

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DIDÁTICO DE EMBRIOLOGIA UTILIZANDO DIFERENTES RECURSOS

Ezio Henrique Gomes da Silva¹, Taissa Rodrigues Marques da Silva², Marcelo Chagas³, Erika Takagi Nunes¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Alto Universitário, s/nº, Guararema - 29500-000, Alegre-ES, Brasil, eziohrs@gmail.com, erika.nunes@ufes.br.

²Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Av. Fernando Ferrari, nº 514, Goiabeiras, 29075-910, Vitória - ES, Brasil, taissa.silva@ufes.br.

³Instituto Federal do Espírito Santo, Rodovia Engenheiro Fabiano Vivácqua, 1.568, Localidade de Morro Grande, 29322-000, Cachoeiro de Itapemirim-ES, Brasil, marcelo.chagas@ifes.edu.br.

Resumo

Este artigo apresenta os resultados iniciais de um projeto sobre métodos de criação e produção de modelos didáticos de embriologia para serem utilizados como ferramentas de aprendizagem em cursos da área de ciências, seja presencial ou mesmo em modalidade à distância. A partir de imagens de livros didáticos, foi feita a modelagem manual em biscuit, bem como criados modelos digitais utilizando o software Blender®, seguida da impressão desses em 3D. Réplicas dos modelos 3D também foram produzidas em diferentes tipos de resina para efeitos de comparação de acabamento. Esta etapa inicial do projeto resultou em modelos que representam três fases do desenvolvimento embrionário: blástula, implantação e gástrula, os quais já foram, preliminarmente, utilizados em aulas para os alunos de graduação do curso de nutrição da UFES. O modelo criado digitalmente foi relevante não só para a impressão, mas por ter permitido a interação sob diferentes planos e movimentação das camadas do embrião trilaminar. Além disto, a utilização dos modelos didáticos foi importante para suprir a dificuldade dos discentes em transpor uma imagem 2D em 3D.

Palavras-chave: Modelo didático. Impressão 3D. Metodologia ativa. Blastocisto. Gastrulação.

Área do Conhecimento: Educação.

Introdução

Historicamente, pesquisadores validam, exploram e comunicam as hipóteses sobre a função das estruturas através de modelos tridimensionais e os modelos didáticos são ferramentas que facilitam o ensino e aprendizagem no campo das Ciências por auxiliar na compreensão dos processos biológicos. Assim, costumam ser utilizados e levam a reflexões sobre as abordagens de conteúdos de Zoologia, Embriologia (MEIRA, 2015), Morfologia vegetal (CECCANTINI, 2006), Genética (SETÚVAL; BEJARANO, 2009) e até mesmo na Paleontologia (GHILARDI et al., 2007), por oferecer linguagens que permitem a reconstituição de fósseis para fins visuais.

Entretanto, o uso destes modelos ainda é pouco empregado no ensino superior, sendo, para as subáreas Histologia (organização tecidual) e Embriologia, com referência especial as fases da gastrulação e organogênese, escassos os modelos físicos ou mesmo digitais disponíveis para aquisição. Isso, associada a dificuldade de obtenção de alguns materiais por questões éticas, torna a maioria das aulas baseadas em livros-textos e abordagens ilustrativas bidimensionais, o que dificulta a visualização tridimensional das estruturas no ensino das ciências morfológicas.

A impressão 3D veio muito a contribuir, pois permite a fabricação em camadas aditivas modelos de peças sólidas a partir de um projeto digital elaborado em programas específicos de acordo com o interesse do usuário (modelamento orgânico ou de superfície rígida). Os recursos impressos em 3D são materiais didático-pedagógicos alternativos para facilitar a compreensão do ensino, e, associado às aulas teórico-práticas proporciona melhor compreensão ao aluno, por meio da observação, análise

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

e manipulação desses materiais, uma vez que a aprendizagem é mais eficaz quando confrontada com o material do estudo (ORLANDO et al., 2009).

O presente projeto teve como objetivo principal a modelagem de esculturas tridimensionais para geração de recursos didáticos alternativos e complementares para a ensinagem sobre o desenvolvimento embriológico dos organismos animais aos alunos do ensino superior. Através desses modelos didáticos, busca-se facilitar o entendimento e aprendizagem dos eventos da embriogênese promovendo maior interação dos alunos em aula e construção conjunta do conhecimento, baseados na visualização crítica das estruturas, da compreensão de perspectivas e estruturas representadas em 2D e 3D.

Metodologia

Para a criação dos modelos didáticos em 3D foram utilizadas referências bibliográficas de embriologia e biologia do desenvolvimento voltados para o Ensino Superior (GILBERT; BARRESI, 2019; MELLO, 2002; MOORE et al., 2022), onde, a partir das imagens em 2D, foram projetadas as estruturas tridimensionais e semi-planos. A equipe contou com professores-pesquisadores da área de morfologia (Universidade Federal do Espírito Santo- UFES) e engenharia (Instituto Federal do Espírito Santo-IFES), além de um estudante do Curso de Ciências Biológicas da UFES que tiveram reuniões periódicas durante um trimestre para elaboração das pesquisas, aquisição de materiais, criação e acabamento dos modelos.

Na primeira fase de criação, foi utilizado tanto o biscuit como o software Blender®, um software gratuito desenvolvido pela Blender Foundation, onde os comandos básicos existentes na área de trabalho, modos de seleção, rotação, redimensionamento, adição e duplicação de objetos; modo de edição com ferramentas extrude, subdivide, join, loopcut, screw, linha bezier, criação e separação de faces, mirror; texturização de tecidos; criar esculturas, além de outras funções como renderização foram úteis para a modelagem. Durante a segunda fase, os arquivos digitais 3D foram preparados no Ultimaker Cura para a confecção dos modelos físicos, em impressora 3D Creality Ender 3, utilizando filamentos dos materiais Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e o biomaterial Ácido Polilático (PLA). A seguir, foram feitos, manualmente, os acabamentos e montagem pós-impressão e, a partir desses modelos, réplicas de parte do blastocisto em resina epóxi e resina poliéster, buscando comparar o acabamento dos modelos fabricados em diferentes materiais. Para isso, foi confeccionado molde em borracha de silicone de alta flexibilidade, utilizando o modelo impresso como contramolde.

Na terceira fase, os modelos puderam ser utilizados nas aulas teóricas e práticas de embriologia, remotas e presenciais, ofertadas aos alunos do curso de Nutrição do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (CCENS-UFES), onde os mesmos puderam manipular os modelos 3D, observar a sequência de eventos e caracterizar as diferentes fases iniciais do desenvolvimento embrionário.

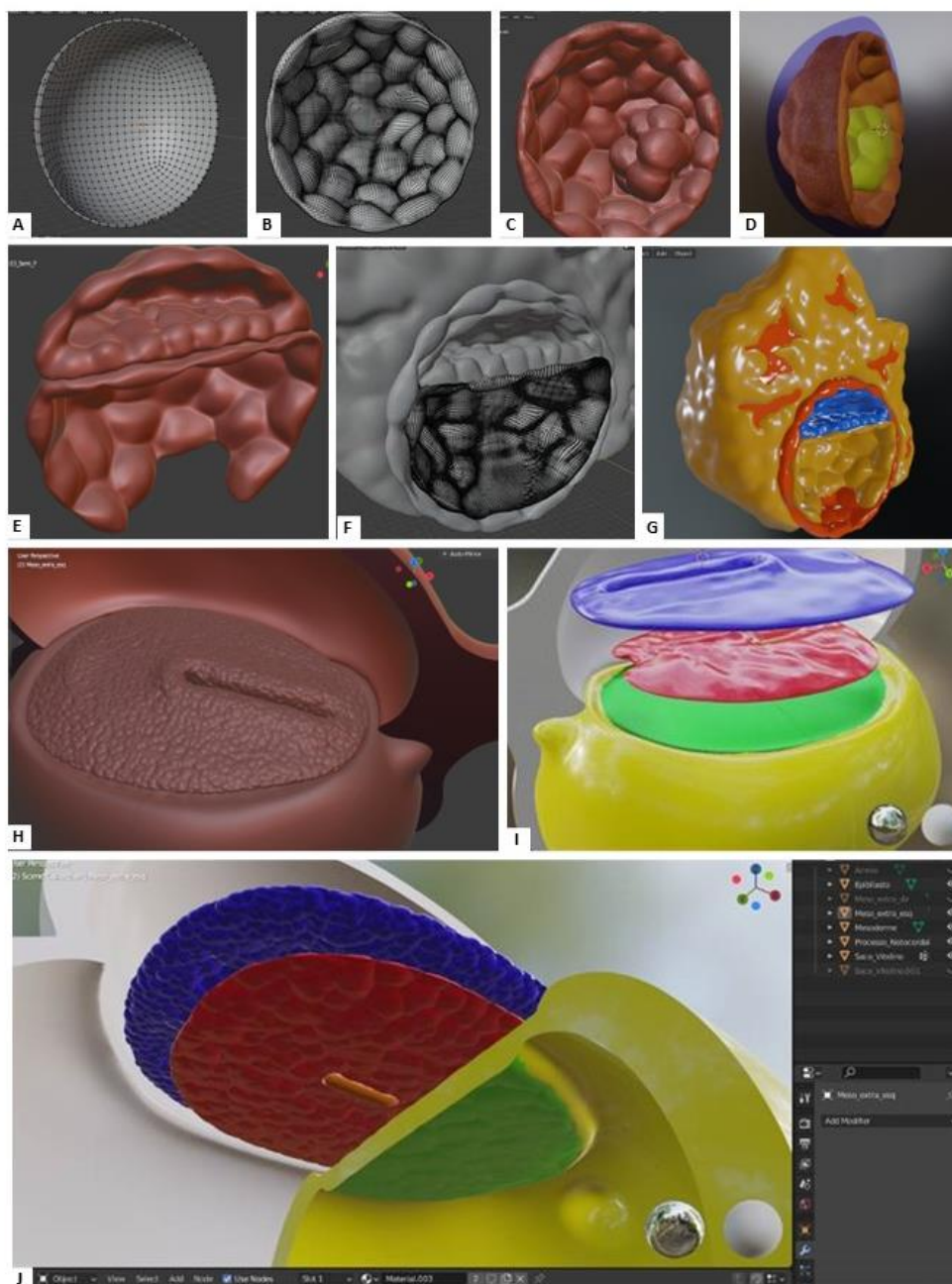
Resultados

Considerando-se o nível iniciante da equipe para o manuseio do Programa Blender®, foram construídas, em ambiente digital, partes que compõem três modelos didáticos do desenvolvimento inicial embrionário, de complexidade crescente: blastocisto (Figuras 1A-D), embrião em implantação (Figuras 1 E-G) e embrião em gastrulação (Figuras 1 H-J). A figura 2, traz imagens dos modelos didáticos físicos.

Para confecção do embrião em gastrulação, mais ferramentas do programa puderam ser aprendidas e exploradas, o que resultou no projeto de uma estrutura embrionária seccionada (Figura 1J) para facilitar o seu uso e otimizar a futura aprendizagem pelos alunos. Para representar as alterações ocorridas no epiblasto nesta fase, foi também produzido um modelo didático em biscuit (Figura 2I).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1 - Etapas de criação dos modelos didáticos digitais no Programa Blender®. **A-D.** Embrião em blástula, onde pode-se observar blastoderme, blastocelo e massa celular interna. **E-G.** Embrião em implantação no endométrio evidenciando as modificações do blastocisto, com o surgimento do epiblasto, hipoblasto, cavidade amniótica, saco vitelino, cito e sinciotrofoblasto. **H-J.** Embrião em gástrula, com a presença da linha primitiva, sulco primitivo, fosseta primitiva e nó primitivo, processo notocordal e os folhetos embrionários: endoderme (verde), mesoderme (vermelho) e ectoderme (azul).



Fonte: O autor, 2023.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 2 - Modelos didáticos físicos produzidos em impressora 3D a partir dos arquivos .stl gerados no Blender. **A-C.** Embrião em blástula. **D.** Embrião em implantação. **E-F.** Embrião em gástrula montado (**E**) e com suas estruturas desmontadas (**F**). **G.** Molde de silicone para produção de réplicas da zona pelúcida em resina poliéster (meio) e resina epóxi (à direita) a partir de uma impressão 3D (à esquerda). **H.** Zona pelúcida em resina. **I.** Epiblasto confeccionado em biscuit.



Fonte: O autor, 2023.

O uso destas imagens em 3D não só promoveu maior interesse dos alunos nas aulas, por melhor representar a morfologia das estruturas abordadas nas disciplinas do curso, como por ser um material interativo, facilitou a visualização e entendimento dos processos biológicos que ocorrem durante a embriogênese.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Discussão

A experiência de criação de modelos didáticos utilizando o Blender® não só amplia as possibilidades de ensino com os produtos que são gerados, como coloca a equipe envolvida mais próxima à realidade tecnológica, permitindo aplicações pedagógicas inovadoras que auxiliam os professores a trabalhar os conteúdos de forma mais divertida e não só baseada na memorização, estimulando os alunos a aprendizagem participativa. Ainda, alguns autores apontam que o ato de construir modelos didáticos permite o desenvolvimento da criatividade, auxiliando na construção do conhecimento e materialização de conceitos (GIORDAN; VECCHI, 1996).

A primeira opção de elaboração dos materiais didáticos foi o modelamento manual utilizando biscuit (massa de amido de milho, cola branca e aditivos). Esta se mostrou complexa por exigir habilidade prática na utilização das ferramentas manuais, além de requerer modelamento em um curto período de tempo, não permitindo pausas para estudos ou aprimoramentos. Já com o modelamento digital das estruturas, utilizando o software Blender®, foi possível obter modelos com grande qualidade após vencida uma longa curva de aprendizagem. Outra vantagem do modelamento digital foi a preparação direta dos arquivos em extensão .stl (Standard Tessellation Language) própria para a preparação para impressão 3D.

Para melhor apresentação do modelo físico do blastocisto ainda antes da implantação, foi desejável representar a zona pelúcida com aparência transparente, condição de impossível obtenção com os materiais e ferramentas disponíveis para impressão 3D. Sendo assim, foi utilizada uma peça de impressão 3D (PLA) como contramolde para a obtenção de um molde de silicone flexível que tornou possível obter réplicas desta estrutura em resina epóxi e poliéster, que após acabamento com lixa e polimento resultaram em peças transparentes.

Santos et al., em 2018, fez uma revisão bibliográfica sobre a utilização de modelos didáticos no ensino de Ciências e Biologia e apontaram haver um aumento significativo no rendimento dos estudantes os quais assimilam os conteúdos e adquirem conhecimento quando interagem e participam ativamente. Isso também pode ser observado durante o uso dos modelos fabricados no presente projeto em aulas remotas e presenciais de embriologia ministradas para alunos do curso de Nutrição da UFES. Após apresentados os conceitos teóricos, os alunos foram capazes de identificar, na prática, as estruturas embrionárias e sua origem, por meio de discussões em grupo com mediação do professor. Isso, de acordo com Setúbal; Bejarano (2009), propiciará condições dos alunos compreenderem os conceitos de desenvolverem habilidades, competências e atitudes e, conseqüentemente, refletirem sobre o mundo no qual estão inseridos. E, a "... capacidade de aprender, não apenas para nos adaptar mas sobretudo para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a, fala de nossa educabilidade a um nível distinto do nível de adestramento dos outros animais ou do cultivo das plantas" (FREIRE, 2019).

Ford; Minshall (2019), em revisão feita recentemente, verificaram que a impressão 3D, por exemplo, já tem sido utilizada nos ambientes educacionais, servindo, dentre outras formas, para: ensinar impressão 3D a alunos ou educadores, como tecnologia a ser associada ao ensino, para produção de materiais que facilitem o aprendizado, para apoio à divulgação, etc. Entretanto, esses autores apontam a necessidade de futuras pesquisas para que haja implementação adequada nas práticas de ensino.

Conclusão

Os principais objetivos deste projeto foram cumpridos, resultando na construção de imagens digitais em 3D úteis para as explanações em aulas de embriologia para o ensino superior, por permitir a visualização de estruturas tridimensionais dificilmente compreendidas pelos alunos quando sob 2D, como imagens de livros ou slides. A impressão dos modelos didáticos para o contato e manuseio dos alunos também trouxe resultados positivos, promovendo interesse e visualização dos principais processos envolvidos no desenvolvimento embrionário inicial. Como próxima etapa, pretende-se preparar uma avaliação da utilização dos modelos em 3D em sala de aula como ferramenta didática para o ensino de embriologia, e dos resultados de sua aplicabilidade quanto a satisfação, interesse e aprendizagem e compreensão pelos discentes, incluindo aqueles com deficiência visual. A partir desta experiência, é sugestivo um projeto de maior duração que permita a confecção de mais modelos

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

didáticos para disponibilização à comunidade acadêmica, seja ele físico ou material virtual interativo, bem como à espaços de exposição e/ou de ensino formal.

Referências

CECCANTINI, G. 2006. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasil. Bot.**, v.29, n.2, p.335-337.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 58a. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FORD, S.; MINSHALL, T. 2019. Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. **Additive Manufacturing**, v.25, p.131-150.

GHILARDI, R. P.; SOARES RIBEIRO, R. N.; ELIAS, F. A. 2007. Paleodesign: Uma nova proposta metodológica e terminológica aplicada à reconstituição em vida de espécies fósseis. **Paleontologia: Cenários da Vida**, São Paulo: Ed. Interciências, p. 61-70.

GILBERT, S. F.; BARRESI, M. J. F. **Biologia do desenvolvimento**. Porto Alegre: Artmed, 2019. 11a. ed. 912p.

GIORDAN, A., VECCHI, G. 1996. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MEIRA, M. S. **O uso de modelos tridimensionais no estudo de embriologia humana: contribuição para uma aprendizagem significativa**. 2015 (tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-graduação e Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 88p. 2015.

MELLO, R. A. **Embriologia humana**. São Paulo: Atheneu, 2002. 346 p.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N.; TORCHIA, M. G. **Embriologia Básica**. São Paulo: Grupo GEN-Guanabara Koogan, 2022.

ORLANDO, T. C. et al. 2009. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista Brasileira de ensino de bioquímica e biologia molecular**, v.2, N.1, p.2-17.

SANTOS, R. O; SILVA, P. S.; LIMA, J. L. S. 2018. Modelo didático como recurso para o ensino de Ciências: Sua influência como ferramenta facilitadora no processo de ensino aprendizagem. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v.2, n.2.

SETÚBAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. 2009. **Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia**. VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.