



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

VANINA RONCAGLIO

PRODUTO EDUCACIONAL APLICADO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE EMBRIOLOGIA: UMA PROPOSTA DO USO PEDAGÓGICO DA IMPRESSORA 3D

Produto Educacional apresentado à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Prof^ª. Dra. Ana Lúcia Crisostimo

Orientadora

Prof^º Dr. Carlos Eduardo Bittencourt Stange

Co-orientador

GUARAPUAVA, PR
2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO- OESTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

VANINA RONCAGLIO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE EMBRIOLOGIA: UMA PROPOSTA DO USO PEDAGÓGICO DA IMPRESSORA 3D

Produto Educacional apresentado à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado(a) em 22 de outubro de 2020.

Prof(a). Dr(a). Eloisa Aparecida Silva Avila de Matos - UTFPR

Prof(a). Dr(a). Adriana Masse Kataoka - UNICENTRO

Profª. Dra. Ana Lúcia Crisostimo - Orientadora

Profº Dr. Carlos Eduardo Bittencourt Stange - Co-orientador

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da Unicentro

R769c Roncaglio, Vanina
A construção de modelos didáticos na impressora 3D: uma abordagem significativa para o ensino de embriologia / Vanina Roncaglio. – – Guarapuava, 2020.
xv, 122 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, 2020.

Inclui Produto Educacional Aplicado intitulado: Sequência didática para o ensino de embriologia: uma proposta do uso pedagógico da impressora 3D. 30 p.

Orientadora: Ana Lúcia Crisostimo

Coorientador: Carlos Eduardo Bittencourt Stange

Banca examinadora: Eloiza Aparecida Silva Avila de Matos, Adriana Masse Kataoka, Ana Lúcia Crisóstimo, Carlos Eduardo Bittencourt Stange

Bibliografia

1. Embriologia. 2. Educação básica. 3. Obstáculos epistemológicos. 4. Modelos em 3D. 5. Aprendizagem significativa crítica. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

| CDD 500.7

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Designer</i> das estruturas embrionárias realizada no site <i>Tinkercad</i>	22
Figura 2: Alunos desenvolvendo modelos em 3D no site <i>Tinkercad</i>	23
Figura 3: Modelos das estruturas embrionárias impressos na impressora 3D.....	25
Figura 4: Visita técnica ao Espaço <i>Maker</i> do PPGEN – Unicentro para a impressão das estruturas em 3D e visualização do funcionamento da impressora 3D.	25

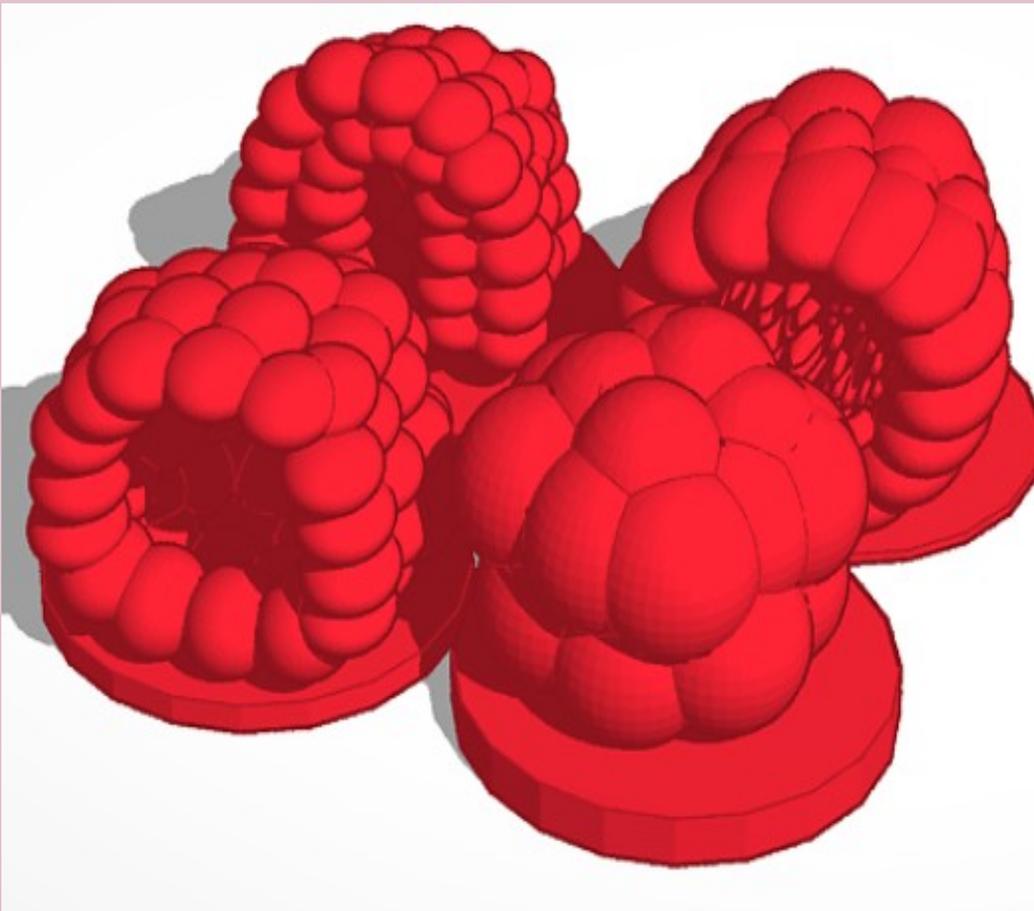
LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Potencialidades da Impressora 3D.....	15
Quadro 2: Dificuldades no uso da Impressora 3D.....	16
Quadro 3: Saiba mais – <i>Google Classroom</i>	20
Quadro 4: Saiba mais – <i>Google Forms</i>	22
Quadro 5: Saiba mais – <i>Site Tinkercad</i>	22

SUMÁRIO

1.APRESENTAÇÃO	7
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1. Aprendizagem Significativa e o Ensino de biologia.....	8
2.2. O Ensino de Embriologia na Educação Básica.....	11
2.3 O uso da impressora 3D no Ensino de Embriologia.....	13
3. ESTRUTURA DAS AULAS E AVALIAÇÃO.....	16
4. ROTEIROS.....	18
4.1. Atividade 1 – Sala de aula invertida.....	18
4.2. Atividade 2 – Modelagem em 3D.....	20
4.3. Atividade 3 – Impressão em 3D.....	23
4.4. Atividade 4 – Aplicação dos modelos em 3D.....	26
5. CONCLUSÃO.....	27
6. REFERÊNCIAS.....	28

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
EMBRIOLOGIA: UMA PROPOSTA DO USO
PEDAGÓGICO DA IMPRESSORA 3D
CADERNO DE APOIO AO PROFESSOR**



VANINA RONCAGLIO

1. APRESENTAÇÃO

Ensinar Biologia é motivar, é aguçar a curiosidade, instigar a pesquisa, alfabetizar cientificamente e construir criticidade. É conhecer e fazer conhecer os fenômenos naturais e também todas as faces dessa disciplina. É mostrar o desenvolvimento dos seres vivos e seu papel no ambiente e sociedade. Sendo assim, ensinar embriologia é mostrar a origem do indivíduo e todas as implicações do seu desenvolvimento.

Uma estratégia que pode contribuir para o ensino de embriologia é a construção de modelos das estruturas embrionárias em impressoras 3D. Essa ferramenta possibilita a fabricação de objetos tridimensionais com detalhes complexos de maneira mais simples e rápida, sem fazer uso de inúmeras ferramentas ou recursos. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os educadores e alunos facilmente consigam criar e produzir seus modelos físicos, colaborando no processo ensino-aprendizagem.

Para tal ação é necessário uma proposta metodológica adequada para que o recurso didático traga contribuições significativas. Nesse contexto é importante destacar o uso de metodologias ativas e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) em sala de aula, despertando o interesse do alunado.

Esse caderno de apoio ao professor apresenta o produto educacional originado da dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática intitulado: “Sequência didática para o Ensino de Embriologia: Uma proposta do uso pedagógico da impressora 3D.”

A referida sequência, destinada ao estudo do desenvolvimento embrionário dos animais, é fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica associada ao uso de modelos em três dimensões das estruturas embrionárias construídos por meio de uma impressora 3D. Tem como público-alvo professores e licenciandos em Biologia. Além da sequência, este caderno apresenta um breve relato da sua aplicação com os estudantes do Ensino Médio, traz informações sobre as TDICs usadas no processo, discute o potencial pedagógico da impressora 3D e descreve sua funcionalidade e construção dos modelos.

Espera-se que este material sirva de apoio e motivação para que educadores utilizem metodologias ativas na sua prática pedagógica, como a modelagem e impressão em três dimensões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2. 1. Aprendizagem significativa crítica e o Ensino de Biologia.

De acordo com Camargo, Blazsko e Ujiie (2015, p. 2214), o ensino de biologia consiste em uma disciplina escolar, cuja área é de grande importância para o aprimoramento dos conhecimentos e articulação com as vivências e experiências envolvendo o meio ambiente, o desenvolvimento humano, transformações tecnológicas entre outras temáticas, desenvolvendo um cidadão crítico e atuante na sociedade.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2002, p. 41):

Podemos considerar que as principais áreas de interesse da Biologia contemporânea se voltam para a compreensão de como a vida (e aqui se inclui a vida humana) se organiza, estabelece interações, se reproduz e evolui desde sua origem e se transforma, não apenas em decorrência de processos naturais, mas, também, devido à intervenção humana e ao emprego de tecnologias.

Conforme declaram Moore e Persaud (1994, p. 7), “[...] o estudo da embriologia é importante por causa dos avanços que propiciam ao conhecimento dos primórdios da vida humana e das mudanças que ocorrem ao longo do desenvolvimento até o nascer.” A compreensão desses conceitos sobre o desenvolvimento humano colabora para uma melhora na qualidade de vida das pessoas, auxiliando, por exemplo, na compreensão de malformações congênitas e suas respectivas formas de tratamento. A embriologia é um tema atual, sendo pertinente em assuntos como o aborto, uso de drogas na gestação, gravidez na adolescência e biotecnologia (AGUIAR, 2011, p. 14).

O conteúdo de embriologia é crucial na compreensão do desenvolvimento dos seres vivos, sua formação, interpretação das estruturas anatômicas presentes no adulto entre outras questões. Conceitos de classificação como a presença de celoma e destino do blastóporo, por exemplo, são explicados e fundamentados a partir da embriologia. Questões envolvendo biotecnologia como clonagem reprodutiva, clonagem terapêutica e pesquisas com células-tronco também exigem compreensão dos conceitos embriológicos.

Comumente, nessas aulas, são utilizadas imagens bidimensionais, como desenhos e figuras do livro didático para que os alunos possam conhecer as estruturas biológicas,

seguidos de textos explicativos e aulas meramente expositivas. Essa abordagem não é o suficiente para despertar o interesse crítico que propicie condições para que os alunos formulem perguntas pertinentes em relação aos conhecimentos na área biológica, muito menos que os alunos compreendam corretamente toda a dimensão das estruturas visualizadas nas imagens.

Particularmente, no ensino de embriologia, é grande o desafio de ensinar aspectos ligados à origem e desenvolvimento embrionário. Os alunos apresentam dificuldades (obstáculos) em compreender os conceitos apresentados e criar mentalmente imagens tridimensionais dos processos envolvidos no desenvolvimento embrionário.

A metodologia de ensino utilizada pelo professor de Biologia recorrente em relação a utilização dos recursos didáticos mencionados pode ser considerada inadequada considerando o atual contexto escolar. Isso porque os alunos se encontram em uma era de tecnologias educacionais farta e promissora.

Nesse âmbito a intenção é oportunizar uma aprendizagem significativa crítica, onde o aluno é quem realiza a ação dentro da aquisição do seu conhecimento, e não um sujeito passivo, que sofre a ação. Conforme Santos (2008, p. 33) “[...] a aprendizagem somente ocorre se quatro condições básicas forem atendidas: a motivação, o interesse, a habilidade de compartilhar experiências e a habilidade de interagir com os diferentes contextos”.

Um dos fatores que distancia o professor e o aluno no ensino de embriologia é a falta de recursos didáticos que possibilitem a aproximação do que foi exposto em aula com as estruturas embriológicas reais (FREITAS *et al.*, 2008). Essa escassez gera desinteresse por parte dos alunos, o que afeta diretamente o processo de ensino-aprendizagem. Esse processo vai além de atividades pontuais, sendo necessário o despertar do interesse e curiosidade do aluno, envolvendo os insumos, objetivos e conteúdo que facilitam a busca do conhecimento e o desenvolvimento da aprendizagem significativa crítica.

Aprendizagem significativa é definida como o modelo de aprendizado no qual o conhecimento novo interage com os conhecimentos prévios do aluno. Nesse modelo, aluno e professor são responsáveis pelo aprendizado, tendo como o principal benefício o tempo de duração do conteúdo aprendido uma vez que não há memorização (OLIVEIRA, BERNARDO e NOGUEIRA, 2020). A aprendizagem significativa crítica vai além,

permitindo ao aluno adotar uma postura crítica sem ser subjugado pelas mudanças, velocidade e disponibilidade de informações.

Para Moreira (2010, p.7), somente por meio da aprendizagem significativa crítica o aluno “[...] poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção [...]”. Essa teoria propõe 11 princípios que são análogos aos princípios programáticos de Ausubel para a facilitação da aprendizagem significativa. Esses princípios possuem viabilidade para a implantação em sala de aula, facilitando a aprendizagem significativa crítica e ao mesmo tempo revolucionando o que normalmente acontece nesse ambiente (MOREIRA, 2010, p. 7).

Uma das premissas para que ocorra aprendizagem significativa crítica é a curiosidade por parte do alunado. Sem interesse não ocorre a construção do conhecimento. Quando há curiosidade, o aluno é questionador e estabelece uma relação professor/aluno, que se faz necessária, uma vez que o professor é o elo, o mediador entre o conhecimento existente no ambiente e o educando.

Em contrapartida à aprendizagem significativa crítica encontra-se a aprendizagem mecânica, onde o aluno é agente passivo e as novas informações são simplesmente memorizadas de maneira não significativa. Esse modelo ainda é muito utilizado nas escolas pois serve para “tirar nota” mas tem pouca retenção e compreensão dos conceitos (MOREIRA, 2010, p. 5).

A aprendizagem significativa crítica é preferida em relação à mecânica, pois o conhecimento é retido de forma significativa e duradoura, podendo ser utilizados em situações diferentes e serem relacionados com outros conceitos. Ademais, para que a aprendizagem ocorra, o material a ser aprendido precisa ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. A soma da competência cognitiva do aluno e de seus conhecimentos prévios marcará seu nível de desenvolvimento.

A construção da aprendizagem significativa crítica implica a conexão ou vinculação do que o aluno sabe com os conhecimentos novos, quer dizer, o antigo com o novo de maneira progressista. O professor precisa considerar que o aluno possui conhecimentos prévios, e a partir desses conhecimentos, construir uma prática pedagógica para ancorar novos conhecimentos tornando o aluno o protagonista do processo e estimulando sua

predisposição em aprender. Para Moreira (2010, p. 7) “[...] aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela”.

Dentro desta prática pedagógica, o professor deve assumir o papel de mediador do conhecimento, não abrangendo somente o saber, mas também o saber fazer e aprender a aprender, tornando o aluno o protagonista da construção do seu conhecimento, despertando assim a curiosidade e o interesse do aluno. Conforme Pellizzari et al. (2002, p. 39) dessa maneira é possível garantir a compreensão e a facilitação de novas aprendizagens ao ter-se um suporte básico na estrutura cognitiva prévia construída pelo sujeito.

Dessa maneira o professor auxilia os alunos a superarem os obstáculos cognitivos e epistemológicos para que ocorra a construção do conhecimento por meio dessa interação entre mediador e mediado. Vygotsky (1999) explica que a mediação é a ação que se interpõe entre sujeito e o objeto do conhecimento e é através desta que o indivíduo conhece o mundo e constrói sua representação do real, superando os obstáculos à aprendizagem e construindo novos saberes.

2.2. O Ensino de Embriologia na Educação Básica.

O conteúdo de embriologia é contemplado na primeira série do ensino médio e, de acordo com Casas e Azevedo (2011, p. 82), enfoca todos os eventos desde a fertilização até o nascimento, abordando os processos de gametogênese, fecundação, clivagem, gastrulação, morfogênese e organogênese, buscando compreender como a proliferação do zigoto dá origem a um novo ser.

A vida é o objeto de estudo da biologia, em toda a sua diversidade de manifestações e deve fornecer subsídios para a interpretação no que diz respeito ao desenvolvimento, aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (BRASIL, 2002).

A visão que os Parâmetros Curriculares Nacional para o Ensino Médio (PCNEM) possui para o ensino de embriologia é reducionista uma vez que recomenda que a

abordagem atenha-se à espécie humana, tendo como foco as principais fases embrionárias, os anexos embrionários e a comunicação intercelular no processo de diferenciação, ressaltando que não é necessário conhecer o desenvolvimento embrionário de todos os grupos de seres vivos para compreender e utilizar a embriologia como evidência da evolução, sendo o principal objetivo compreender como de uma célula – o ovo – se organiza um organismo (BRASIL, 2002).

Essa abordagem reducionista não se aplica quando se trata do processo de ensino-aprendizagem em biologia. Para Mayr (2005, apud MOREIRA E MASSONI, 2016), os sistemas biológicos são ordenados e suas propriedades não se restringem às propriedades físico-químicas dos componentes. A organização destes sistemas não são redutíveis a propriedades inferiores. Os sistemas biológicos armazenam informação historicamente adquirida e frequentemente surgem propriedades que não são explicadas por uma simples análise dos seus componentes. Diante destas situações, a abordagem no ensino de embriologia deve ter uma visão holística, envolvendo todos os aspectos relacionados com a evolução, o que torna indispensável o conhecimento histórico.

Os processos funcionais podem ser explicados de forma mecanicista, mas a Biologia evolucionista é muito diferente das ciências exatas, pois lida com fenômenos únicos como a origem do ser humano, por exemplo, e não há como explicar fenômenos únicos através de leis universais. Sendo assim os PCNEM trazem uma visão limitada do ensino significativo para esse conteúdo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Fundamental de ciências não tratam do conteúdo de embriologia diretamente. Porém, os conceitos básicos desse conteúdo precisam ser explanados durante o ensino sobre reprodução no Ensino Fundamental.

Conceitos de fecundação, divisão celular, diferenciação celular e formação do novo ser são requisitos básicos para a compreensão da formação do embrião e desenvolvimento do feto na reprodução humana, conteúdo abordado no oitavo ano do ensino fundamental. Esses requisitos são fundamentais para a compreensão do conteúdo específico de embriologia no Ensino Médio (BRASIL, 2002).

Muitas pesquisas têm acontecido na área de embriologia e diante dos avanços científicos e tecnológicos é imprescindível a compreensão holística deste conteúdo uma vez que esses avanços estão cada vez mais difundidos em todas as mídias atuais. A população

não possui subsídios básicos para interpretar essas informações recebidas pois desconhece o desenvolvimento básico do ser humano (ASSMANN *et al.*, 2004, p. 2).

O conteúdo de embriologia, encontra dificuldades para ser ministrado devido à carência de materiais apropriados. Sabe-se que a falta de material apropriado é um fator limitante, entretanto cabe ao professor procurar outros meios para a transmissão dos conteúdos. Além do mais ensinar embriologia requer uma atenção muito grande por parte do professor, pois este conteúdo é carregado de termos técnicos o que dificulta ainda mais o aprendizado, que é de grande importância para o aluno, principalmente as primeiras fases do desenvolvimento embrionário, pois são esses os conceitos que trazem a noção de como ocorrem as primeiras divisões celulares e o que originará cada uma dessas fases, proporcionando uma melhor compreensão para os conteúdos subsequentes.

2.3. O uso da impressora 3D no Ensino de Embriologia

A sociedade se encontra na era da informação, a tecnologia representa o modo de vida das pessoas. Os conhecimentos tecnológicos, científicos e informacionais deram suporte à vida no meio urbano. A cibernética, automação, engenharia genética, computação eletrônica são alguns dos ícones da sociedade (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Segundo Aguiar (2016, p. 20), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tornaram-se uma força determinante do processo de mudança social, inclusive na própria atividade profissional. A tecnologia de impressão 3D é emergente e traz mudanças à sociedade em todos os âmbitos, da medicina à arquitetura. Essa tecnologia se estende também à educação, porém a bibliografia sobre esse tema não é ampla.

No ensino de Biologia, o uso de experimentação é pertinente para dar significado ao aprendizado dos conteúdos. A tecnologia de impressão 3D vem ao encontro dessa prática pedagógica, uma vez que possibilita a visualização de conceitos. Lipson¹ (2007, apud AGUIAR, 2016, p. 36) corrobora com essa ideia, afirmando que o ensino pode ser melhorado por meio das atividades práticas, principalmente quando são envolvidos conceitos que são difíceis de serem visualizados e entendidos abstratamente.

¹LIPSON, H. Printable 3D models for customized hands-on education. *In*: MASS CUSTOMIZATION AND PERSONALIZATION (MCPC), October 2007, Cambridge, MA. **Proceedings**. 2007, Cambridge, MA.

Ainda segundo Lipson (2007, apud AGUIAR, 2016, p. 36), para trabalhar as atividades práticas nas universidades, constantemente são encontrados modelos físicos para o ensino de conteúdo como a cinemática e a dinâmica. No ensino de química os modelos de moléculas usando bolas de isopor e palitos são constantemente utilizados. Entretanto, o autor alega que esses modelos vão ficando velhos e subutilizados, sendo substituídos pelas simulações virtuais. Os modelos físicos raramente são feitos ou utilizados fora de um instituto educacional devido aos custos envolvidos na produção, manutenção e distribuição.

Por essas dificuldades, esse mesmo autor afirma que a tecnologia de impressão 3D tem potencial para preencher essa lacuna, eliminando alguns problemas como o desgaste e descartabilidade de modelos confeccionados com isopor, massa de modelar ou argila. As impressoras 3D possibilitam a fabricação de objetos tridimensionais não descartáveis com detalhes complexos de maneira mais simples e rápida, sem fazer uso de inúmeras ferramentas ou recursos. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os educadores facilmente consigam criar e produzir seus modelos físicos.

O uso da impressão 3D na educação vai além da simples construção de objetos para visualização. Kostakis, Niaros e Giotitsas² (2014, apud AGUIAR, 2016, p. 44), baseando-se na teoria de ensino-aprendizagem do Construcionismo, desenvolvida por Seymour Papert, analisaram qual poderia ser o papel desempenhado pelo design e pela impressão 3D, juntamente as outras tecnologias, no desenvolvimento e implementação de novas ideias educacionais e como podem servir como um meio de aprendizagem e comunicação.

A teoria do construcionismo enfatiza que a construção dos artefatos envolve conhecimento para ser realizada, produzindo aprendizagem significativa pois, o conhecimento não é visto como uma mercadoria a ser transmitida, mas sim como uma experiência pessoal que deve ser construída e o estudante deve estar pessoalmente (intelectualmente e emocionalmente) envolvido. O uso dessa ferramenta torna a aula mais interativa, dinâmica com alunos engajados e participativos, criando projetos próprios e desenvolvendo o protagonismo e a criatividade. Essa prática pedagógica alia a prática à teoria, desenvolve alfabetização digital e preparando o aluno para o mercado de trabalho atual.

2 KOSTAKIS, V.; NIAROS, V.; GIOTITSAS, C. Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. **Telematics and informatics**, v. 32, n. 1, p. 118-128, 2014.

Segundo Aguiar (2016, p. 36) a impressão 3D, usada como ferramenta de aprendizagem, ajuda o aluno a pensar diferente, ver o mundo de outra maneira. Ajuda a formar ambientes que dão o estímulo adequado a estudantes que se apresentam indiferentes na escola, pois possibilita que eles aprendam por conta própria mediante exploração.

Contudo, primeiro é necessário a familiarização dos professores com a impressão 3D, manuseio da impressora e também com a construção dos modelos em softwares específicos para esse fim. Outro obstáculo é a aquisição da impressora pela instituição de ensino por se tratar de um material com custo elevado. Porém, superado os obstáculos, a impressão 3D tem se mostrado 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.

Quadro 1: Potencialidades da impressora 3D.

POTENCIALIDADES DO USO DA IMPRESSORA 3D NA EDUCAÇÃO

- Promove a criatividade e o protagonismo do aluno;
 - Promove a alfabetização digital;
 - Aliar teoria e prática;
 - Alto poder de demonstração do conteúdo;
- Modelos didáticos mais acessíveis ao nível de custo e não descartáveis.
 - Objetos impressos com as dimensões pretendidas.
- Não há desperdício de materiais, os objetos são criados apenas com o material necessário.

Fonte: Autora, (2020).

Quadro 2: Dificuldades no uso da impressora 3D.

DIFICULDADES NO USO DA IMPRESSORA 3D NA EDUCAÇÃO

- Custo elevado da impressora;
- Exige conhecimento para manuseio da impressora.
- Exige conhecimento em modelagem 3D através de softwares específicos.

Fonte: Autora, (2020).

3. ESTRUTURA DAS AULAS E AVALIAÇÃO

O presente produto educacional foi elaborado no formato de sequência didática, para a construção de modelos em 3D através de softwares próprios, buscando levar autonomia digital para professores e alunos. Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 82) “[...] uma sequência didática é um Conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática”. Conforme Pessoa (s.d) essa ferramenta corresponde a um conjunto de atividades articuladas e planejadas em função de um objetivo didático. É organizada em torno de um conteúdo específico podendo envolver diferentes componentes curriculares onde o foco é a apropriação de um determinado conceito ou procedimento.

A partir dessa ferramenta o professor organiza seu trabalho pedagógico e pode antecipar o que será focado, o tempo disponibilizado para cada atividade, qual será a mediação mais coerente conforme a necessidade dos educandos. Dessa forma o trabalho do docente pode ser articulado em vários eixos de ensino possibilitando aprendizagens diversificadas (PESSOA, s.d.).

Esta sequência didática foi aplicada com alunos da primeira série do ensino médio do período noturno do Colégio Dom Pedro I no município de Guarapuava – PR, nas aulas de biologia e foram necessárias 08 aulas para seu desenvolvimento. A turma era constituída por 38 alunos de 15 a 17 anos e a avaliação das atividades foi realizada por meio de observação

e anotações do professor, participação dos alunos, resolução das atividades propostas e respostas aos questionários de pré e pós-teste.

Para o desenvolvimento dos modelos das estruturas embrionárias em 3D foi necessário criar os “moldes” em *softwares* próprios. Muitos modelos previamente criados são encontrados em repositórios virtuais. Mas as estruturas embrionárias (mórula, blástula, gástrula e nêurula) não fazem parte desta realidade. Por isso foi necessário a criação desses arquivos no site *Tinkercad*³, que é uma plataforma de *designer* em 3D.

Essa plataforma foi escolhida por ser gratuita, de fácil acesso e online, não necessitando baixar programas ou possuir computadores com *hardwares* robustos e configurações específicas para rodar esses tipos de programas. Outra facilidade é que os trabalhos ficam salvos na nuvem do site, de forma online e não no *hardware* do computador, pendrive ou qualquer armazenamento físico. Para fazer uso dessa plataforma o aluno pode fazer uma conta própria no site e criar seus *designers* ou então o professor pode montar uma sala de aula dentro do *Tinkercad* e adicionar os alunos, que poderão criar seus *designers* dentro dessa sala de aula virtual e o professor tem acesso a esses projetos podendo editar e contribuir com os mesmos. Segue uma breve sequência das atividades:

- a. Aula 1 e 2: Sala de aula invertida. O professor montou uma sala de aula virtual com os alunos usando a plataforma Google Classroom⁴. Anexou, nesta plataforma, vídeos sobre estruturas embrionárias, tecidos embrionários e organogênese para visualização prévia dos alunos e posterior debate em sala de aula com o objetivo de complementar o conteúdo e sanar dúvidas remanescentes.
- b. Aulas 3, 4 e 5: Pesquisa sobre a forma das estruturas embrionárias no laboratório de informática. *Designer* dos modelos em 3D das estruturas embrionárias no site *Tinkercad* no laboratório de informática a partir da pesquisa dos alunos sobre as estruturas a serem modeladas.
- c. Aula 6: Visita ao Espaço *Maker* da Unicentro, no bloco do PPGEN. Os alunos conheceram a impressora 3D e puderam imprimir os modelos construídos por eles nas aulas anteriores.
- d. Aulas 7 e 8: Uso dos os modelos construídos e impressos em aula, comparando com as figuras mostradas nas imagens e vídeos que os alunos assistiram. Os alunos

3 <https://www.tinkercad.com/>

4 <https://classroom.google.com/>

montaram grupos e cada um explicou uma estrutura embrionária, sua formação e desenvolvimento no formato de seminários.

4. ROTEIROS

Sequência didática para o ensino de embriologia: uma proposta do uso pedagógico da impressora 3D

Público alvo: alunos da 1ª série do Ensino Médio.

Duração: 08 aulas (50 minutos cada).

Tema Gerador: Desenvolvimento embrionário.

Conteúdos abordados: Fecundação, segmentação, diferenciação celular, folhetos embrionários, estruturas embrionárias e organogênese.

Objetivo geral: Minimizar as dificuldades na compreensão da formação das estruturas embrionárias e dos folhetos embrionários que originarão diferentes partes do corpo, enfatizando a morfologia de cada estrutura embrionária e sua função no desenvolvimento embrionário.

4.1. Atividade 1 - Sala de aula invertida

Duração: 02 aulas (50 minutos cada).

Objetivos:

-Resgatar o conhecimento prévio do aluno com vídeos sobre desenvolvimento embrionário e organogênese.

- Desenvolver a interpretação de diferentes materiais didáticos como o vídeo.

- Estimular a arguição do aluno.

- Introduzir o conteúdo de desenvolvimento embrionário com uma metodologia onde aluno é protagonista do seu processo ensino-aprendizagem.

- Otimizar o tempo de exposição do conteúdo, uma vez que a visualização deste foi prévia.

- Fazer uso de metodologias ativas, despertando interesse e curiosidade por parte do alunado.

Conteúdos trabalhados: Desenvolvimento embrionário

Materiais utilizados:

- Plataforma *Google Classroom*.
- Vídeo aula sobre desenvolvimento embrionário.
- Laboratório de Informática

Desenvolvimento da atividade:

O professor deve acessar previamente a plataforma *Google Classroom* e montar uma sala de aula virtual, inserindo os alunos. Então o professor anexa videoaulas e textos sobre desenvolvimento embrionário.

A primeira aula deve ser no laboratório de informática, onde o professor mostra como acessar a plataforma do *Google Classroom* e disponibiliza o restante da aula para que os alunos possam visualizar o conteúdo postado na sala virtual, visando auxiliar os alunos que possuem qualquer tipo de dificuldades de acesso à internet em suas residências.

O intuito da sala de aula invertida é que o aluno tenha acesso ao conteúdo teórico antes da aula presencial, para que o mesmo desenvolva protagonismo no processo de aprendizagem. Essa metodologia permite flexibilidade, uma vez que o aluno estudará conforme seu horário e sua disposição, respeitando seu ritmo de aprendizagem.

Na segunda aula o professor propõe uma conversa sobre o conteúdo visto previamente pelos estudantes, realizando questionamentos sobre o tema, aprofundando o conteúdo e sanando as dúvidas que os alunos trouxeram. Por meio dessa ação o professor realiza o levantamento dos conhecimentos prévios da turma sobre o conteúdo de desenvolvimento embrionário.

A avaliação se dá por múltiplos instrumentos como a observação do professor, anotações do docente, participação dos alunos quanto às atividades propostas. O professor pode realizar uma avaliação escrita pelo *Google Classroom* utilizando diferentes tipos de atividades propostas pela plataforma como “Pergunta”, “Atividade”, e “Atividade com teste”, que faz uso de formulários do Google.

Quadro 3: Saiba mais – *Google Classroom*.

SAIBA MAIS

COMO MONTAR UMA TURMA NO *GOOGLE CLASSROOM*

Acesse o link

<https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020273?co=GENIE.Platform%3DDesktop&hl=pt-BR>

COMO FAZER USO DO *GOOGLE CLASSROOM* COMO PROFESSOR

Acesse o link

<https://tecnoblog.net/332001/como-usar-o-google-classroom-sala-de-aula-online/>

COMO PREPARAR ATIVIDADES NO *GOOGLE CLASSROOM*

Acesse os links

<https://youtu.be/rmlmxYhNbkI>

<https://youtu.be/iUD7B2Zndrs>

PARA MAIS DICAS SOBRE O GOOGLE CLASSROOM ACESSE O CANAL DO YOUTUBE

[https://www.youtube.com/channel/UCBfuzb794UfJkQiysVfzQnw?](https://www.youtube.com/channel/UCBfuzb794UfJkQiysVfzQnw?view_as=subscriber)

[view_as=subscriber](https://www.youtube.com/channel/UCBfuzb794UfJkQiysVfzQnw?view_as=subscriber) – VANINA RONCAGLIO

Fonte: Autora, (2020)

4.2. Atividade 2 - Modelagem em 3D

Duração: 03 aulas (50 minutos cada).

Objetivos:

- Identificar as estruturas do desenvolvimento embrionário.
- Desenvolver habilidades em tecnologias de informação e comunicação.
- Modelar as estruturas embrionárias em softwares de desenhos em 3D.

Conteúdos trabalhados: Estruturas embrionárias e folhetos embrionários.

Materiais utilizados:

- Plataforma *Tinkercad*.
- Projetor multi-mídia.
- Laboratório de Informática

Desenvolvimento da atividade:

No laboratório de informática o professor divide a turma em grupos de quatro integrantes e cada equipe fica responsável por modelar uma estrutura embrionária, distribuídas por meio de sorteio. Com o projetor multimídia, o professor demonstra imagens bidimensionais das estruturas embrionárias (mórula, blástula, gástrula e nêurula), explicando-as.

Cada grupo deve criar uma conta no site *Tinkercad* sob orientação do professor para manusear essa plataforma. O professor pode criar uma sala de aula nesse mesmo site e compartilhar com os alunos, dessa maneira não é necessário a criação de contas individuais. Essa ação fica a critério do professor.

Cada grupo deve pesquisar sobre a estrutura que será modelada e então começar a criação dos *designers* na plataforma acima referida, que disponibiliza formas como esferas, cilindros, caixas, cones, textos, números, entre outros, para servir como “ponto de partida” para o projeto. Usando essas formas, os alunos podem agrupar, duplicar, desagrupar, alinhar, copiar, espelhar, apagar, aumentar, girar, diminuir até conseguir chegar em um resultado satisfatório para a modelagem.

Dessa forma os alunos criam modelos mais complexos a partir de formas simples preexistentes no site, com base na pesquisa realizada anteriormente. Para essa atividade são necessárias três aulas (a quantidade de aulas pode ser modificada conforme a necessidade da turma) para a finalização dos *designers*. A avaliação se dá pela observação do professor, participação dos estudantes e modelagem das estruturas. O professor pode também montar uma pesquisa de opinião, usando o Google Classroom e os formulários Google, com perguntas para os alunos sobre o uso dessa plataforma.

Quadro 4: Saiba mais – *Google Forms*

SAIBA MAIS

COMO USAR O GOOGLE FORMS (formulário do Google) PARA A ELABORAÇÃO DE AVALIAÇÕES E PESQUISAS DE OPINIÃO.

Acesse o link

<https://youtu.be/C87YFYToHTA>

Fonte: Autora, (2020)

Quadro 5: Saiba mais – *Site Tinkercad*.

SAIBA MAIS

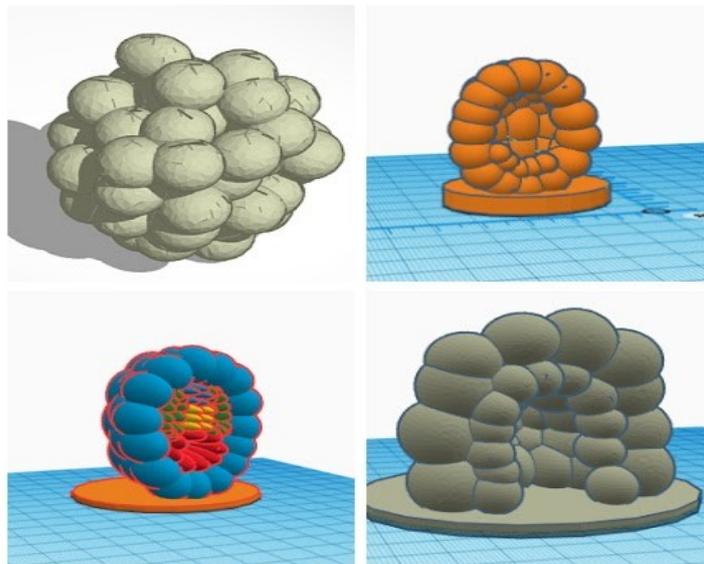
COMO FAZER USO DO *TINKERCAD*, REALIZAR CADASTRO E MONTAR UMA TURMA.

Acesse o link

<https://youtu.be/wk-JSpSBMCw>

Fonte: Autora, (2020)

Figura 1: *Designer* das estruturas embrionárias realizada no site *Tinkercad*.



Fonte: Autora, (2020).

Figura 2: Alunos desenvolvendo os modelos em 3D no site *Tinkercad*.



Fonte: Autora, (2020).

4.3. Atividade 3 - Impressão em 3D

Duração: 01 aula (50 minutos).

Objetivos:

- Conhecer o funcionamento de uma impressora 3D.
- Imprimir os modelos produzidos nas aulas anteriores.
- Conhecer outros espaços de aprendizagem.

Conteúdos trabalhados: Estruturas embrionárias e folhetos embrionários.

Materiais utilizados:

- Impressora 3D.
- Transporte para os alunos (caso a instituição de ensino não tenha impressora 3D).

Desenvolvimento da atividade:

Realizar uma visita técnica a um espaço *Maker*, com impressora 3D caso a instituição de ensino não possua esse equipamento. Se for essa a realidade, o professor precisará agendar a visita técnica e providenciar transporte para os educandos e autorização dos responsáveis. Para uma atividade externa uma aula de 50 minutos não é o suficiente e o professor deverá adequar o planejamento conforme a necessidade. No município de Guarapuava o Núcleo de Educação Regional e a Unicentro dispõem de espaço *Maker* para fim de visita e parcerias com os colégios da rede pública e privada.

Se a instituição de ensino possuir uma impressora 3D, uma aula é o suficiente para dar início à impressão dos *designers* desenvolvidos pelos alunos. O docente deve então explicar o funcionamento desse equipamento e realizar a impressão do que foi produzido nas aulas anteriores, que resultará na produção de materiais didáticos não consumíveis.

Caso a instituição de ensino não possua a impressora 3D, o professor deve procurar instituições parceiras para a impressão. Em Guarapuava, a Unicentro possui essa ferramenta que auxiliou na impressão das estruturas para este trabalho. O Núcleo Regional de Educação de Guarapuava também possui impressoras 3D, que pode auxiliar o docente nesta etapa da sequência didática.

A avaliação dessa atividade pode ser instrumentalizada por meio de uma avaliação escrita, com ou sem consulta conforme o critério do professor, contemplando a morfologia das estruturas embrionárias impressas em três dimensões.

Figura 3: Modelos das estruturas embrionárias impressos na impressora 3D.



Fonte: Autora, (2020).

Figura 4: Visita técnica ao Espaço *Maker* do PPGEN – Unicentro para a impressão das estruturas em 3D e visualização do funcionamento da impressora 3D.



Fonte: Autora, (2020).

4.4. Atividade 4 - Aplicação dos modelos em 3D

Duração: 02 aulas (50 minutos cada).

Objetivos:

- Definir embriologia.
- Identificar as etapas de formação do embrião e diferenciá-las.
- Reconhecer as estruturas embrionárias.
- Identificar os tipos diferentes de ovos e suas segmentações.
- Relacionar embriologia com as tecnologias de clonagem e células-tronco.
- Observar e identificar os folhetos embrionários e a origem de diferentes partes do corpo.

Conteúdos trabalhados: Estruturas embrionárias, clivagem, folhetos embrionários, diferenciação celular, organogênese e biotecnologia.

Materiais utilizados:

- Modelos produzidos pelos alunos em 3D.
- Livro didático.

Desenvolvimento da atividade:

Cada grupo, de posse do seu modelo 3D impresso, produz e apresenta um seminário, explicando a estrutura embrionária, sua formação e consequências no desenvolvimento embrionário. O docente pode realizar mediações, auxiliando os alunos, complementando caso ache necessário, relacionando o modelo em 3D com as imagens bidimensionais do livro didático.

São necessárias no mínimo duas aulas para que todos os grupos apresentem porém, o a quantidade de aulas pode variar conforme o número de alunos e de grupos formados, ficando a cargo do professor definir o número de aulas necessários conforme sua realidade. A avaliação se dá pela apresentação do seminário, onde o professor consegue verificar a aquisição do conhecimento por parte dos alunos.

5. CONCLUSÃO

A sociedade está em constantes transformações e avanços tecnológicos. Para que acompanhar esse dinamismo é necessária atenção às mudanças e criticidade em relação às informações veiculadas. Para Lara (2009, p. 15) ser crítico não é ter apenas uma opinião sobre um fato, mas sim pensar, perceber e ponderar, significando o indivíduo o que acontece a ele. Sendo assim os alunos devem ser preparados para um futuro de incertezas e mudanças a partir de um ensino que proporcione um cidadão com personalidade inquisitiva, inclusiva, inovadora e tolerante (LARA, 2009, p. 15).

Diante desse cenário de mudanças é essencial oferecer as melhores condições de aprendizado onde os alunos possam desenvolver suas competências, sendo a aprendizagem significativa crítica essencial para a formação do indivíduo. Como uma das premissas para que ocorra aprendizagem significativa crítica é o interesse e curiosidade por parte do aluno, cabe ao professor repensar sua prática pedagógica a fim de desenvolver essas características no alunado. As metodologias ativas surgem para preencher essa lacuna e atrair os alunos do século XXI. A impressão em 3D não só alia a teoria à prática como também coloca o aluno como o cerne do seu aprendizado, desenvolvendo autonomia e criatividade.

A metodologia com modelos em 3D possibilitaram que os alunos pudessem esclarecer suas incompreensões iniciais superando obstáculos epistemológicos para a formação de modelos mentais correlatos às estruturas embrionárias.

Neste contexto, os alunos se utilizaram dos princípios da aprendizagem pelo erro e princípio da desaprendizagem da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, onde uniram seus conhecimentos iniciais aos conhecimentos teóricos-científicos adquiridos, desconstruindo conceitos anteriores errôneos (MOREIRA, 2010).

Considera-se que este trabalho apresenta subsídios interessantes para o aprimoramento da prática pedagógica docente pois, promove aquisição de competências e habilidades por meio do protagonismo do aluno.

A aplicação da tecnologia de impressão em 3D na educação são ilimitadas, não ficando restritas ao ensino de embriologia. É fácil perceber que as possibilidades de aplicação da tecnologia de impressão 3D na educação são quase infinitas. Para Kovakli; Kolts e Locatelli (2019, p. 1113) as escolas podem avaliar suas demandas específicas,

adequando essa metodologia conforme a intencionalidade pedagógica considerando os sujeitos da aprendizagem e suas particularidades.

Infelizmente existem obstáculos para o uso dessa ferramenta, como o despreparo dos docentes em frente a nova tecnologia e a aquisição do equipamento. Mas uma vez superados essas dificuldades e aplicada a metodologia é possível perceber o entusiasmo e concentração dos educandos diante de suas produções.

Sendo assim essa sequência didática busca incorporar a tecnologia de impressão de modelos em 3D em sala de aula a fim de motivar o uso dessa ferramenta com inúmeras possibilidades no meio educacional.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, P. C. **Análise do conteúdo de embriologia no livro didáticos produzido no Timor-Leste pela cooperação brasileira em 2008**. 2011, 41 p. Monografia de Graduação (Licenciatura em Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/1868>. Acesso em: 02 jun. 2020.

AGUIAR, L. de. C. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências**. 2016. 226 p. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/.../aguiar_ldcd_me_bauru.pdf?. Acesso em: 20 ago.2018.

ASSMANN, A. *et al.* A embriologia humana e a extensão universitária. **Revista eletrônica de extensão**, Santa Catarina, v. 1, n. 1, p. 1-10, ISSN: 1807-0221, maio 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/1167>. Acesso em: 05 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 144 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 20 jan. 2020.

CAMARGO, N. S. J. DE; BLASZKO C. E; UJIE, N. T. O Ensino de Ciências e o Papel do Professor: Concepções de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *In*: EDUCERE 11.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE REPRESENTAÇÕES SOCIAIS, SUBJETIVIDADE E EDUCAÇÃO, 3.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE, 5.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE

ATENDIMENTO ESCOLAR HOSPITALAR, 9., 2015, Curitiba, Paraná. **Anais [...]**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2015. p. 2212 – 2227. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19629_9505.pdf. Acesso em: 20 ago. 2018.

CASAS, L.; AZEVEDO, R. O. M. Contribuições do jogo didático no ensino de embriologia. **Revista Areté** - Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v. 4, n. 6, p. 80-91, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/17>. Acesso em: 05 out. 2020.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências Didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: _____. **Gêneros orais e escritos na escola**. Tradução de Roxana Rojo e Gláís Sales Cordeiro. São Paulo: Mercado das Letras, 2004. p. 81 – 108.

FREITAS, L. A. M. *et al.* Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91 - 97, 2008. Disponível em: [www.seer.ufu.br/biosciencejournal > article > download](http://www.seer.ufu.br/biosciencejournal/article/download). Acesso em: 12 maio 2020

KOVATLI, M. De F.; KOTZ, A.; LOCATELLI, E. L. Possibilidades de Uso da Impressora 3D em Projetos de Sala de Aula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA – CBIE, 8.; WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA – WIE, 25., 2019, Sorocaba. **Anais [...]**. p. 1109 – 1113. Disponível em: [www.br-ie.org > pub > index.php > wie > article > download](http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/download). Acesso em 05 out. 2020.

LARA, P. M. R. **Aprendizagem significativa crítica aplicada ao ensino de biologia celular: reflexões e resultados**. 2009. 109 p. Trabalho de conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, Campus de Sorocaba, Sorocaba, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/7153306/APRENDIZAGEM_SIGNIFICATIVA_CR%C3%DTICA_A_APLICADA_AO_ENSINO_DE_BIOLOGIA_CELULAR_REFLEX%5ES_E_RESULTADOS?auto=download. Acesso em: 05 out. 2020.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia clínica**. 5. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 1994.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje Significativo Crítico**. 2 ed. 2010. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf> . Acesso em: 19 abr. 2019.

MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T. **Subsídios Epistemológicas para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Epistemologias do séc XX**. 2ed. Porto Alegre, 2016. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios8.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

OLIVEIRA, C. M. de.; BERNARDO, A. M. G.; NOGUEIRA, N. O. Aprendizagem significativa no ensino de biologia do Ensino Médio. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, ano 05, ed. 02, v. 02, p. 129-152. Fevereiro de 2020. ISSN: 2448-0959, Disponível em:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/biologia-do-ensino-medio>. Acesso em: 22 ago. 2020.

PELIZZARI, A.; *et al.* Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37 - 42, 2002. Disponível em <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

PESSOA, A. C. G. **Sequência didática. Glossário Ceale**, s.d. Disponível em: <http://www.ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/sequencia-didatica>. Acesso em: 03 de mai. 2020.

SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. Porto Alegre: Mediação, 2008.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132009000300014&script=sci_abstract&tln_g=pt. Acesso em 05 out. 2020.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.