



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

RAYLANI DO NASCIMENTO SILVA

O USO DE MODELOS 3D NO ENSINO DE EMBRIOLOGIA HUMANA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RIO BRANCO – AC

2020



RAYLANI DO NASCIMENTO SILVA

**RECURSOS E TECNOLOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
O USO DE MODELOS 3D NO ENSINO DE EMBRIOLOGIA HUMANA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho

**RIO BRANCO – AC
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
UFAC

- S586u Silva, Raylani do Nascimento, 1994 -
O uso de modelos 3D no ensino de embriologia humana / Raylani do
Nascimento Silva; Orientador: Dr. Yuri Karaccas de Carvalho. -2020.
59 f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de
Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - MPECIM. Rio
Branco, 2020.
Inclui referências bibliográficas e anexos.
1. Embriologia humana. 2. Impressão 3D. 3. Modelos didáticos. I.
Carvalho, Yuri Karaccas de. (Orientador). II. Título.

CDD: 510.7

RAYLANI DO NASCIMENTO SILVA

O USO DOS MODELOS 3D NO ENSINO DE EMBRIOLOGIA HUMANA

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em 14 de agosto de 2020.

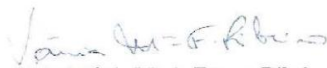
Banca Examinadora



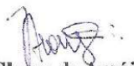
Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho
Orientador (CCBN/UFAC)



Prof. Dr. Luis Eduardo Maggi
Membro Interno (CCBN/UFAC)



Prof^ª. Dra. Vânia Maria França Ribeiro
Membro Externo (CCBN/UFAC)



Prof. Dr. Francisco Glauco de Araújo Santos
Membro Suplente (CCBN/UFAC)

RIO BRANCO – AC
2020

Dedico aos meus pais e a todos aqueles que
acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos recebidas ao longo da minha caminhada acadêmica, a Ele toda honra e glória pela força que me concedeu para vencer todos os desafios.

A Universidade Federal do Acre por oferecer oportunidades de crescimento acadêmico.

A todos os meus professores que direta ou indiretamente foram pontes na minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho que acreditou em mim quando eu dizia que não iria conseguir, pelos desafios impostos que incentivaram-me a crescer como acadêmica e profissional, meu muito obrigado pelo profissional incrível que és.

A Prof.^a Dra. Vânia Maria França Ribeiro que iluminou a minha mente em relação aos modelos, dedicando um pouco do seu tempo para instruir-me com ideias e ensinamentos que foram totalmente proveitosos no projeto.

A Prof.^a Dra. Patrícia Ferreira Peruquetti por todas as fotos dos modelos, análise estatística e por ter abraçado esse projeto, sendo a minha coorientadora no momento em que precisava.

Aos meus pais que foram meu tudo nessa caminhada, sem vocês eu nada seria em todos os sentidos, vocês deixaram de sonhar os sonhos de vocês para sonhar os meus, eu os amo eternamente.

A todos os colegas do MPECIM e amigos que de alguma forma foram importantes na minha caminhada.

LISTA DE SIGLAS

3D	Tridimensional
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
ATP	Aula Teórico-Prática
CAD	Desenho Assistido por Computador
FDM	Fused Deposition Modeling (Deposição de material fundido)
FFF	Filament Fused Fabrication (Fabricação Fundida de Filamentos)
NMC	New Media Consortium
PLA	Ácido Polilático
RP	Prototipagem Rápida
STL	Stereolithography (Estereolitografia)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TP	Teste Prévio
TPATP	Teste Pós-aula Teórico-Prática
AEH 3D	Aula de Embriologia Humana 3D
AET	Aula Expositiva Tradicional
MEH 3D	Modelos de Embriologia Humana 3D

RESUMO

O ensino de Embriologia Humana (EH), tem como campo de ação, o estudo dos fenômenos e processos da vida intrauterina, etapas essas, que vão desde a fecundação até o nascimento. No ensino médio, a Embriologia Humana é ensinada como parte da disciplina de Biologia, na maioria das aulas, observa-se certa dificuldade dos alunos em compreender os conteúdos e do professor em repassar as informações. Nessa perspectiva faz-se necessário estabelecer situações investigativas no Ensino e na Aprendizagem de Embriologia Humana (EH), tendo como base o uso da impressora 3D para produção de modelos que facilitem a compreensão das fases e estruturas. O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, AC, Brasil em duas etapas. A etapa de **Preparação** desenvolvida no laboratório de tecnologias educacionais 3D, bloco de medicina veterinária. Onde foi feito a seleção de imagens das fases embrionárias, confecção dos modelos no programa de modelagem virtual (Tinkercad®) e impressão na impressora 3D. A etapa de **Execução** ocorreu na Escola Estadual Clícia Gadelha localizada no município de Rio Branco/Acre, a qual foi aplicada em duas aulas a fim de verificar o grau de influência (positiva ou negativa) dos Modelos de Embriologia Humana 3D (MEH3D). A pesquisa foi realizada na 1ª série do Ensino Médio com a participação de 30 alunos. Eles foram divididos em dois grupos de 15 alunos, o grupo A aula expositiva tradicional (AET) e o grupo B aula de Embriologia Humana 3D (AEH3D). Os alunos foram convidados a preencher um questionário antes das aulas teóricas e práticas e, após essas aulas, os alunos participantes do grupo B ainda responderam a um questionário de satisfação dos modelos 3D. Os resultados indicaram que o uso dos modelos 3D na aula de embriologia humana se constituiu uma poderosa ferramenta no aprendizado dos alunos, em alguns casos houve dificuldade em relacionar o conteúdo de Embriologia Humana das aulas teóricas com as atividades propostas, devido ao não conhecimento inicial a respeito dos modelos 3D, o questionário de satisfação aplicado ao grupo (AEH3D) mostrou que os alunos aprovaram o uso dos modelos 3D e que gostariam que outras disciplinas utilizassem esse tipo de metodologia, verificou-se ainda que, a atividade despertou o interesse dos alunos e melhorou consideravelmente o entendimento deles sobre o conteúdo, mostrando que o modelos 3D foram de total relevância no ensino e aprendizado.

Palavras-chave: Embriologia Humana, Impressão 3D, Modelos didáticos, Ferramenta.

ABSTRACT

The teaching of Human Embryology (EH), has as its field of action, the study of the phenomena and processes of intrauterine life, these steps, ranging from fertilization to birth. In high school, Human Embriology is taught as part of the discipline of Biology, in most classes, there is some difficulty for students to understand the content and for the teacher to pass on information. In this perspective, it is necessary to establish investigative situations in the Teaching and Learning of Human Embryology (EH), based on the use of the 3D printer to produce models that facilitate the understanding of the phases and structures. The study was developed at the Federal University of Acre (UFAC), Rio Branco, AC, Brazil in two stages. The Preparation stage developed in the 3D educational technologies laboratory, veterinary medicine block. Where the selection of images of the embryonic phases was made, making of the models in the virtual modeling program (Tinckercad®) and printing on the 3D printer. The Execution stage took place at the Clícia Gadelha State School located in the city of Rio Branco / Acre, which was applied in two classes in order to verify the degree of influence (positive or negative) of the 3D Human Embryology Models (MEH3D). The research was carried out in the 1st grade of High School with the participation of 30 students. They were divided into two groups of 15 students, the group A traditional expository class (AET) and group B class of 3D Human Embryology (AEH3D). The students were asked to complete a questionnaire before the theoretical and practical classes and, after these classes, the students participating in group B still answered a 3D models satisfaction questionnaire. The results indicated that the use of 3D models in the human embryology class was a powerful tool in the students' learning. In some cases, it was difficult to relate the Human Embryology content of the theoretical classes to the proposed activities, due to the lack of initial knowledge Regarding 3D models, the satisfaction questionnaire applied to the group (AEH3D) showed that students approved the use of 3D models and that they would like other disciplines to use this type of methodology. and significantly improved their understanding of the content, showing that the 3D models were of total relevance in teaching and learning.

Keywords: Human Embryology, 3D printing, Didactic models, Tool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1. **A.** Processo de fecundação; **B.** Divisão do zigoto estágio 2 células; **C.** Divisão do zigoto estágio 4 células; **D.** Divisão do zigoto estágio 8 células; **E.** Mórula; **F.** Blástula inicial; **G.** Blastocisto eclodido. **H.** Implantação do blastocisto no útero, presença de sincitiotrofoblasto, citotrofoblasto e hipoblasto; **I.** Blástula com presença de linha primitiva. **H.** Gastrulação: formação das três camadas germinativas (ectoderma, mesoderma e endoderma) (MOORE e PERSAUD, 2008).....16

Figura 2. Fases da embriologia representadas nos arquivos de modelos 3D feitos no programa Tinkercad. **A.** Fecundação com presença de pronúcleo feminino (1A) e espermatozoide (2A); **B.** Divisão do zigoto estágio de duas células; **C.** Divisão do zigoto estágio de quatro células; **D.** Divisão do zigoto estágio de oito células; **E.** Estágio de mórula com 32 blastômeros (3E); **F.** Blástula inicial com cavidade blastocística (4F) e massa celular interna (5F); **G.** Blastocisto eclodido com epiblasto (6G) e hipoblasto (7G); **H.** Blástula em estágio de implantação no útero com sincitiotrofoblasto (8H) e âmnio (9H); **I.** Blástula com linha primitiva (10I); **J.** Gástrula: presença das três camadas germinativas (ectoderma (11J), mesoderma (12J) e endoderma (13J)).23

Figura 3. **1 e 2.** Alunos durante a aula de embriologia humana (AEH 3D) utilizando os MEH 3D. **3 e 4.** Alunos durante a aula expositiva tradicional (AET). 5 e 6. Alunos respondendo os pré e pós testes.....26

Figura 4. Modelos Anatômicos 3D de Embriologia Humana. **A.** Modelo representativo da fecundação. **B. C. D. E.** Clivagem do zigoto. **F.** Blástula inicial. **G.** Blastocisto eclodido. **H.** Blástula com presença de linha primitiva. **I.** Implantação da blástula no útero. **J.** Gastrulação, presença das três camadas germinativa (ectoderma, mesoderma e endoderma).27

TABELA

Tabela 1. Fases da Embriologia Humana 18

Tabela 2. Média dos acertos dos alunos no pré e pos testes nos grupos AET e AEH 3D 28

GRÁFICOS

Gráfico 1. Frequência do grau de satisfação dos estudantes em aprender embriologia humana utilizando os MEH 3D. **A.** Visualização e identificação das estruturas embriológicas; **B.** Modelo 3D é interativo; **C.** Modelo 3D facilita a compreensão da aula teórica; **D.** Modelo 3D é de fácil compreensão; **E.** Modelo 3D melhora a aprendizagem de outros conteúdos; **F.** Modelo 3D promove uma aula dinâmica, atrativa e menos abstrata; **G.** Modelo 3D é uma ferramenta didática e inovadora. 1. Discordo totalmente; 2.2 Discordo; 3. Indiferente; 4. Concordo; 5. Concordo totalmente. 30

QUADROS

Quadro 1. Distribuição dos alunos por grupos nas atividades 25

Sumário

Sumário	11
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1 O Uso de Metodologias como Ferramenta de Ensino	10
1.2. Embriologia Humana.....	16
1.3. A Impressão 3D Aplicada ao Ensino	19
4. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos	20
CAPITULO 11	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Confeção dos Modelo Anatômico 3D Impresso de Embriologia Humana.....	21
3.2 Seleção dos modelos anatômicos 3D de Embriologia Humana.....	22
3.3 Impressão 3D.....	23
3.4 Formação e Constituição dos Grupos para Aplicação do Modelo	24
3.5 Análise Estatística	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6. REFERÊNCIAS.....	34
ANEXOS	39
Anexo A. Termo De Consentimento Livre e Esclarecido	40
Anexo B. Termo de Responsabilidade do Pesquisador.....	42
Anexo C. Questionário de investigação da aprendizagem	43
Anexo D. Questionário de grau de satisfação na utilização dos MEH 3D.....	44
Anexo F. Porcentagem de acertos dos alunos às perguntas do questionário antes e depois da atividade, no grupo A (sem uso de kit) e grupo B (com uso do kit). n= 15 alunos em cada um dos grupos.	46
Anexo G. Produto Educacional.....	47

INTRODUÇÃO

O repasse de saberes nas instituições de ensino é na maioria das vezes realizada de forma descontextualizada. Os professores se apegam a preparar os alunos para futuros exames e a escola em receber benefícios por não haver índices de reprovação. O desdobramento desses fatos é a geração de indivíduos sem perspectivas futuras e sem o menor senso crítico, aceitando de forma inconsciente o não conhecimento científico, questionamentos, resoluções e utilização de métodos que amplie a sua área de conhecimento.

O conteúdo de Embriologia é algo complexo e abstrato, que exige um grau de empenho do professor para que o seu aluno consiga assimilá-lo. A maioria das aulas usa como recurso didático retroprojetores e livros textos, com aulas repetitivas e expositivas sem que ocorra uma contextualização entre si.

Nesse sentido, nota-se certo despreparo dos agentes envolvidos em realizar aulas lúdicas, o que pode ser atribuído pela falta de tempo para preparação do material, de recursos financeiros, interesse dos alunos ou de material disponível no mercado que possa subsidiar o ensino de embriologia humana. O professor tem em mãos um conteúdo difícil e contemplativo que exige empenho para a construção de uma aula mais elucidativa, mas que ao mesmo não consegue desenvolver de forma satisfatória. Cada um desses problemas acaba por desencadear uma série de percalços que limitam a prática docente no ensino básico.

Nesse sentido, surgiu a ideia de preparar modelos de embriologia humana com tecnologia 3D, os quais possivelmente supririam as necessidades tanto do professor como do aluno em relacionar aquilo que é repassado e apreendido com seu dia a dia.

CAPÍTULO I

O Ensino da Biologia/Embriologia Humana

Ensinar Biologia não é uma tarefa fácil, pois demanda que tanto o professor quanto o aluno necessitem assimilar uma série de palavras diferentes, com dicção e escrita que difere da fala comumente usada pela população. Além disso, o conteúdo pragmático de Biologia para o ensino médio oferece ao professor o desafio de ensinar uma enorme variedade de conceitos, com uma gama de conhecimentos sobre a diversidade dos seres vivos. Entretanto, não oferece o impulso didático necessário de como o professor pode captar o cotidiano do seu aluno e introduzir na forma como ele ensina. (ROSA, 2013).

O aluno já possui saberes, pois ele carrega conhecimentos prévios adquiridos no decorrer de sua experiência de vida, que acaba por fomentar resistências diante dos novos conhecimentos a ele apresentado pela escola. Ao professor é apresentado o desafio de lidar com os dissemelhantes conteúdos de Biologia, ao mesmo tempo que não pode descuidar das experiências dos alunos. (DURÉ et al., 2018)

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/96) o ensino é predisposto ao educando para aprimorá-lo como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. A comunidade escolar é incumbida dessas estratégias de ensino. A mesma precisa facilitar a obtenção do conhecimento de forma a favorecer o desenvolvimento de habilidades nos alunos. É imprescindível a disponibilização de opções nomeio escolar para o indivíduo conseguir se utilizar de diferentes meios para o desenvolvimento da sua autonomia.

De acordo com Krasilchik (2004), quando o estudante consegue acessar exemplos suficientes para a construção do seu conhecimento, o que ele aprende passa a ter mais significado. O vasto conteúdo presente no currículo de Biologia influencia diretamente no tempo que o professor tem para apresentar exemplos e analogias variadas, pois intervém no entendimento dos conceitos apresentados, e pode gerar um aprendizado mais significativo, reflexivo e crítico.

Segundo a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, subsidia de maneira significativa e reflexiva a disseminação de informações, pois instrumentaliza a obtenção de conhecimentos a resolução

de problemas e auxilia o protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. Essas são funções que a escola precisa proporcionar ao seu aluno (BRASIL, 2018).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM): No Ensino de Biologia deve-se estabelecer modelos para as microscópicas estruturas de construção dos seres, de sua reprodução e de seu desenvolvimento. Para o aprendizado dos conceitos de Embriologia, é conveniente a criação de situações em que os alunos sejam solicitados a relacionar o que ele aprende em sala de aula com a sua vida cotidiana. Também é recomendável que os estudos se atenham à espécie humana, focalizando as principais fases embrionárias, os anexos embrionários e a comunicação intercelular no processo de diferenciação. É importante tratar esses conhecimentos de forma contextualizada (BRASIL, 2000).

O estudo de embriologia humana está atrelado ao campo de ensino da reprodução e do desenvolvimento. É uma disciplina que estuda a formação do indivíduo, desde a fecundação até o nascimento. Segundo Moore e Persaud (2008) esse tópico é considerado complexo, pois as estruturas macro e microscópicas embrionárias são de difícil visualização.

A embriologia humana centraliza aprendizados de conhecimentos morfológicos e fisiológicos do desenvolvimento, bem como a explicação da origem dos tecidos que compõem os órgãos e sistemas do corpo. Essa uma disciplina possui um certo grau de dificuldade e precisa de muita atenção dos alunos e dinamismo do professor (RIBEIRO, 2018).

A reprodução é indispensável à conservação das espécies, pois permite a continuidade das mesmas. O zigoto que originará um novo indivíduo forma-se a partir do processo de fecundação ou fertilização do ovócito secundário feminino com um gameta masculino, o espermatozoide (SPENCE, 1991; SILVA et al., 1995; WILLIAMS et al., 1995). A embriologia estuda tanto a reprodução humana como a animal, desde o processo de formação dos gametas (gametogênese), fecundação e o desenvolvimento embrionário. Nesse último, é estudado três folhetos germinativos (ectoderma, mesoderma e endoderme), os quais se diferenciam nos órgãos e tecidos do novo indivíduo (Organogênese) (MORAES et al., 2002).

Ao se realizar uma análise mais crítica e detalhada das bibliografias utilizada sobre as etapas do desenvolvimento, nota-se que estas são complexas e ricas em detalhes, mesmo que em certas literaturas os processos que envolvem a embriologia sejam descritos resumidamente, podendo esse ser considerado um fator barreira no processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo, o professor precisa explorar esse ponto como forma de preencher a lacuna entre o conteúdo e a compreensão (MOREIRA, 2014).

Para Freire (1996), o processo de ensino e aprendizagem instiga a leitura de certos materiais, desperta a curiosidade a demonstrações que complementem o que está sendo relatado de forma que contribua para o entendimento do indivíduo acerca do que lhe é apresentado. Para Pimentel (1993) o professor que aponta o rumo que leva ao aprendizado, é ele que cria estratégias de ensino diversificada. Dessa forma evita-se a cansativa repetição dos meios de aprendizado que ao invés de gerarem ponte no caminho ao conhecimento acabam por tornarem-se “pedras”.

Pesquisas na área nos fornecem dados de que o ensino de embriologia humana é memorístico, conteudista e enciclopédico (FERNANDES et al., 2015), o qual dificulta a compreensão e inviabiliza a eficácia de aprendizado dos alunos. Dessa forma, os alunos demonstram pouco ou quase nenhum interesse pelo conteúdo de embriologia humana, pois estas lhe são demonstradas inacessíveis a sua realidade. São uma minoria os alunos que desenvolvem uma significativa capacidade de abstração, e conseguem assimilar mesmo com poucos recursos o conteúdo de embriologia, conseqüentemente uma expressiva quantidade de alunos apresentam enormes dificuldades em entender os conteúdos da embriologia humana (MAIA et al., 2017). Segundo Jotta (2005), o ensino de embriologia humana ainda segue um contexto tradicional que tem apresentado pouca eficácia, com aulas teóricas e livros-textos que não se constituem mais a melhor alternativa na concepção de muitos alunos.

No ensino médio tal característica demonstra proporções significativas, pois o aluno tem a necessidade de fazer comparações do que ele vê e aprende com o mundo em que ele vive. Esta fase de desenvolvimento psicossocial faz com que eles tenham o interesse por provar tudo o que aprendem, desinteressando-se pelo aprendizado daquilo que não conseguem envolver no seu cotidiano (MAIA et al, 2017). No ensino de embriologia, devido à falta de recursos didáticos, que podem auxiliar no processo de interpretação das imagens apresentadas nos livros acaba-se por dificultar à possibilidade de visualizar em escala ou em tempo real, os processos que envolvem o desenvolvimento intrauterino.

Aulas Teóricas versus Aulas Práticas

As aulas teóricas proporcionam ao professor a disseminação de um conteúdo em um menor tempo e para uma grande quantidade de alunos. Essa forma de ensinar é empregada de maneira positiva quando é preciso explicar conceitos difíceis e ampliar a possibilidade de formas de como a informação é repassada para os alunos, pois do contrário os mesmos levariam muito mais tempo para entender um conceito, com a utilização somente de aulas práticas. (FILHO, 2007)

Um dos principais fatores para a grande aceitação da aula teórica é que ela é muito mais econômica para a escola que outras modalidades como uma aula prática de campo ou experimental, as quais envolvem grande gasto de material. A aula teórica pode ser obtida com “fala e pincel”! Dessa forma diversos motivos contribuíram para que as aulas teóricas tenham se tornado tão criticadas, pois se explorada pelos docentes como único meio didático, elucida o professor como “ruim” e o conteúdo como difícil e enfadonho, mas atrelada a aulas práticas torna-se uma ferramenta poderosa no ensino (PAGEL et al., 2015).

A aprendizagem torna-se eficaz quando ocorre o processo de contextualização, que permite ao professor a agregação da teoria com a prática. Possibilitando que informações repassadas através da transmissão oral e dos livros se torne um objeto de ancoragem para os discentes, facilitando que os conceitos aprendidos através da teoria sejam a base das atividades informais realizada em sala de aula. Dessa forma, o aluno deixa de acumular o que aprende e passa a ser o próprio motivador do processo ensino e aprendizagem, tornando-se um receptor reflexivo e crítico (MORAES et al., 2016).

As aulas lúdicas são uma contemplação das discussões teóricas. É a exploração de fatos, conceitos e generalizações aplicadas de diversas maneiras metodológicas. O indivíduo desenvolve habilidades cognitivas quando é posto em ação. Quando o professor utiliza ferramentas facilitadoras para o processo de aprendizagem, permite que os alunos se apropriem do conhecimento de todas as formas possíveis, permitindo o desenvolvimento de competências e habilidades que alavancam o ensinar e modificam o aprender (RAMOS et al., 2010).

A partir desse contexto existe a necessidade de ampliar as opções na educação, inserindo metodologias inovadoras que propiciem alternativas para dinamizar as aulas e integralizá-la no dia a dia dos estudantes ajustando-se à realidade que o aluno vivencia em sua rotina (FORNAZIERO et al., 2010).

Promover soluções ou possibilidades de estudo, é o desafio do docente. Que deve se posicionar e refletir sobre a maneira que transmite o conhecimento, não aceitando simplesmente repassar o conteúdo da forma como lhe é apresentado, mas é necessário se auto desafiar e utilizar indagações e a convivência em sala de aula como norteador de metodologias que promovam o melhor entendimento dos seus alunos (NEVES, 2010).

Existe a necessidade do desenvolvimento de metodologias didáticas como ferramenta de articulação entre o conteúdo teórico e o prático, pois os mesmos proporcionam aos estudantes a compreensão de conceitos científicos (MORAIS; SANTOS, 2016). As aulas tradicionais expositivas acabam por não disponibilizar ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para a compreensão do que é proposto pelo professor, pois não demonstram nenhuma contextualização com o mundo real, impossibilitando a participação ativa do aluno e desenvolvendo um ser acrítico (SCORZONI et al., 2010).

Para Arnoni (2014), o professor precisa buscar a fundamentação teórica e metodológica da atividade que executa. Isso inclui selecionar recursos pedagógicos adequados ao conteúdo que é ensinado. Dessa forma, ele se adequa aos novos tipos de alunos, que dispõem de meios tecnológicos para pesquisa. A partir disso, aulas somente expositivas não contemplam todas as peculiaridades do saber, e não facilitam a aprendizagem dos alunos.

Atualmente existem diversas tecnologias, como computadores e impressoras, mas o docente não consegue, ou não demonstra interesse em adaptar essas metodologias como forma de amparar as aulas teóricas e os livros didáticos, que já não são mais eficientes no processo de ensino e aprendizado (RIBEIRO, 2018).

Quando o professor passa a desenvolver e a adaptar o material didático disponível de forma a contemplar o que ele ensina e o que os alunos vivenciam. Desenvolve-se um novo olhar no uso de um filme, uma maquete, um jogo ou mesmo um livro e vai combinando estes como forma de influenciar a obtenção do conhecimento de todas as maneiras possíveis (RIBEIRO; ARNONI, 2018).

Para Oliveira e Junior (2012), por melhor que seja a explicação de um professor, o mesmo não vai conseguir repassar todo o conteúdo de forma satisfatória utilizando somente giz e lousa, pois há dinâmicas e sequencias no ensinar, que necessitam de recursos ativos e não estáticos para o seu entendimento.

O desenvolvimento de estratégias que utilizam recursos atrativos e que estimulam a participação criativa do aluno possibilita a motivação e a compreensão. Quando o professor proporciona ferramentas, sejam elas digitais, projetos, jogos ou experimentos para o ensino e

aprendizagem, ele apoia o aprendizado dos seus alunos, subsidiando-os com alternativas que avança o seu entendimento (SAMPAIO; MARTINS, 2013).

O uso de atividades práticas investigativas no ensino tem tido relevância e destaque no contexto escolar, principalmente na transmissão dos conteúdos de ciências que possuem conceitos difíceis de serem entendidos, pois se constituem uma importante ferramenta de motivação aos alunos e facilitam a assimilação de conceitos específicos apresentados pelo professor (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

A prática docente pode ser promovida por diversos meios, basta que o professor incentive os seus alunos a aprender de uma nova maneira. Diversas modalidades de atividades têm sido usadas para a melhoria do ensino teórico, como práticas experimentais, atividades utilizando vídeos e músicas, aplicativo de celular, ou desafios em que os alunos possam desenvolver atividades com materiais que possuem em casa. Todas essas formas de intervenção aplicadas de maneira coerente e contextualizada auxiliam no processo ensino aprendizagem (MORAES et al., 2016).

Para Lopes (2002) e Wartha (2005), as informações que o aluno acumula culturalmente por meio de livros, informática, jornais, revistas e aqueles obtidos e perpetuados, inclusive pela transmissão oral, podem ou devem ser objetos de trabalho no processo de ensino e aprendizagem.

É necessário fazer uma reflexão e reavaliação de todos os meios práticos que podem promover um aprendizado satisfatório no ambiente escolar. É preciso instigar e persuadir o conhecimento de todas as maneiras que forem possíveis e se utilizar o que está disponível no contexto que alunos e professores convivem. Quando o indivíduo faz a contextualização das informações que recebe para a compreensão das situações em seu entorno e, também, na resolução de seus problemas, o mesmo ultrapassa a mera função acumulativa e se torna um dos agentes do aprendizado. Um conhecimento de senso comum e não questionador, altera-se para um conhecimento mais elaborado, crítico e reflexivo (SANTOS, 2007).

Vygotsky e o Ensino Teórico-prático

Os professores devem desenvolver um sentido mais apurado dentro da sua sala, pois sempre vai haver diferenças tanto físicas quanto psíquicas na forma como seus alunos aprendem, por isso ele precisa desenvolver metodologias de ensino diferenciadas para atender os seus alunos, visto que estes não detêm os mesmos conhecimentos nem aprendem da mesma forma e no mesmo espaço de tempo (VYGOTSKY, 2007).

No ensino de embriologia é aconselhável que haja a construção de modelos didáticos que permitam ao professor apoderar-se da teoria e dissociá-la através da prática, instigando os alunos a criarem representações daquilo que é transmitido oralmente. Quando o indivíduo consegue movimentar os seus processos cognitivos, estabelecendo pontes que conecte todos os seus saberes, ele acaba por se utilizar de instrumentos tanto mentais como físicos que permitam que através de um conhecimento prévio ele possa mediar a construção e manutenção de um novo conhecimento (SANTOS et al., 2014).

Assim, iremos propor neste trabalho uma metodologia que terá como base os ensinamentos de Vygotsky, na qual professor mediador fará uso de instrumentos e signos em sala de aula, com intuito de atrair a atenção e desenvolver o intelecto do aluno tornando sua aula mais produtiva.

Lev Vygotsky foi um psicólogo que em seus trabalhos sempre deu ênfase à importância do processo de ensino e aprendizagem e suas concepções quanto ao desenvolvimento mental humano são estabelecidas a partir de elementos mediadores, como é citado no trabalho de Oliveira (1997);

Vygotsky trabalha, então com a noção de que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas, fundamentalmente, uma relação mediada. As funções psicológicas superiores apresentam uma estrutura tal que entre o homem e o mundo real existem mediadores, ferramentas auxiliares da atividade humana (p.27).

De acordo com Vygotsky (2007), o uso de instrumentos auxiliares através da mediação, permite ao indivíduo construir os seus saberes por interação, processo esse destacado por Vygotsky como a formação social da mente. Uma técnica efetivamente usada por ele é a de introduzir obstáculos ou dificuldades nas tarefas a fim de proporcionar que os indivíduos reflitam sobre qual a melhor forma de solucionar o problema.

Dessa forma os métodos instrumentais que auxiliam o indivíduo na construção do seu entendimento se manifestam, fornecendo caminhos alternativos chamados por Vygotsky de auxiliares externos. A partir da obtenção de mecanismos que ampliem os conhecimentos e a

capacidade psicológica superior, há o desenvolvimento de novos métodos de aprendizado que são ferramentas eficazes na compreensão, pois o indivíduo modifica ativamente a situação estimuladora, de maneira a processar a informação que recebe e dessa forma conseguir fazer nexos da sua vivência com o objeto que se estuda (VYGOTSKY, 2007).

Para haver um desenvolvimento concreto na aprendizagem do indivíduo, há necessidade de manutenção das relações com o ambiente sociocultural em que vive. É nesse contexto que ele se desenvolve plenamente e tem o suporte que precisa para que as atividades que realiza adquiram um significado próprio (KOLL, 2010).

Segundo Vygotsky (2007), outra forma prática de demonstrar o desenvolvimento intelectual do indivíduo e a maneira como percebe e resolve as situações propostas. É com a utilização de signos, estímulos artificiais ou autogerados que possibilitam que o indivíduo relacione o que já aprendeu com um novo conteúdo. Essa relação também é chamada por Vygotsky de memória natural, pois está vinculada ao que o aluno traz de experiências vivenciadas e que juntas evolui para uma nova organização conceitual.

Portanto, é possível pensar que, do ponto de vista de Vygotsky, o processo de desenvolvimento do indivíduo é compreendido não como a consequência de questões isoladas que amadurecem, nem de fatores ambientais que atuam sobre o ser humano, controlando seu comportamento, mas, sim, como resultado de trocas mútuas, que se formam durante toda a vida, entre indivíduo e meio. Para ele, o homem resulta de uma mediação cultural, isto é, não é um “recipiente vazio”, um indivíduo passivo, que só age motivado pelas imposições do meio em que vive, e, sim, é um agente que concretiza, realiza uma atividade organizadora, por meio da interação com o mundo, podendo até renovar sua própria cultura.

Em relação ao “professor vygotkskyano”, Resende et al. (2017) destaca que é aquele que faz intervenção e media a relação do aluno com o conhecimento. Ele empenha-se no seu fazer pedagógico, buscando criar Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDPs), ou seja, funciona como elemento de intervenção, propondo ajudas para o desenvolvimento do indivíduo, causando avanços que não ocorreriam de forma espontânea. Dessa maneira, resgata a importância da escola e do papel do educador, como agentes imprescindíveis ao processo de ensino e aprendizagem (KOLL, 2010).

Na construção do conceito de ZDP, Vygotsky (2007), identifica duas condições de desenvolvimento: uma ligada ao desenvolvimento efetivo e consolidado, chamado de desenvolvimento real, e outro relacionado às capacidades dos indivíduos, em via de construção, o nível de desenvolvimento potencial. O nível de desenvolvimento real está voltado para as funções ou capacidades já adquiridas pelo indivíduo, aquelas atividades que

ele concretiza sozinho, resolvendo seus problemas, sem a ajuda de alguém mais experiente. Enquanto o nível de desenvolvimento potencial está ligado àquilo que o indivíduo é capaz de realizar com a ajuda de outra pessoa. Nessa situação, as atividades são feitas por meio de uma experiência mediada.

Vygotsky define a Zona de Desenvolvimento Proximal como a necessidade de se elucidar a prática docente. É a forma como o conhecimento se estrutura, visando estabelecer um ensino mais eficaz. É o “calcanhar de Aquiles” de todo processo educativo. O professor precisa desestruturar a sua metodologia passada, e reconstruí-la de maneira que instrumentos mediadores sejam alternativas positivas nos saberes por ele repassado. O professor e o aluno são sujeitos preponderantes no ensino, explanando o que é proposto por Vygotsky de uma educação não somente informativa, mas transformadora.

Meyer et al. (2011), também segue a linha de Vygotsky quando destaca que o aluno é o sujeito dos seus próprios processos cognitivos. Enfatizando que a interação social, cultural e política entre o aprendiz e o professor mobiliza os processos mentais do indivíduo para a obtenção do conhecimento.

Cada pessoa constrói o seu conhecimento. O processo de modelagem permite que o sujeito atribua significados pelos próprios meios, que os alunos criem mecanismos de reflexão e ação, o professor deixa de ser o método exclusivo de significados, o aluno passa a ter participação na obtenção do conhecimento. Na modelagem o sujeito do processo é o aluno, o mesmo é instigado por meio do modelo a alcançar metas e objetivos através da formulação de um problema e do estudo de sua resolução e avaliação. Quando o aluno consegue perpassar todos esses passos, a construção de um conhecimento que faz o uso da pesquisa, exploração e simplificação, partindo de questionamentos e reflexões críticas. O aluno deixa de ser passivo e passa a ser agente do processo de ensino e aprendizagem. O papel do professor é instrumentalizar aos alunos maneiras de compreender o conteúdo trabalhado em sala de aula de forma que não haja mais um currículo neutro e descontextualizado (MEYER et al., 2011).

1.1 O Uso de Metodologias como Ferramenta de Ensino

Segundo Maia et al. (2017), a educação em Ciências tem a finalidade de esclarecer o mundo a partir do ponto de vista científico, na compreensão de leis, teorias e conceitos, a abordagem de problemáticas sociais, culturais e históricas. Nesse contexto, o Ensino de Embriologia deve se mostrar mais expressivo, incentivando um maior aproveitamento

estudantil, investindo em metodologias que resultem no aprimoramento cognitivo dos alunos e na capacidade de fazerem articulação dos conhecimentos novos com os já adquiridos.

Segundo Guiraldes (1995), os materiais didáticos aplicados ao ensino tendem satisfatoriamente para o direcionamento de alternativas que visam estimular a participação do aluno como sujeito ativo na busca por novas informações que o tornem um receptor crítico, promovendo suporte indispensável ao processo ensino aprendizagem.

Inserir metodologias alternativas na escola para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem pode ser o ponta pé para que, como enfatiza Lopes e Borba, “[...] talvez, possamos falar menos em ensino e escolarização e mais em educação” (LOPES; BORBA, 1994, p. 59). Dessa forma a escola passa a oferecer oportunidades aos estudantes de serem os próprios construtores do seu conhecimento, incentivando-os a pensar, criticar, investigar, refletir e almejar por ambientes de ensino mais descontraídos

Os professores mostram-se receptivos na utilização de metodologias alternativas, mas ainda há certa resistência ao uso delas em suas salas de aula. Mesmo “[...] motivados, são inseguros diante das novas ações” (PACHECO; PACHECO, 2013, p.44). Os professores ainda possuem certo receio de usar metodologias alternativas pelo fato de fugir daquilo que eles estão habituados para uma zona considerada por eles desconhecida. Assim, muitos preferem continuar na zona de conforto por comodismo, medo, insegurança e falta de preparo.

Nesse sentido, o professor pode fazer propostas aos alunos para utilizar diversos materiais, desde os mais simples, como material reciclado até os mais nobres. Os estudantes podem construir os objetos a partir das informações repassadas, mas as características individuais de cada modelo ficam a critério deles. Esse tipo de intervenção contribui de maneira positiva na interação, criatividade, movimentação e entendimento dos conteúdos trabalhados com lousa e livro didático (MEIRA et al., 2015).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica sugerem dentre outras coisas, que o currículo garanta ações que promovam a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, o acesso ao conhecimento e exercício da cidadania. Para a fundamentação dessas práticas é necessário a adoção de metodologias de ensino e de avaliação que motivem a iniciativa dos estudantes, bem como organizar os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação de tal modo, que permita ao estudante demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna [...]” (Brasil, 2013, p. 187-188). Dessa forma, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), aborda como deve ocorrer a articulação entre a teoria e a prática no contexto escolar:

“ [...] enfatiza que não deve haver dissociação entre teoria e prática. Daí, que a prática se configura não apenas como situações ou momentos distintos de um curso, mas como inerente a uma metodologia de ensino que contextualiza e põe em ação todo o aprendizado. Para garantir essa integração, é importante adotar metodologias que a privilegiem e cuidar da definição dos conteúdos e de sua organização nas diferentes etapas de ensino. É necessário, nesse sentido adotar metodologias que permitem diferentes situações de vivência, aprendizagem e trabalho, tais como experimentos e atividades específicas em ambientes especiais – laboratório, oficina, ateliê e outros; visitas técnicas; investigação sobre atividades profissionais; estudos de caso, conhecimento direto do mercado e das empresas; projetos de pesquisa e/ou intervenção – individuais e em equipe [...]. Propicia-se assim a integração entre os conhecimentos e o desenvolvimento de níveis de raciocínio cada vez mais complexos” (BRASIL, 2013 p. 246).

O professor e a comunidade escolar podem se apropriar de materiais alternativos para estimular, e integralizar os estudantes aos conteúdos trabalhados em sala de aula de forma a construir uma ponte entre a realidade do aluno e o que ele aprende na escola. Segundo Santos e Scheid (2012, p. 19).

Um dos dilemas da educação é encontrar métodos que possibilitem o desenvolvimento de práticas na sala de aula que possibilitem a aprendizagem, estimulando os alunos e proporcionando a elevação do rendimento escolar. Nesse contexto, os educadores têm o desafio de desenvolver habilidades que permitam o acesso e o controle das tecnologias e seus efeitos, para tornar sua atividade docente dinâmica e significativa facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma quando o professor faz uso da tecnologia, de um filme ou desenho animado, de aulas experimentais, histórias em quadrinhos, jogos entre outras atividades dentro e fora da sala de aula ele abre um leque de possibilidades didáticas para o ensino teórico-prático, tornando as suas aulas mais interessantes e atrativas aos alunos (RIBEIRO; ARNONI, 2018)

O professor acaba por criar condições para que os alunos interajam com um meio muitas vezes desconhecido para eles, favorecendo o contato com conhecimentos geográficos, históricos, econômicos, sociais, políticos, científicos e artísticos. Com isso, o professor explora a dinamização em suas atividades, e propicia ao estudante desenvolver as habilidades de observar, pesquisar, descobrir, entrevistar, coletar dados, organizar e sistematizar os dados coletados, analisar, sintetizar, tirar conclusões e utilizar diferentes formas de expressão para descrever o que observou. Dessa forma o professor subsidia a criticidade nos discentes e torna-se uma ferramenta cultural, pois oferece a um aluno que nunca foi há um teatro ou cinema, a oportunidade de um conhecimento que pode estende-se por toda a vida. (HAYDT, 2006)

Os modelos didáticos são uma das ferramentas facilitadoras no processo ensino aprendizagem, pois permite ao observador manipular o conteúdo abstrato, visto nos livros, com as “próprias mãos”. (MEIRA et al., 2015). O ser humano tem a necessidade de criar representações do que observa, foi assim com os primeiros homens que desenhavam nas paredes das cavernas (CARVALHO; MARTINS, 2009) e continua a ser assim, pois os mesmos se utilizam de modelos mentais para materialização do empírico (JUSTINA; FERLA, 2006).

O uso de modelos instrumentaliza o ensino, pois o professor pode apropriar-se desse recurso para expor estruturas e processos complexos, tornando o aprendizado mais prazeroso e de fácil assimilação. Uma estrutura em três dimensões permite ao aluno aprender através do contato e manuseio da peça, destacando os modelos didáticos como uma alternativa viável no processo ensino aprendizagem, pois exhibe um assunto de forma prática, simples e concreta (DANTAS et al., 2016).

Portanto, existe a necessidade do desenvolvimento de material didático manipulável, pois estes proporcionam que o conteúdo teórico e as figuras planas e, muitas vezes, descoloridas dos livros didáticos se materializem. Os métodos alternativos se constituem uma ferramenta que desperta a curiosidade do aluno e estimulam a criatividade, pois oportuniza aulas dinâmicas e favorece a interatividade e as relações interpessoais, uma vez que tais atividades geralmente são realizadas em grupos (NASCIMENTO et al., 2015)

Modelos Didáticos Aplicados ao Ensino de Embriologia Humana

Os modelos didáticos são ferramentas facilitadoras no processo ensino aprendizagem, pois permite ao observador manipular o conteúdo abstrato, visto nos livros, com as “próprias mãos”. (MEIRA et al., 2015). O ser humano tem a necessidade de criar representações do que

observa, foi assim com os primeiros homens que desenhavam nas paredes das cavernas, (CARVALHO; MARTINS, 2009) e continua a ser assim, pois os mesmos se utilizam de modelos mentais para materialização do empírico (JUSTINA; FERLA, 2006).

O uso dos modelos didáticos como ferramenta de ensino, permite que o professor exiba o conteúdo forma prática, simples e menos complexa aos alunos. Em virtude da dificuldade enfrentada pelos professores no ensino de ciências, devido trazer consigo conceitos, hipóteses, fenômenos e teorias que são de difícil compreensão pelos alunos por exigir uma capacidade de entendimento complexa, o que necessita de maior aprofundamento, e ainda, requerer um grande poder de concentração dos mesmos, ao professor cabe a responsabilidade de viabilizar estratégias que tornem o estudo de Ciências mais palpável e de melhor compreensão.

Também outra dificuldade a ser considerada é que as escolas da rede pública de ensino, em sua grande maioria, não dispõem de microscópios e outros equipamentos que possam auxiliar o professor no processo de ensino aprendizagem, por isso surge a necessidades de desenvolver metodologias que supram a falta de material na escola (DANTAS et al., 2016).

Para Cavalcante e Silva (2008), os modelos didáticos permitem a experimentação, dando oportunidade aos estudantes de correlacionarem a teoria com a prática. Propiciando a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de habilidades e competências.

A utilização da prototipagem proporciona que a embriologia humana salte dos livros e torne-se real. Permitindo que a projeção material do que antes era somente imaginado em algo que agora pode ser manipulado de acordo com a vontade do entendedor (BAIÃO, 2012). O aluno desenvolve-se cognitivamente a partir do momento que deixa apenas de interiorizar o que o docente transmite e passa a confeccionar e a refletir sobre os problemas, tornando-se mantenedor do seu próprio conhecimento (JUSTINO, 2011).

A impressão 3D nada mais é do que um método de manufatura de objetos previamente desenvolvidos em plataforma digital que são feitos a partir da fusão ou deposição de materiais como plástico, metal, cerâmica, pó, líquidos ou até mesmo células. A impressão 3D surgiu como um modelo pedagógico que visa o aluno como protagonista, estimulando a atividade prática e priorizando o aprendizado ativo baseado em problemas (PBL). Hoje em dia, modelos em 3D já estão sendo utilizados para o aprendizado de diversos conteúdos, tendo feedback positivo por parte de professores e alunos (BAIÃO, 2012)

Um aspecto interessante neste sentido é que já existem empresas desenvolvendo conteúdos educacionais com a utilização da tecnologia de impressão 3D, como a Makerbot (2012), que tem inclusive uma seção em seu website, onde disponibiliza este conteúdo. A proposta é utilizar a impressão 3D e tecnologias relacionadas de forma interdisciplinar, como

ferramenta de apoio para o aprendizado de conteúdos de matemática, ciências e tecnologia. No ensino de biologia podem ser impressos modelos de células, organismos, vírus e outros tipos de artefatos biológicos (SAMPAIO; MARTINS, 2013).

Os estudos feitos sobre a utilização de modelos tridimensionais no ensino de Embriologia Humana relatam basicamente a construção de modelos com o uso de materiais como biscuit e porcelana, que são amplamente divulgados e de fácil acesso (OLIVEIRA, 2015). Não há muitos trabalhos a respeito da construção de modelos didáticos impressos em tecnologia 3D, sendo que comparado a esses materiais a aquisição de uma impressora 3D que pode realizar a impressão de vários modelos, com tamanho e formatos padronizados que podem ser acessados por inúmeros usuário é muito mais rentável (OLIVA et al., 2019) e que quando aplicados verifica-se eficiência do modelo didático 3D no processo de ensino e aprendizagem (KAMKHEDKAR et al., 2017).

Com a impressão 3D é possível construir características anatômicas muito semelhantes ao retratado nas imagens muitas vezes descoloridas dos livros didáticos e conseguir assim uma melhora no processo de ensino aprendizagem, pois tanto o professor quanto o aluno vão interagir com a peça anatômica, tocando e manuseando, como entre si, os mesmos deixaram de serem espectadores para tornarem-se protagonistas da sua própria história (OLIVEIRA, 2015).

Ocorre aprendizagem quando o indivíduo estabelece conexões entre a teoria e a prática, sendo que os modelos 3D possibilitam que o aluno manipule seu objeto de estudo e amplie os seus conhecimentos, pois o mesmo pode explorar diversos fatores que incentivam e permitam a sua compreensão. A impressão 3D, alvo de estudo dessa pesquisa, torna-se uma ferramenta auxiliadora, ao ser incorporada ao ambiente de aprendizagem. Pode disponibilizar possibilidades e formas de construção do conhecimento.

Nessa perspectiva, faz-se necessário estabelecer situações investigativas no Ensino e na Aprendizagem de Embriologia Humana (EH), utilizando a impressora 3D para produção de modelos que facilitem a compreensão das fases e estruturas, promovendo um melhor desenvolvimento dos alunos, tornando o uso das impressões uma estratégia tecnológica, inovadora e atraente. Desta forma, propomos a construção e a utilização de modelos de Embriologia Humana, confeccionados em impressora 3D, como recurso didático para o ensino da embriogênese.

1.2. Embriologia Humana

A Embriologia Humana tem como objeto de estudo as etapas relativas ao início do desenvolvimento humano e todas as mudanças que ocorrem durante o desenvolvimento pré-natal, buscando entender suas causas e alterações na estrutura humana (MOORE; PERSAUD, 2008). Os conteúdos de Embriologia Humana são trabalhados no Ensino Médio e na graduação nas áreas de Saúde e Ciências da Natureza. Algo que requer a produção de materiais de apoio pedagógico que possam oferecer subsídio ao livro didático (OLIVEIRA, 2015).

A Embriologia é caracterizada por envolver os processos de formação do indivíduo, desde as fases de fecundação, clivagem do zigoto, gastrulação a organogênese. O estudo embrionário ocorre desde a união entre um espermatozoide e um ovócito. Essa união dá origem a uma célula altamente especializada chamada zigoto, que se divide diversas vezes e vai se transformando progressivamente em um ser humano multicelular, por meio de processos celulares tais como divisão, migração, crescimento e diferenciação (MOORE; PERSAUD, 2008).

O desenvolvimento humano começa após a fecundação (Figura 1A), com a formação da célula-ovo ou zigoto que é a primeira célula do indivíduo. O zigoto é uma célula diploide, pois possui cromossomos de origem materna e paterna, que passa por sucessivas divisões mitóticas, dando origem a novas células diploides que constituirão o embrião, que se desenvolverá até o nascimento (ROMERO et al., 2005).

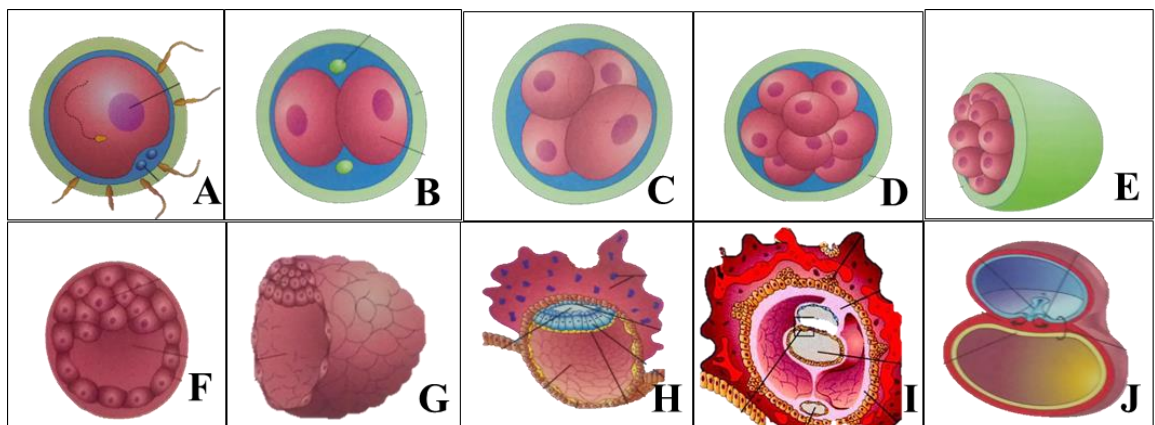


Figura 1. A. Processo de fecundação; B. Divisão do zigoto estágio 2 células; C. Divisão do zigoto estágio 4 células; D. Divisão do zigoto estágio 8 células; E. Mórula; F. Blástula inicial; G. Blastocisto eclodido. H. Implantação do blastocisto no útero, presença de sinciotrofoblasto, citotrofoblasto e hipoblasto; I. Blástula com

presença de linha primitiva. **H.** Gastrulação: formação das três camadas germinativas (ectoderma, mesoderma e endoderma) (MOORE e PERSAUD, 2008).

“Estes eventos ocorrem na primeira semana de desenvolvimento. Aproximadamente 24 horas após a fecundação, o zigoto começa o processo de segmentação ou clivagem (Figura 1B; C e D), processo a qual o zigoto efetua divisões consecutivas, sem aumentar de volume formam-se os blastômeros, O conjunto de blastômeros forma uma esfera maciça de células chamada de mórula (Figura 1E). Neste processo, há um aumento significativo do número de células, porém, o tamanho total praticamente não aumenta, ou seja, não há aumento no volume celular. Ao final dessa fase, as células da mórula continuam a sofrer mitose e compactam-se, secreções e líquidos uterinos do exterior penetram através das membranas externas formando um espaço cheio de líquido, a cavidade blastocística. Com o aumento do líquido na cavidade, os blastômeros são separados em duas partes: o trofoblasto e o embrioblasto. Neste estágio, o embrião é chamado de blástula (Figura 1F e 1G). A blástula adere ao epitélio endometrial por ação de enzimas proteolíticas (Figura 1H). A formação da linha primitiva ocorre por volta da terceira semana de vida intrauterina (Figura 1I). Na gastrulação (Figura 1J) ocorre um rearranjo nas células da blástula, processo pelo qual as células da massa celular interna se reorganizam e formam os três folhetos embrionário. Com a formação dos folhetos embrionários há o aparecimento dos tecidos, que se organizam de acordo com a forma e função para formar os órgãos” (MOORE; PERSAUD, 2012):

- ✓ Ectoderma – dá origem a epiderme, os órgãos sensoriais e o sistema nervoso.
- ✓ Mesoderma – formará a derme, os músculos, os ossos, as cartilagens, os órgãos excretores e genitais, os órgãos do sistema cardiovascular e as serosas que envolvem os órgãos.
- ✓ Endoderma – formará o revestimento interno do tubo digestório, suas glândulas anexas e o revestimento interno dos órgãos do sistema respiratório e bexiga urinária.

Os principais órgãos e sistemas do corpo (encéfalo, coração, fígado, somitos, brotos dos membros, ouvidos, nariz e olhos) são formados da terceira a oitava semana. Na oitava semana, na oitava semana o embrião mede apenas 3 cm e pesa 2,5 g. A partir da nona semana de desenvolvimento, o embrião passa a ser chamado de feto até o nascimento. O período fetal está primariamente relacionado com o crescimento rápido do corpo e diferenciação dos tecidos e órgãos que iniciaram seu desenvolvimento no período embrionário (MOORE; PERSAUD, 2008).

Na organogênese ocorre a diferenciação das camadas germinativas para a formação de tecidos e órgãos e a indução do mesoderma sobre o ectoderma, desenvolve um processo chamado neurulação (Tabela 1).

Tabela 1. Fases da Embriologia Humana

Etapa	Fase	Estrutura	Formação
Fecundação	Zigoto	Célula resultante da união do gameta masculino ao feminino	
	Mórula	Conjunto de blastômeros que vão mudando sua forma e se interconectando formando um aglomerado firme de células.	
Clivagem		Cavidade preenchida por líquido, células dispostas centralmente formando o primórdio do embrião.	Trofoblasto: placenta e cório.
	Blástula	Delimitada por uma camada de células chamada trofoblasto e por um aglomerado de células na parede interna denominado de embrioblasto.	Embrioblasto: embrião e os anexos embrionários âmnio, vesícula vitelínica e alantoide.
Gastrulação		Conversão do disco embrionário bilaminar em trilaminar responsável pelas 3 camadas germinativas que são precursoras de todos os tecidos embrionários	Endoderma, mesoderma e ectoderma.
	Gástrula	Diferenciação das camadas germinativas para tecidos e órgãos.	
Organogênese			

Fonte: MOORE e PERSAUD, 2008.

1.3. A Impressão 3D Aplicada ao Ensino

A técnica chamada hoje de impressão 3D teve sua primeira patente publicada em março de 1986 e registrada por Charles W. Hull em 1984, a qual consistia em um método de construir objetos tridimensionais denominada estereolitografia (.stl). A técnica se resume em solidificar camadas de um fotopolímero (similar a uma resina), utilizando a luz (AGUIAR; YONEZAWA, 2014).

No entanto, a versão mais popular de acordo com Aguiar (2016) veio através de Crump em 1989, que fundou a empresa Stratasys[®], depois do registro de patente de um “Aparato e método para criação de objetos tridimensionais”. Em sua criação a construção do objeto ocorria por meio da deposição de material fundido. Este método foi denominado “Fused Deposition Modeling” (Deposição de material fundido - FDM), também chamado de “Filament Fused Fabrication” (Fabricação por filamento fundido - FFF). Cunico (2015) destaca que esta tecnologia se tornou popular por apresentar simplicidade de arquitetura em sua fabricação.

Segundo Sampaio e Martins (2013), o processo de criação de um modelo 3D se dá através:

- ✓ Elaboração de um modelo virtual 3D de um objeto, normalmente criado com uso de um software CAD ou pelo escaneamento tridimensional de um objeto existente;
- ✓ “Fatiamento” do objeto em camadas por meio de um software específico;
- ✓ Envio dos dados a um equipamento de manufatura aditiva, que então forma o objeto pela deposição de um material específico, camada por camada.

No que se refere às questões ambientais, a impressão 3D apresenta as seguintes vantagens (CAMPBELL et al., 2011):

- ✓ Redução na pegada de carbono decorrente da manufatura e transporte, bem como no consumo de energia;
- ✓ Possibilidade de uso mais eficiente da matéria-prima;
- ✓ Necessidade mínima de uso de produtos químicos danosos;
- ✓ Possibilidade de design de produtos ambientalmente amigáveis;
- ✓ Possibilidade de designs mais aerodinâmicos.

Dantas et al. (2016), enuncia que o rendimento dos estudantes aumenta de forma significativa quando se trabalha de forma interativa e participativa. Logo, o envolvimento dos estudantes nas atividades que utilizam modelos didáticos e ilustrações promove uma melhor assimilação dos conteúdos e aquisição do conhecimento por parte dos estudantes.

Vale ressaltar que os modelos didáticos são representações teóricas da realidade, confeccionadas a partir de material concreto que representem processos e estruturas biológicas (MATOS et al., 2009). Um dos grandes desafios da utilização dos modelos didáticos seria mostrar aos estudantes o quanto o modelo científico difere do processo biológico real e que nenhum modelo é uma representação perfeita da realidade. A partir daí, poderiam surgir interpretações errôneas dos processos, comprometendo o aprendizado.

Melo e Neto (2012), afirmam que o articulador ou professor deve promover discussões com os estudantes sobre essas diferenças para que o aprendizado se torne mais efetivo. Ainda assim, o modelo didático, caracterizando-se como um recurso lúdico, é um importante instrumento de trabalho no qual o mediador, no caso o professor, deve oferecer possibilidades para a elaboração do conhecimento, respeitando as diversas singularidades, dando oportunidade para interlocução de saberes, a socialização e o desenvolvimento pessoal, social e cognitivo.

4. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Criar material didático em impressão 3D para ensino de Embriologia Humana.

2.2 Objetivos Específicos

- Criar um kit de modelos didáticos produzidos com tecnologia 3D das fases da Embriologia Humana: fecundação, clivagem, gastrulação e o processo inicial da organogênese.
- Avaliar a aprendizagem dos alunos do Ensino Médio acerca da Embriologia Humana através do kit 3D produzido.

CAPITULO 11

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida por meio de abordagem quantitativa e qualitativa. O método empregado foi o experimental. Dividido em duas etapas: a primeira para a confecção e a segunda para testar e aplicar os modelos anatômicos 3D de Embriologia Humana que ocorreram respectivamente:

- ✓ Laboratório de Tecnologias Educacionais 3D da Universidade Federal do Acre – UFAC, campus de Rio Branco, com a confecção dos modelos anatômicos de Embriologia Humana;
- ✓ Escola de Ensino Médio Clícia Gadelha no município de Rio Branco para realização da parte teórico prática relacionada à aplicação e validação do produto, em uma turma de 1º ano, com conteúdo programático de Embriologia Humana.

Critérios de Inclusão

- ✓ Ser de ambos os gêneros;
- ✓ Estar cursando o 1º ano do ensino médio;
- ✓ Ser capaz de responder aos questionários;
- ✓ Aderir à pesquisa de maneira voluntária e ter a consciência que podia desistir a qualquer momento.

Critérios de Exclusão

- ✓ Alunos que não aceitaram participar da pesquisa;
- ✓ Alunos que participaram de somente um momento da aula;
- ✓ Alunos que não responderam a todos os questionários.

3.1 Confecção dos Modelo Anatômico 3D Impresso de Embriologia Humana

Foi utilizada a modelagem por deposição de material fundido (FDM). As impressoras utilizadas foram o modelo Mini UP® e GTMax3D® que utiliza este tipo de tecnologia e o filamento foi em ABS (Acrilonitrila butadieno estireno).

Os modelos digitais 3D de Embriologia Humana foram criados a partir do programa virtual (Tinkercad[®]), que está disponível online ([HTTP:// www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)), basta que o usuário crie uma conta. Os modelos ficam salvos no programa e estão disponíveis para baixar em *.OBJ* ou *STL* que são os formatos que as impressoras realizam as impressões (<https://www.tinkercad.com/dashboard>).

3.2 Seleção dos modelos anatômicos 3D de Embriologia Humana

Primariamente houve a seleção das imagens embriológicas no livro de Embriologia Clínica (Moore; Persaud, 2008), disponível no acervo da Universidade Federal do Acre - UFAC.

Os modelos confeccionados retratavam até o desenvolvimento dos folhetos germinativos, percussores de tecidos e órgãos do indivíduo, os quais são específicos e de difícil visualização e memorização. Os processos iniciais de desenvolvimento do embrião são os mais complicados para o professor repassar aos alunos, pois compreende diversas dinâmicas que dificultam a construção imaginária das informações que são transmitidas oralmente.

Os aspectos iniciais das fases embriológicas não possuem nenhuma relação com o que o aluno presencia no seu dia a dia. Diferente das fases na qual, o embrião já assume a forma conhecida no nascimento, de um bebê, que o aluno já consegue identificar. Por essa questão, os modelos de embriologia a serem utilizados são, respectivamente: fecundação, clivagem, gastrulação e o processo inicial da organogênese. Esses processos são desconexos para os alunos e os impedem de obter um melhor aproveitamento no ensino e aprendizagem (Figura 2).

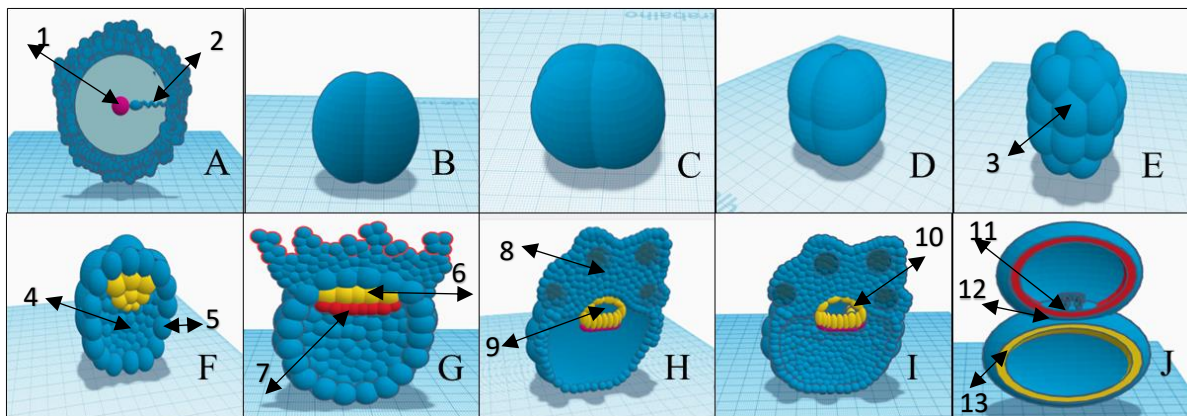


Figura 2. Fases da embriologia representadas nos arquivos de modelos 3D feitos no programa Tinkercad. **A.** Fecundação com presença de pronúcleo feminino (1A) e espermatozoide (2A); **B.** Divisão do zigoto estágio de duas células; **C.** Divisão do zigoto estágio de quatro células; **D.** Divisão do zigoto estágio de oito células; **E.** Estágio de mórula com 32 blastômeros (3E); **F.** Blástula inicial com cavidade blastocística (4F) e massa celular interna (5F); **G.** Blastocisto eclodido com epiblasto (6G) e hipoblasto (7G); **H.** Blástula em estágio de implantação no útero com sinciotrofoblasto (8H) e âmnio (9H); **I.** Blástula com linha primitiva (10I); **J.** Gástrula: presença das três camadas germinativas (ectoderma (11J), mesoderma (12J) e endoderma (13J)).

3.3 Impressão 3D

Para a realização da impressão dos modelos anatômicos 3D de Embriologia Humana foi necessário a verificação de qual a melhor forma para impressão, como a posição do modelo na plataforma e a densidade de preenchimento, a quantidade de plástico utilizado no interior da peça determina a resistência. Como a impressão 3D funciona através do depósito de camadas, normalmente as impressões já são pré-definidas em 20% o melhor rácio de custo/qualidade. O preenchimento de uma impressão 3D a 20% utiliza uma quantidade menor de plástico mas cria peças de boa resistência para a maioria das aplicações. Após o término da impressão, foi realizado o acabamento manual dos modelos anatômicos 3D impressos. As peças receberam uma camada de primer para melhor fixação das três camadas de tinta em spray na cor azul bebê. Os modelos que possuíam estruturas pequenas a serem destacadas foram pintados com tinta de tecido e pincel de nº 12. Foi aplicada uma camada de verniz em spray em cada modelo para que a tinta fixasse melhor e a pintura não sofresse degradação com o tempo e manuseio dos alunos.

3.4 Formação e Constituição dos Grupos para Aplicação do Modelo

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhido a Escola Estadual de Ensino Médio Clícia Gadelha. A escola tem mais de 960 alunos matriculados e oferece as modalidades de ensino médio regular e PEEM (Programa Especial de Ensino Médio). São 12 salas de aula que comportam no máximo 40 alunos e possuem quadro branco, televisão, carteiras de madeira. O prédio ainda conta com laboratório de informática e ciências, com alguns reagentes e microscópio, secretária, direção, coordenação, sala dos professores, sala de planejamento, biblioteca, cantina, almoxarifados e despensa. A escola possui acesso à internet banda larga, computadores administrativos e para alunos, impressora, retroprojeter, projetor multimídia, equipamentos de som.

A escolha dessa instituição se deu em razão de atender alunos da periferia. A escola incentiva vários projetos como forma de minimizar a marginalização de seus alunos e oferecer novas perspectivas. A grade curricular incentiva à realização de atividades que estimulem o aluno, aceitando estagiários que promovam atividades e aulas diferenciadas. Para a realização da pesquisa na escola foi apresentada e assinado pela professora regente de sala de aula o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo A) com todas as informações a respeito da pesquisa e o termo de responsabilidade do pesquisador assinado pela mestranda (anexo B).

Os alunos participantes da pesquisa estavam no 1º ano do ensino médio. A turma foi dividida em 2 grupos, cada um com 15 alunos.

- ✓ Grupo *AET* (aula expositiva tradicional): alunos que utilizaram imagens com aula expositiva;
- ✓ Grupo *AEH 3D* (aula de Embriologia Humana 3D): alunos que utilizaram o modelo 3D.

O desenvolvimento das atividades da pesquisa foi realizado em dois encontros com duração de 1h e 40 minutos cada. No primeiro encontro foi realizado atividade somente com o grupo Aula Expositiva Tradicional (EAT). A aula foi iniciada com apresentação aos alunos das atividades que seriam realizadas, logo depois foi aplicado o pré-teste ao qual foi explicado que cada aluno respondesse de acordo com o que sabia a respeito da Embriologia humana. No segundo momento a professora regente de sala de aula deu início a aula de Embriologia Humana, a mesma utilizou a projeção de slides para explanação do conteúdo e ao final da projeção fixou as imagens impressas dos modelos 3D (anexo H) no quadro branco com fita

adesiva para que todos os alunos pudessem observar, a professora apresentou cada imagem individualmente aos alunos. Após a aula foi aplicado o pós-teste.

Na aula de Embriologia Humana 3D (AEH 3D), no primeiro momento foi aplicado o pré-teste ao qual foi dado as instruções para que os alunos respondessem de acordo com o que sabiam do assunto. No segundo momento o professor aplicou a aula com a projeção de slides mais inseriu a tecnologia 3D através dos modelos impressos de Embriologia Humana, o professor mostrava cada fase da Embriologia Humana no slide e depois explorava o modelo 3D destacando as estruturas, forma e função como forma de fixar melhor o que estava sendo exposto na aula, após o professor explanar o modelo para os alunos, os modelos foram repassados aos alunos para que manuseassem. Logo após a aula foi aplicado o pós-teste, os modelos 3D ficaram expostos sobre a mesa do professor para consulta. Após a aplicação do pós-teste para o grupo B, os alunos foram convidados para responder um questionário de grau de satisfação (anexo D) sobre o uso dos modelos de Embriologia Humana 3D durante o seu aprendizado. O questionário era composto por sete (7) afirmações os quais os alunos deveriam assinalar qual alternativa compreendia a melhor relação desenvolvida entre ele (aluno) e os modelos 3D. A realização das atividades ocorreu durante o horário de aula e foi aplicada pelo próprio professor regente com o auxílio da pesquisadora. (Figura 3).

O questionário aplicado no pré e pós-teste foram os mesmos em todos os momentos da pesquisa para todos os grupos *AET* e *AEH 3D* (anexo C). (Quadro 1).

Quadro 1. Distribuição dos alunos por grupos nas atividades

GRUPOS	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES
Grupo AET (n =15)	Aplicação do questionário pré-teste; Aula expositiva tradicional (AET) com o uso dos cartões de imagens de Embriologia Humana; Aplicação do questionário pós-teste.
Grupo AEH 3D (n = 15)	Aplicação do questionário pré-teste; Aula de Embriologia Humana 3D (AEH 3D); Aplicação do questionário pós-teste; Aplicação do questionário de opinião.



Figura 3. 1 e 2. Alunos durante a aula de embriologia humana (AEH 3D) utilizando os MEH 3D. 3 e 4. Alunos durante a aula expositiva tradicional (AET). 5 e 6. Alunos respondendo os pré e pós testes.

3.5 Análise Estatística

Para verificar se houve aprendizagem por meio da aula expositiva tradicional (AET) e aula com os modelos 3D de Embriologia Humana (AEH 3D) foi comparada à média de acertos dos questionários aplicados antes e depois das aulas. Na comparação das médias dos questionários do pré e pós aula foi utilizado teste Wilcoxon, pois os mesmos alunos responderam os dois testes e os dados não apresentavam distribuição normal. Para verificar se houve diferença entre a média das notas dos alunos dos grupos A e B foi utilizado teste de média não paramétrico Kruskal-Wallis. Quando significativo ($p < 0,05$), foi realizado teste de Dunn a posteriori.

CAPÍTULO III

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O kit produzido de Embriologia Humana (Figura 6), é composto por modelos impressos em tecnologia 3D com filamento ABS. Representam as fases do desenvolvimento humano intrauterino.

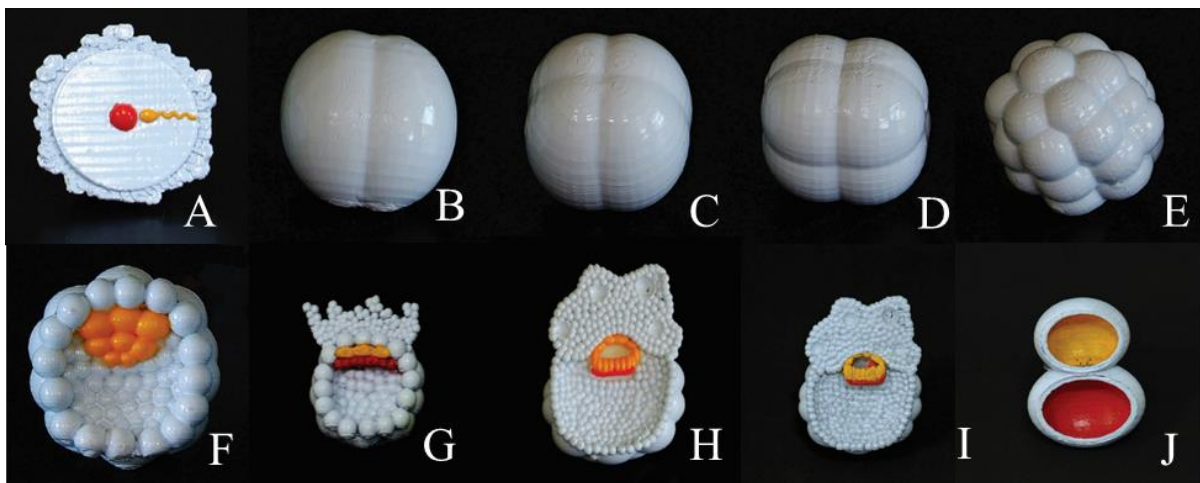


Figura 4. Modelos Anatômicos 3D de Embriologia Humana. **A.** Modelo representativo da fecundação. **B. C. D. E.** Clivagem do zigoto. **F.** Blástula inicial. **G.** Blastocisto eclodido. **H.** Implantação da blástula no útero. **I.** Blástula com presença de linha primitiva. **J.** Gastrulação, presença das três camadas germinativa (ectoderma, mesoderma e endoderma).

O questionário do pré e pós teste foi estruturado em três etapas para melhor orientação dos alunos acerca do assunto. O pré-teste indicou o quanto de conhecimento prévio os alunos tinham. Privatto (2014) cita três origens dos conhecimentos prévios, entre elas, aqueles de origem escolar. Conhecimentos anteriores adquiridos pelos alunos que podem ser gerados basicamente pelas interações aluno/aluno, professor/aluno e família/aluno, o que indica a capacidade de os alunos conseguirem resolver o questionário.

Ao analisarmos os resultados da aula teórica/expositiva notamos que mesmo não havendo muita interação entre professor e aluno, e por ser uma aula mais estática a mesma chegou a contribuir para o entendimento do assunto, pois os alunos do grupo A conseguiram responder ao questionário de forma satisfatória, demonstrando que foi possível assimilar o assunto.

Comparando o pré e pós-teste, não houve diferença na média dos acertos no questionário dos alunos da AET ($p=0,22$). Já na aula AEH 3D, os alunos acertaram mais questões com diferença significativa no pré e pós teste ($p<0,0001$) (Tabela 2).

Ao comparar as médias de acertos entre os grupos A (AET) e B (AEH 3D) foi encontrada diferença significativa ($p<0,05$), sendo que os alunos do grupo que teve aulas com os modelos de embriologia apresentaram maior média (teste de Dunn $p<0,01$).

Tabela 2. Média dos acertos dos alunos no pré e pos testes nos grupos AET e AEH 3D

Grupos	Média	Desvio padrão
AET pré-teste	9,07 ^a	2,05
AET pós teste	10,14 ^a	2,75
AEH 3D pré-teste	9,33 ^a	1,88
AEH 3D pós teste	14,20 ^b	3,03

a,b Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias

Ao analisarmos o maior aproveitamento dos alunos que utilizaram os modelos de Embriologia Humana 3D nota-se a contribuição desse elemento prático no incremento do aprendizado. A possibilidade de manipulação de um objeto tridimensional auxilia na compreensão e assimilação do conteúdo (KAMKHEDKAR et al., 2017).

É possível melhorar o Ensino e Aprendizagem mobilizando a afetividade (emoções e sentimentos), a vontade, a atenção e a memória dos alunos. Instigar a curiosidade é uma das melhores maneiras de despertar a criança e o jovem para o saber (OLIVA et al., 2019). Há muitas dificuldades para conseguir isso; os conteúdos não são interessantes e a metodologia

utilizada também não atrai o aluno. O contato permitido pelos modelos de Embriologia Humana 3D (MEH 3D) vai além da visão das imagens, proporcionando interação entre a peça e o aluno que a usa. O maior número de acertos no questionário após o uso dos modelos sugere que os escores do domínio cognitivo aumentaram quando os MEH 3D foram utilizados.

O uso dos MEH 3D, como método adjunto de Ensino, melhora a transferência de conhecimento. Assim, os alunos participam ativamente do ensino-aprendizagem. A aprendizagem ocorre de forma mais eficaz se o aluno experimenta a informação a ser aprendida por meio sensorial (auditivo, visual e tátil) (KAMKHEDKAR et al., 2017).

Na ausência de métodos ativos de Ensino e Aprendizagem, o aluno torna-se um receptor passivo de informações. Informações essas processadas pelos canais sensoriais que devem ser acumuladas como memória de longo prazo para recuperação subsequente. A formação de vários modelos mentais interconectados durante a aprendizagem permite que os alunos amplifiquem os seus sentidos e apliquem seus conhecimentos de maneira prática. Então dizemos aqui que os materiais didáticos são e sempre foram a melhor forma de exteriorizar o conhecimento do professor aos seus alunos (KAMKHEDKAR et al., 2017).

Em algumas perguntas os alunos outrora se saíram melhor no teste pós aula tradicional e em outras tiveram o mesmo número de acertos tanto no questionário pós aula tradicional como com modelos 3D. Segundo Oliva et al. (2019) um assunto complexo como a Embriologia, quando inserido de forma a interpretar a morfogênese de maneira tridimensional, acaba por muitas vezes gerar certo receios ao alunos no manuseio dos modelos, pelo fato de, precisarem se movimentar e interagir com os colegas, algo que eles não tem muito costume em sala de aula já que sempre ficam nas redomas de suas carteiras, e por não terem costume com os modelos acabarem por embaralhar a forma como identificam as estruturas e muitas vezes tem vergonha de pergunta ao professor, ficando assim com a dúvida e a principal limitação que em relação ao modelo impresso é a razão de a técnica de ensino mais utilizada nas escolas, e até considerado por alguns como o único possível para esse nível de educação, é o expositivo.

Por mais eficiente que seja o método utilizado, o auxílio do professor é de suma importância para que ele possa estabelecer a ponte entre o aluno e o conhecimento, quando um saber está sendo construído. Isso deixa evidente a importância do professor em sala de aula direcionando os alunos para a significação dos conhecimentos construídos. O professor é a chave mestra para a repasse de saberes e é a peça fundamental para adaptar metodologias

como forma de amparar as aulas teóricas e os livros didáticos, que já não são mais suficientes no processo de ensino e aprendizado (RIBEIRO, 2018).

O material didático deve ser usado como auxílio para a prática pedagógica do professor, facilitando e ampliando as condições de aprendizagem dos alunos. O mesmo favorece a elaboração constante do conhecimento como resultado da interatividade, o que propicia o crescimento de um cidadão criativo, crítico e produtivo, capaz de enfrentar a vida com mais segurança, ainda, aborda que o uso de materiais diversificados possibilita o desenvolvimento das capacidades intelectuais dos discentes, da reflexão, do comportamento crítico e de suas atitudes. Isso mostra, sem dúvida, a importância dos recursos didáticos como auxílio tanto ao professor, como ao aluno, assim como ao pleno desenvolvimento das habilidades críticas e reflexivas do educando (SILVA; NETO, 2014). (Anexo F).

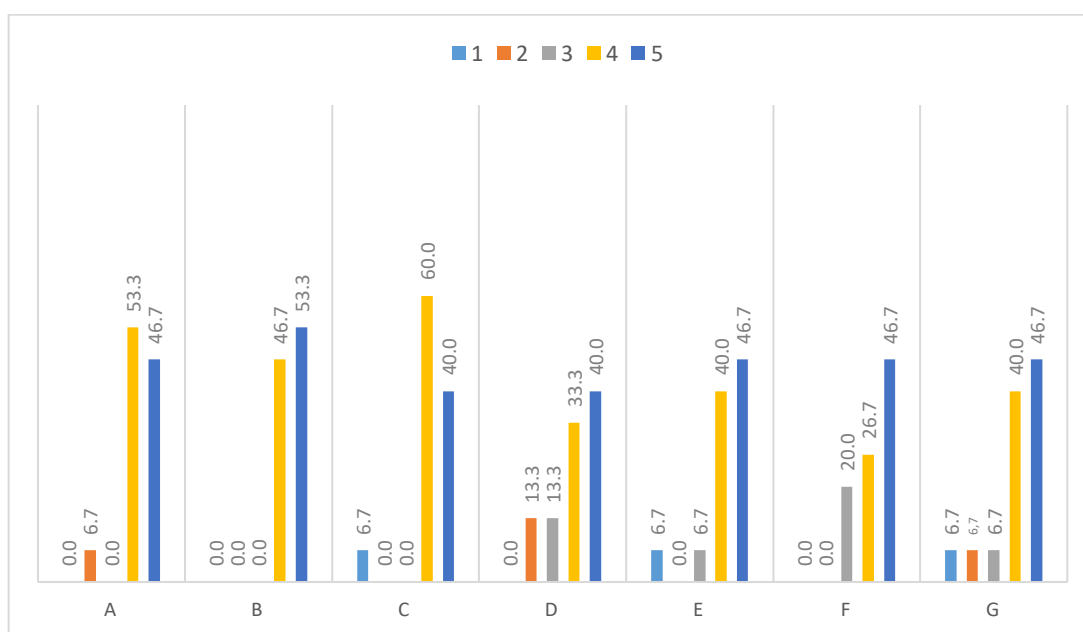


Gráfico 1. Frequência do grau de satisfação dos estudantes em aprender embriologia humana utilizando os MEH 3D. A. Visualização e identificação das estruturas embriológicas; B. Modelo 3D é interativo; C. Modelo 3D facilita a compreensão da aula teórica; D. Modelo 3D é de fácil compreensão; E. Modelo 3D melhora a aprendizagem de outros conteúdos; F. Modelo 3D promove uma aula dinâmica, atrativa e menos abstrata; G. Modelo 3D é uma ferramenta didática e inovadora. 1. Discordo totalmente; 2. Discordo; 3. Indiferente; 4. Concordo; 5. Concordo totalmente.

Os dados percentuais obtidos foram colocados em gráfico de colunas (gráfico 1), ao qual a afirmativa A 6,7% discordou que os modelos auxiliaram na identificação e 53,3% concordaram e 46,7% concordaram totalmente. Dado os percentuais positivos, a proposta de trabalho ao qual os modelos foram criados foi alcançada, em vista que os alunos tiveram menos dificuldades na identificação das estruturas. Os dados também avaliam o uso dos modelos em sala de aula como algo satisfatório que torna as aulas mais interessante.

Na afirmativa B 46,7% concordaram que o uso dos modelos foi interativo e 53,3% concordaram totalmente. Na aula com os modelos os alunos tiveram que interagir uns com os outros e com a professora, se obteve mais movimentação na sala de aula, mais perguntas foram feitas e possíveis dúvidas foram sanadas, o que mostra que o modelo 3D foi aprovado, pois o aluno deixou de ser um receptor passivo para torna-se ativo na construção do seu conhecimento e o professor deixou de ser a única fonte de conhecimento e permitiu que o modelo 3D passasse a ser um dos protagonistas do Ensino (CASTILLO; JUNIOR, 2017). Em relação ao uso dos modelos 3D, foi interessante notar o entusiasmo dos alunos, mesmo depois do deslumbramento típico dos primeiros contatos, ao ver uma imagem materializada. Eles ficaram espantados e admirados e empolgados em poder manuseá-los.

Na afirmativa C 6,7 discordaram totalmente que o uso dos modelos melhorou a aula teórica, 60% concordaram com a melhoria e 40% concordaram totalmente. Os alunos aprovaram que a aula com os modelos foi menos chata, enfadonha e desinteressante, a professora também aprovou o comportamento mais interessado e curioso dos alunos em relação aos modelos. Se os alunos gostam de fazer as aulas práticas, significa que elas fazem sentido para eles e, conseqüentemente, o interesse pela aula teórica se torna maior. Quando os alunos se interessam por esse tipo de aula e o professor os motiva, eles vão despertar à vontade de agir e de progredir, e esse “desejo” vai fazer com que o aluno aprenda com mais facilidade o que ele precisa aprender (BARTZIK; ZANDER, 2016).

Na afirmativa D 13,3% foram indiferentes e discordaram que os modelos foram fáceis de entender, 33,3% concordaram que foi fácil e 40% concordaram totalmente. Apesar dos modelos facilitarem o entendimento do conteúdo, a forma como o professor o manipula interfere direta ou indiretamente no aprendizado dos seus alunos, alguns alunos tiveram dificuldades em manusear os modelos, mais a maioria conseguiu realizar as atividades positivamente. Além disso, é dever do docente ajudá-los na construção desses conhecimentos para que a aprendizagem seja eficaz. Dessa forma, cabe ao professor o papel de tentar preencher as lacunas existentes quanto ao significado dos conteúdos ensinados em sala de aula

em relação com a vida cotidiana do aluno, tentando fixar esses conceitos para que o mesmo o compreenda no seu dia-a-dia, a fim de gerar situações de discussão, estimular e, despertar no aluno o querer aprender (COSTA et al, 2019).

Na afirmativa E 6,7% discordou totalmente e foi indiferente quanto ao uso de modelos em outros conteúdos, 40% concordaram com o uso e 46,7% concordaram totalmente. Segundo Justina e Ferla (2006), modelos didáticos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos. Os modelos são recursos didáticos fundamentais em atividades disciplinares que têm como objetivo auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de forma mais eficiente (PALAIO et al, 2018).

Lemke et al. (2016) afirmam que a impressão 3D tem se tornado, na área acadêmica, uma opção acessível para a produção de objetos físicos que podem ser utilizados como objetos de aprendizagem em diversas áreas e em vários níveis de ensino.

Na afirmativa F 20% foi indiferente quanto a facilidade que os modelos proporcionaram na memorização do conteúdo, 26,7% concordaram que facilitou e 46,7% concordaram totalmente. A impressão 3D ofereceu a possibilidade de materializar as alternativas virtuais geradas no computador e em livros em modelos físicos. Em outras palavras, permitiu criar modelos híbridos reunindo algumas características de análise dos modelos físicos com os recursos digitais dos modelos virtuais. A vantagem em materializar um produto, através da impressora 3D, é a capacidade em prever erros, ainda na etapa de concepção, que talvez não tenham sido identificados na tela do computador ou na superfície do papel, o que antes eram apenas visualizados através de representações bidimensionais (seja na tela ou no papel), agora podem ser interagidos, estudados e avaliados, pois a prototipagem digital reproduz as formas do objeto com grande fidelidade dimensional (CASTILLO; JUNIOR, 2017).

Na afirmativa G 6,7% discordaram totalmente, discordaram e foram indiferentes quanto aos modelos 3D serem um método didático inovador, 40% concordaram que é inovador e 46,7% concordaram totalmente. Diversos modelos são utilizados para auxiliar de forma pedagógica a formação conceitual de alunos. Alguns dos exemplos são representações com isopor e palitos de madeira, biscuit, gessos, resinas e plásticos. Mais recentemente, tentado introduzir modelos produzidos em impressoras tridimensionais a partir do desenvolvimento de modelagem 3D. No entanto, seu uso ainda é pouco divulgado pela comunidade científica (PALAIO et al, 2018). (anexo E)

Todos os dados comprovam que o uso de modelos 3D no ensino seria uma prática assertiva. O receio que os alunos têm, é em relação a estarem acostumados com um ritmo de

aula mais livresco e mais individualizado, quando os mesmos precisam pensar por si mesmos e interagirem na sala de aula, acaba por gerar certo receio em participar de atividades diferenciadas, outra dificuldade encontrada é que quanto mais séries os alunos avançam mais enfadado de estudarem eles ficam, então introduzir novas práticas no Ensino Médio é ainda mais desafiador, o desinteresse em participar das atividades é visível, é preciso apresentar algo desafiador e interessante para que eles tenham vontade de participar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há cada vez mais a necessidade de não realizar aulas somente expositivas, em que o professor é a única fonte de conhecimento. A sala de aula não deve ser uma prisão, mas o lugar em que os pensamentos se libertem na construção da aprendizagem significativa. É fato que a aprendizagem se torna eficaz a partir do momento que há interação, movimentação e dinamismo na realização das competências acadêmicas e o desprendimento dos hábitos básicos originais e passa-se a persuadir o conhecimento de todas as maneiras possíveis.

Quando o professor gera subsídio teórico-prático do que ele passa em sala de aula, o mesmo deixa de conviver com um fardo em ter que levar toda a aula nas costas e passa a ter a participação ativa dos estudantes na construção do saber que por ele é transmitido. Então, quando se introduz na sala de aula uma metodologia diferente como os modelos 3D de embriologia humana, o estudante que está habituado a conviver com o uso da tecnologia sente a necessidade de estar por dentro de tudo o que acontece.

Dessa forma os modelos de embriologia 3D geram a ponte necessária para que o aluno possa realizar a conexão do que ele aprende na teoria com a prática. Com os modelos 3D o professor consegue transmitir de forma física aquilo que só pode ser observado nos livros, os alunos podem manusear e interagir com a peça, obtendo muito mais competências para construir seus conceitos, passando a desenvolver um senso crítico que repercute ao longo do seu cotidiano.

Apesar da escola precisar investir financeiramente na fabricação dos modelos ou na compra da impressora 3D, o retorno que a escola vai ter recompensa o capital inicial que foi investido, os modelos que possuem durabilidade, estarão disponíveis por anos para a escola, assim como a impressora, que pode imprimir diversos materiais que servirão didaticamente para diversas disciplinas.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. De C. D.; YONEZAWA, W. M. Construção de Instrumentos Didáticos com a Impressora 3D. In: **IV Simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa/PR, 2014.
- BAIÃO, F. J. **Funcionalidades e Tecnologias da Impressora 3D**. Engenharia da Computação-Itatiba, 2012.
- BARTZIK, F.; ZANDER, L. D. A Importância das Aulas Práticas no Ensino Fundamental. Revista Arquivo Brasileiro de Educação, Belo Horizonte, v 4, 2016.
- BRASIL, MEC, Base Nacional Comum Curricular - BNCC 4ª versão, abril de 2018.
- Brasil, Ministério da Educação. (2013). **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília, DF: MEC, SEB, DICEI.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: **Ensino Médio**. Ciências Naturais. Brasília, DF: MEC/SEF, 1999.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Linguagens, Códigos e sua Tecnologia**. Brasília, 2000.
- CAMPBELL, T., WILLIAMS, C., IVANOVA, O., GARRETT, B. Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing. Strategic Foresight Initiative Report. Out 2011. Disponível em <http://www.acus.org/files/publication_pdfs/403/101711_ACUS_3DPrinting.PDF> Acesso 25 novembro 2018.
- CARDOSO, S. P.; COLNVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. In: **Revista Química Nova**, 23(2), 2000.
- CARVALHO, L dos S.; MARTINS, A.F.P. Os Quadrinhos nas Aulas de Ciências: Uma História que não está no Gibi. In. **Revista Educação em Questão**. Natal, v. 35, n. 21, 2009.
- CASTILLO, L.G.; JUNIOR, N.A.C. Os Desafios em Utilizar a Impressão 3D no Processo Ensino-Aprendizagem de Design. Pernambuco, 2017.
- COSTA, J. C. NUNES, N. N. ARCHANJO, P. C. V. **A relação professor/aluno e sua influência no processo de ensino e aprendizagem de matemática no Ensino Fundamental**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 12, Vol. 02, dezembro de 2019.
- DANTAS, A.P.J.; DANTAS, T.A.V.; FARIAS, M.I.R de; SILVA, R.P da; COSTA, N.P da. Importância do Uso de Modelos Didáticos no Ensino de Citologia. In. **III Congresso Nacional de Educação – CONEDU**, 2016.
- DURÉ, R. C., ANDRADE, M. J. D de; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.1. 2018.

FERNANDES, M. de. S.; FERNANDES, E.F.; NASCIMENTO, M.S.B.; DANTAS, F.K. da. S.; MARTINS, M.M.M. de. C. Modelos Didáticos como Estratégia para Potencializar a Compreensão e o Ensino de Embriologia. XII Congresso Nacional de Educação - PUCPR, 2015.

FILHO, A. P. AULA TEÓRICA: Quando Utilizar? In: Simpósio Didática: A Aula Teórica Formal 40 (1): 3-6. Medicina, Ribeirão Preto, 2007.

FORNAZIERO, C.C., GORDAN, P.A., CARVALHO, M. A. V., ARAUJO, J. C., AQUINO, J. C. B. O Ensino da Anatomia: Integração do Corpo Humano e Meio Ambiente. In: **Revista Brasileira De Educação Médica**, v. 34, n. 2, p 290–297, 2010.

FREIRE. P. Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

GUIRALDES, D.C; ODDÓ A.H; ORTEGA, F. Métodos computacionais y graficos aopyo al aprendizaje de la anatomía humana: visión de los estudiantes / computer a graphic methods of support to the human anatomy learning: the students point of view. In: **Rev. Chilena de anatomia**; 13(1):67-71, 1995.

HAYDT, R. C. C. Curso de Didática Geral. 8. Ed. São Paulo: Editora Ática, 2006.

JOTTA, L. Embriologia Animal: **Uma Análise dos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio**. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado em Educação) -Faculdade de educação da Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

JUSTINA, L. A. D; FERLA, M. R. A Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Genética. Exemplo de Representação de Compactação do DNA Eucarioto. **Arq Mudi**, v. 10, n. 2, p. 35-40, ago. 2006.

JUSTINO, M. N. Pesquisa e Recursos Didáticos na Formação e Prática Docente. Curitiba: Ibpex, 2011.

KAMKHEDKAR SUCHITKUMAR, G; MALGAONKAR ANIRUDDHA, A; KARTIKEYAN,S. Three - Dimensional embryology models as teaching aids for first-year medical students. **International Journal of Biomedical Research**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 177–181, 2017. <https://dx.doi.org/10.7439/ijbr.v8i4.3973>

KOLL, M. de O. Vygotsky: Aprendizado e Desenvolvimento: **Um Processo Sócio Histórico**. São Paulo: Scipione, 2010.

LEMKE, R.; SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO, E. B. OAs para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3D. In: Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE). CINTED-UFRGS. Porto Alegre, v.14, n.1, julho, 2016.

LOPES, A.R.L.V., BORBA, M.C. **Tendências em Educação Matemática**. Roteiro, Revista da UNOESC, Joaçaba, Santa Catarina, Brasil, Vol. XVI, nº 32, p. 49-61, jul. /dez.1994.

MAIA, N.R.F; SILVA, M.V.L da; CAVALCANTE, C.A.M; MONTEIRO, F.A.C; CATUNDA, A.G.V. Animações Virtuais como Propostas Metodológica Para o Ensino de Embriologia. In: **Conexões, Ciências e Tecnologia**. Fortaleza/CE, 2017.

MARTINS, R.F. F.; SAMPAIO, C.P. A Modelagem 3D Virtual e a Impressão 3D como Ferramentas de Apoio ao Aprendizado na Educação Infantil: Viabilidade e Possibilidades de Aplicação – Londrina, 2013.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F.; SANTOS, M. P. F. & FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. In: **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 9, n. 1, 2009.

MEIRA, M dos S.; GUERRA, L.; CARPILOVSKY, C.K.; RUPPENTHAL, R.; ASTARITA, K de B.; SCHETINGER, M.R.C. Intervenção com Modelos Didáticos no Processo de Ensino-Aprendizagem do Desenvolvimento Embrionário Humano: Uma Contribuição para a Formação de Licenciados em Ciências Biológicas. In. **Ciência e Natura**, v.37 n.2, 2015.

MELO, M. R; NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. In: **Química Nova Escola**, v. 35, n. 2, 2013.

MEYER, J.F da C.A; CALDEIRA, A.D; MALHEIROS, A.P dos S. Modelagem em Educação Matemática. **Coleção Tendências em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia Básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia Clínica**. Elsevier Brasil, 2008.

MORAES, S. R; ADACHESKI, D.R; CRUZ, L.H; ROCHA, J.R.C. da. Investigação da Eficácia de Aulas Teóricas e Práticas no Processo Ensino-Aprendizagem de Estudantes do 5º ano. In. **Revista Multidisciplinar de Licenciatura e Formação Docente: Ensino e Pesquisa** v. 14, 2016.

MORAES, SC; VIEIRA, DWR; OLIVEIRA FILHO, J; CARVALHO, C. Ferramenta de apoio ao ensino de embriologia. Anais do V Encontro de Iniciação Científica - I Mostra de Pós-Graduação - Resumos de Biociências; 2002; Taubaté, São Paulo.

MORAIS, V.C. da S; SANTOS, A.B. Implicações do Uso de Atividades Experimentais no Ensino de Biologia na Escola Pública. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 21, abril de 2016.

MOREIRA, M.M. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Vol I, 2014. Maringá, Paraná.

NASCIMENTO, M.S.B; SILVA, C.H.S; FERNANDES, E.F; DANTAS, F.K da S; SOBREIRA, A.C de M. Desafios à Prática Docente em Biologia: O que Dizem os Professores do Ensino Médio? **XII Congresso Nacional de Educação**. 2015.

NEVES, M. V. do S. Uma Nova Proposta no Ensino de Anatomia Humana: Desafios e Novas Perspectivas. Volta Redonda: UniFOA, 2010. 56p.

OLIVA, H. N. P., DIAS, R. N.; RODRIGUES, H. G. Design and manufacture of embryological models for didactic use. *Bioscience Journal* 35, (2019). <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-42649>

OLIVEIRA, A. A. de. Construção de Modelos Didáticos para o Ensino do Desenvolvimento Embrionário Humano. *Arquivos do MUDI*, v19, n1, p.1-10. Espírito Santo, 2015.

OLIVEIRA, M. F.; MAIA, I.A.; NORITOMI, P.Y.; NARGI, G.C.; SILVA, J.V.L.; FERREIRA, B.M.P.; DUEK, E.R. Construção de *Scaffolds* para Engenharia Tecidual Utilizando Prototipagem Rápida. In: **Revista Matéria**, v. 12, n. 2, pp. 373 – 382, 2007.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: Um processo sócio histórico. 4. Ed. São Paulo: Spicione 1997.

OLIVEIRA, N. M. de; JÚNIOR, W. D. O Uso do Vídeo como Ferramenta de Ensino Aplicada em Biologia Celular, 2012.

PACHECO, J; PACHECO, M. F. A Escola da Ponte sob múltiplos olhares: palavras de educadores, alunos e pais. Porto Alegre: Penso, 2013.

PAGEL, U. R; CAMPOS, L.M; BATITUCCI, M. do. C. P. Metodologias e Práticas Docentes: Uma Reflexão Acerca da Contribuição das Aulas Práticas no Processo de Ensino-Aprendizagem de Biologia: **Experiências em Ensino de Ciências** V.10, No. 2. Vitória - ES, 2015.

PALAIIO, S. C. dos S.; ALMEIDA, M. V. L. de.; PATREZE, C. M. Desenvolvimento de Modelos Impressos 3D para o Ensino de Ciências. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, vol 8. Rio de Janeiro, 2018.

PALHANO, J. S. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Superintendência da educação. **Programa de Desenvolvimento Educacional - PDE**. Produção Didático-Pedagógica. Ponta Grossa, 2014.

PIMENTEL M.G. O professor em construção. Campinas: Papirus, 1993.

PRIVATTO, W. B. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática: Análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. REVEMAT. Florianópolis (SC), v.9, n. 1, p. 43-57, 2014.

RAMOS, L. S.; ANTUNES, F.; SILVA, L. H. A. Concepções de Professores de Ciências sobre o Ensino de Ciências. In. **Revista da SBEnBio**, n.3, 2010.

RESENDE, T..R.P.S; SOUZA, I.A de; RESENDE, G.S.L de. Vygotsky: Uma Base Teórica para a Proposta do Ensino por Meio de Ciclos. In: **Revista Educação e Emancipação**, São Luís, v. 10, n. 3, 2017.

RIBEIRO, L. C. V. Testando Novas Metodologias de Aprendizagem para o Ensino de Embriologia Humana: Relato de Experiência e Percepção dos Discentes. In. **Rev. Docência Ens. Sup.** Belo Horizonte, v. 8, n. 1, 2018.

RIBEIRO, P.V; ARNONI M.E.B. A Utilização do Desenho Animado como Recurso Tecnológico e Pedagógico no Ensino de Conceitos Científicos: **A Questão Metodológica da Atividade Educativa**. Educação e Tecnologias, 2018.

ROMERO, M. E. C.; SALCEDO, P. G. H.; DORADO, A. M.; ORTIZ, P. G. T. Embriologia: Biologia do Desenvolvimento. São Paulo: Iátria, 2005.

ROSA, ROSEMAR. Trabalho Docente: Dificuldades Apontadas Pelos Professores no Uso das Tecnologias. In: **Revista Encontro de Pesquisa em Educação** - Uberaba, v. 1, n.1, p. 214-227, 2013.

SANTOS, A.C.P; PINHO, A.P.S de; SILVA, A.N da; SILVA, V.P da; GOMES, M.A. A Inserção de Recursos Lúdicos e Visuais no Ensino de Embriologia e Histologia: **Uma Proposta Alternativa no Processo Didático-Pedagógico**. Janus, Lorena, 2014.

SILVA, L. M. da, NETO, José R. de M. O Uso de Recursos Didáticos Diversificados para Dinamizar o Processo Educativo. Editora Realize, 2014.

SPENCE, P. Anatomia humana básica. 2. ed. São Paulo: Manole; 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WILLIAMS, P.L; WARWICK, R; DYSON, M; BANNISTER, L.H. (Eds). Gray Anatomia. 37. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.

ANEXOS

Anexo A. Termo De Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal do Acre

Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza-CCBN

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Baseado nos termos da Resolução nº 466, de 12 de Dezembro de 2012 e Resolução nº 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

O presente termo em atendimento as resoluções acima citadas, destina-se a esclarecer ao participante da pesquisa intitulada: O Uso de Modelos 3D no Ensino de Embriologia Humana sob a responsabilidade de Raylani do Nascimento Silva, do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática / MPECIM – UFAC, os seguintes aspectos:

Objetivos: A pesquisa “O Uso de Modelos 3d no Ensino de Embriologia Humana”, tem por objetivo “avaliar o uso de modelos 3D, por meio de aplicação de Projeto Piloto, aplicação de aula teórico-prática, e aplicação de questionário pós aula teórico-prática, na relação ensino-aprendizagem”. A população alvo é constituída por alunos de ambos os sexos do 2º ano do ensino médio da Escola José Ribamar Batista, pertencente à Rede Estadual de Educação situada no município de Rio Branco, estado do Acre. Trata-se de uma pesquisa em nível de Dissertação de Mestrado, realizado pela pesquisadora Raylani do Nascimento Silva e seu orientador Professor Doutor Yuri Karaccas de Carvalho.

Metodologia: Esclarecemos que a sua participação, na pesquisa “O Uso de Modelos 3d no Ensino de Embriologia Humana”, consiste em participar de aula teórico-prática com e sem os modelos anatômicos e responder questionários pré e pós aula teórico-prática sobre Embriologia Humana (desenvolvimento humano).

Justificativa e Relevância: Esclarecemos que os dados coletados por meio do questionário serão utilizados única e exclusivamente para produção do Relatório de Pesquisa e seus resultados serão publicados em meios de comunicação científica, tais como eventos científicos, livro e/ou revista acadêmica, sempre resguardando sua identidade.

Participação: voluntária podendo desistir a qualquer momento, não havendo custos materiais ou financeiros para os envolvidos na pesquisa, bem como não haverá remuneração pela participação. Você poderá retirar seu consentimento em qualquer momento da realização da pesquisa, sem ter que justificar sua desistência e sem que sofra quaisquer tipos de coação ou penalidade por parte de seu professor e/ou dos pesquisadores

Riscos e desconfortos: Não haverá riscos e desconfortos para os participantes.

Benefícios: Os possíveis benefícios com a pesquisa são que, ao utilizar o modelo anatômico experimentalmente, desenvolva aprendizagens significativas dos conteúdos curriculares para os quais o modelo anatômico foi elaborado

Dano advindo da pesquisa: Não se vislumbra danos advindos da pesquisa

Garantia de esclarecimento: A autoria da pesquisa se compromete está à disposição dos sujeitos participantes da pesquisa no sentido de oferecer quaisquer esclarecimentos sempre que se fizer necessário.

Participação voluntária: A participação dos sujeitos no processo de investigação é voluntária e livre de qualquer forme de remuneração, e caso ache conveniente, o seu consentimento em participar da pesquisa poderá ser retirado a qualquer momento.

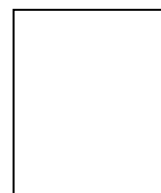
Consentimento para participação:

Eu estou ciente e concordo com a participação no estudo acima mencionado. Afirmo que fui devidamente esclarecido quanto os objetivos da pesquisa, aos procedimentos aos quais serei submetido e os possíveis riscos envolvidos na minha participação. O responsável pela investigação em curso me garantiu qualquer esclarecimento adicional, ao qual possa solicitar durante o curso do processo investigativo, bem como também o direito de desistir da participação a qualquer momento que me fizer conveniente, sem que a referida desistência acarrete riscos ou prejuízos à minha pessoa e meus familiares, sendo garantido, ainda, o anonimato e o sigilo dos dados referentes à minha identificação. Estou ciente também que a minha participação neste processo investigativo não me trará nenhum benefício econômico.

Eu, _____, **aceito livremente participar da pesquisa intitulada O Uso de Modelos 3d no Ensino de Embriologia Humana.**

Desenvolvida pela mestrandia Raylani do Nascimento Silva do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática - MPECIM, sob a orientação do professor Dr.º Yuri Karaccas de Carvalho, da Universidade Federal do Acre – UFAC.

Assinatura do Participante



Polegar direito

Anexo B. Termo de Responsabilidade do Pesquisador

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR

Eu, **Raylani do Nascimento Silva**, apresentei todos os esclarecimentos, bem como discuti com os participantes as questões ou itens acima mencionados. Na ocasião expus minha opinião, analisei as angústias de cada um e tenho ciência dos riscos, benefícios e obrigações que envolvem os sujeitos. Assim sendo, me comprometo a zelar pela lisura do processo investigativo, pela identidade individual de cada um, pela ética e ainda pela harmonia do processo investigativo.

Rio Branco, AC, ___ de _____ 2019

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Anexo C. Questionário de investigação da aprendizagem

Fases da Embriologia	V	F
1. O conjunto de modelos (A à J) corresponde a embriogênese	X	
2. A sequência de modelos (B à D) é denominada de gástrula		X
3. O modelo E representa a etapa de gastrulação		X
4. Os modelos F e G representam a etapa da clivagem	X	
5. O modelo H representa a blástula em início de implantação no útero	X	
6. O modelo I representa a etapa de segmentação		X
7. O modelo J representa a etapa de gastrulação	X	
8. O modelo E representa a etapa da mórula	X	
Estruturas Embriológicas	V	F
9. No modelo A, a fecundação ocorre com a fusão de um espermatozoide feminino com um ovócito masculino		X
10. O modelo E possui estruturas denominadas de blastômeros	X	
11. O modelo F possui uma cavidade blastocística	X	
12. A estrutura amarela no modelo G representa o hipoblasto		X
13. A estrutura vermelha no modelo G representa o embrioblasto em processo de diferenciação	X	
14. O modelo H possui uma estrutura denominada de sinciotrofoblasto	X	
15. O modelo H possui uma estrutura chamada trofoblasto que se diferencia em duas camadas	X	
16. A estrutura amarela no modelo J representa o mesoderma		X
Funções da Embriologia	V	F
17. O embrião é a primeira célula do novo ser que se forma após a fecundação		X
18. A blástula possui os blastômeros separados em duas partes: trofoblasto que origina o embrião, e o embrioblasto que origina os anexos embrionários (saco vitelínico, âmnio, cório e alantoide)		X
19. durante o desenvolvimento do embrião há a formação de três folhetos embrionários que são: ectoderma a camada mais interna, mesoderma a mais externa e endoderma a mediana		X
20. Na gástrula temos uma estrutura chamada de arquêntero , que pode ser chamada de intestino primitivo, e outra estrutura chamada de blastóporo que surge a partir da invaginação da gástrula	X	
21. O folheto embrionário ectoderma dará origem aos órgãos do sistema digestivo, fígado, pâncreas, tubo digestivo e aos pulmões		X
22. O folheto embrionário mesoderma dará origem a derme, os ossos e cartilagens, os músculos e os sistema circulatório, excretor e reprodutor	X	
23. O folheto embrionário endoderma dará origem ao sistema nervoso e os órgãos dos sentidos		X
24. O sinciotrofoblasto produz enzimas que possibilitam que a blástula seja implantada no endométrio uterino	X	

Anexo D. Questionário de grau de satisfação na utilização dos MEH 3D

A. O uso dos modelos 3D facilitou a identificação e visualização das estruturas da Embriologia Humana

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

B. O uso dos modelos 3D na aula foi interativo

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

C. O uso dos modelos 3D melhorou a aula teórica de embriologia humana facilitando a compreensão

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

D. O modelo 3D foi fácil de entender

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

E. O uso de modelos 3D em outros conteúdos melhoraria a compreensão

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

F. O uso dos modelos 3D tornou a aula mais dinâmica, atrativa e menos abstrata

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

G. O uso de modelos 3D nas aulas é um método didático e inovador

Discordo totalmente discordo indiferente concordo concordo totalmente

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Anexo E. Resultado do grau de satisfação dos estudantes que utilizaram os modelos de Embriologia Humana 3D.

Afirmativas	Respostas (%)				
	Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
A. O uso dos modelos 3D facilitou a identificação e visualização das estruturas da Embriologia Humana	0,0	6,7	0,0	53,3	46,7
B. O uso dos modelos 3D na aula foi interativa	0,0	0,0	0,0	46,7	53,3
C. O uso dos modelos 3D melhorou a aula teórica de embriologia humana facilitando a compreensão	6,7	0,0	0,0	60,0	40,0
D. O modelo 3D foi fácil de entender	0,0	13,3	13,3	33,3	40,0
E. O uso de modelos 3D em outros conteúdos melhoraria a compreensão	6,7	0,0	6,7	40,0	46,7
F. O uso dos modelos 3D tornou a aula mais dinâmica e facilitou a memorização do conteúdo	0,0	0,0	20,0	26,7	46,7
G. O uso de modelos 3D nas aulas é um método didático e inovador	6,7	6,7	6,7	40,0	46,7

Anexo F. Porcentagem de acertos dos alunos às perguntas do questionário antes e depois da atividade, no grupo A (sem uso de kit) e grupo B (com uso do kit). n= 15 alunos em cada um dos grupos.

Perguntas do questionário	Grupo A pré	Grupo A pós	Grupo B pré	Grupo B pós
Tema 1: Fases da Embriologia				
1. O conjunto de modelos (A à J) corresponde a embriogênese.	33,33	46,67	60,00	86,67
2. A sequência de modelos (B à D) é denominada de gástrula.	66,67	53,33	73,33	60,00
3. O modelo E representa a etapa de gastrulação.	46,67	66,67	46,67	66,67
4. Os modelos F e G representam a etapa da clivagem.	20,00	40,00	26,67	46,67
5. O modelo H representa a blástula em início de implantação no útero.	60,00	66,67	60,00	66,67
6. O modelo I representa a etapa de segmentação.	60,00	60,00	53,33	80,00
7. O modelo E representa a etapa da mórula.	20,00	46,67	20,00	100,00
Tema 2: Estruturas Embriológicas				
8. No modelo A, a fecundação ocorre com a fusão de um espermatozoide feminino com um ovócito masculino.	40,00	46,67	20,00	60,00
9. O modelo E possui estruturas denominadas de blastômeros	33,33	53,33	53,33	73,33
10. O modelo F possui uma cavidade blastocística .	53,33	53,33	33,33	66,67
11. A estrutura amarela no modelo G representa o hipoblasto .	60,00	73,33	46,67	26,67
12. A estrutura vermelha no modelo G representa o embrioblasto em processo de diferenciação.	46,67	20,00	53,33	46,67
13. O modelo H possui uma estrutura denominada de sinciotrofoblasto .	40,00	60,00	60,00	60,00
14. O modelo H possui uma estrutura chamada trofoblasto que se diferencia em duas camadas.	26,67	60,00	66,67	73,33
Tema 3: Funções da Embriologia				
15. O embrião é a primeira célula do novo ser que se forma após a fecundação.	53,33	53,33	73,33	93,33
16. A blástula possui os blastômeros separados em duas partes: trofoblasto que origina o embrião, e o embrioblasto que origina os anexos embrionários (saco vitelínico, âmnio, cório e alantoide).	60,00	60,00	60,00	66,67
17. Durante o desenvolvimento do embrião há a formação de três folhetos embrionários que são: ectoderma a camada mais interna, mesoderma a mais externa e endoderma a mediana.	46,67	60,00	60,00	66,67
18. Na gástrula temos uma estrutura chamada de arquêntero , que pode ser chamada de intestino primitivo, e outra estrutura chamada de blastóporo que surge a partir da invaginação da gástrula.	33,33	60,00	46,67	86,67
19. O folheto embrionário ectoderma dará origem aos órgãos do sistema digestivo, fígado, pâncreas, tubo digestivo e aos pulmões.	20,00	60,00	66,67	93,33
20. O folheto embrionário mesoderma dará origem a derme, os ossos e cartilagens, os músculos e os sistema circulatório, excretor e reprodutor.	40,00	46,67	53,33	80,00
21. O folheto embrionário endoderma dará origem ao sistema nervoso e os órgãos dos sentidos.	46,67	53,33	73,33	93,33
22. O sinciotrofoblasto produz enzimas que possibilitam que a blástula seja implantada no endométrio uterino.	33,33	40,00	40,67	46,67

Anexo G. Produto Educacional

Diante da necessidade de tornar as aulas de Embriologia mais dinâmicas, de melhor assimilação, interativas e mais próximas a realidade dos alunos foi produzido dez modelos 3D de Embriologia Humana (1. Fecundação. 2. Divisão do zigoto 2 células. 3. Divisão do zigoto 4 células. 4. Divisão do zigoto 8 células. 5. Mórula. 6. Blástula. 7. Blastocisto eclodido. 8. Blástula em estágio de implantação. 9. Blástula com linha primitiva. 10. Gastrulação)

A ideia é que este produto possa servir de apoio didático pedagógico no ensino e aprendizagem de Embriologia, ampliando a forma de abordagem sobre o tema e aproximando a realidade do aluno para os conceitos trabalhados nas aulas teóricas, de forma mais significativa.

I. Título: Modelo 3D de Embriologia Humana

II. Sinopse descritiva do produto: Modelo 3D de Embriologia Humana, confeccionado por meio de cópia baseado no livro de Embriologia Clínica, 2008. Sua confecção se deu no Laboratório de Anatomia 3D da UFAC/Rio Branco, com intuito de avaliar o modelo anatômico 3D de Embriologia Humana na relação ensino-aprendizagem.

III. Autores docentes: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho.

IV. Autores docentes: Profa. Dra. Vânia Maria França Ribeiro

V. Autor discente: Raylani do Nascimento Silva

VI. Público a que se destina o produto: Professores e alunos

VII. URL do produto: [https:// www.tinkercad.com.br](https://www.tinkercad.com.br)

VIII. Registro iconográfico: sim

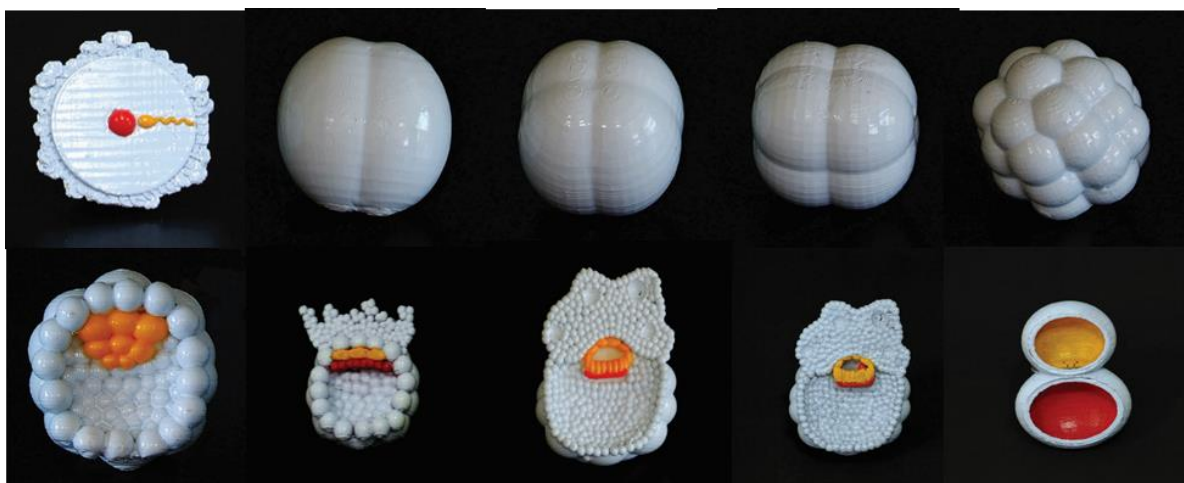


Figura 7. Registro iconográfico do produto.

IX. ISBN: Não há registro.

X. Descritores adicionais:

- a. Validação (comprovação de existência e da avaliação do produto): sim. A avaliação do produto foi feita através das aulas e dos questionários tanto o de aprendizagem como o de opinião.
- b. Registro: sim, por meio de termo de consentimento livre e esclarecido (professor) da escola onde o produto foi aplicado.

Foi possível perceber que os modelos anatômicos, representaram uma mudança na dinâmica das aulas de Biologia partindo das respostas no pós-teste. Mas infelizmente a realidade retratada ainda assume um posto bastante voltado ao apego pelo livro, o que torna o ensino passivo e acrítico. Com os modelos os alunos adquirem novas habilidades e competências para expor suas ideias de forma crítica e construir seus próprios conceitos partindo de sua realidade.

Anexo H. Imagens dos cartões dos Modelos 3D utilizado na aula tradicional.

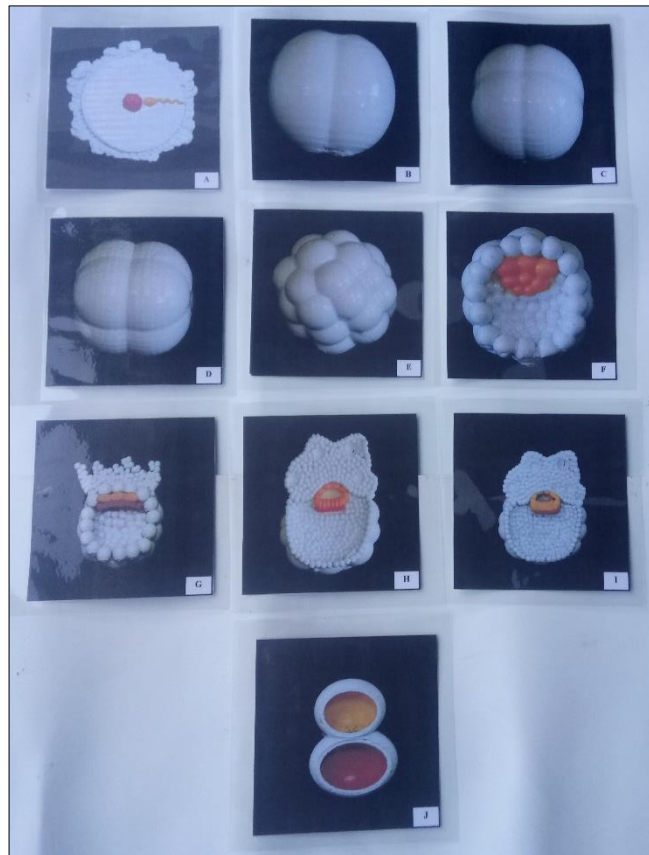


Figura 8. A. fecundação. B. C. D. E. Clivagem do zigoto. F. Blástula inicial. G. Blastocisto eclodido. H. Blástula com presença de linha primitiva. I. Implantação da blástula no útero. J. Gastrulação, presença das três camadas germinativa (ectoderma, mesoderma e endoderma).