in anatomy education: 3D anatomical modeling medical students' engagement on learning through self-prepared anatomical models. *Anatomical Sciences Education*. <https://doi.org/10.1002/ase.70070>
- Laal, M., & Ghodsi, S. M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 486–490.
- Liang, N., Lu, X., Tan, J., Liu, Q., Liu, L., Cai, R., Yi, X., Wu, Y., & Ren, Y. (2026). Application and practice of a 3D model-driven clinically oriented, three-stage progressive teaching program in histology and embryology [Preprint]. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8881845/v1>
- Meira, M. dos S., Guerra, L., Carpilovsky, C. K., Ruppenthal, R., Astarita, K. de B., & Schetinger, M. R. C. (2015). Intervenção com modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem do desenvolvimento embrionário humano. *Ciência e Natura*, 37(2), 301–311.
- Oliveira, M. S. de, Kerbauy, M. N., Ferreira, C. N. M., Schiavão, L. J. V., Andrade, R. F. A. de, & Spadella, M. A. (2012). Uso de material didático sobre embriologia do sistema nervoso: avaliação dos estudantes. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 36(1), 83–92.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Editora da UFSM.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.
- Risemberg, R. I. C., Wakin, M., & Shitsuka, R. (2026). A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. *E-Acadêmica*, 7(1), e0171675. <https://eacademica.org/eacademica/article/view/675>
- Santos, A. M. dos. (2020). Autorregulação da aprendizagem, autoeficácia e teoria social cognitiva no contexto educacional. *Research, Society and Development*, 9(10), e8379106526. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.6526>
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20.
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, 8, 1454.
- Yahiro, D. S., Abrantes, J. C. da S., Magliano, D. C., & Mesquita, C. T. (2023). Criação de modelos embriológicos cardíacos para impressão 3D. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(4), e20220632.