

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

**MODELOS VIRTUAIS E MODELAGEM DIDÁTICA: UMA
ABORDAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DA
EMBRIOLOGIA ANIMAL – DO ZIGOTO À NEURULAÇÃO**

CARLOS FARIA SILVA

PROF. DR. EDWARD BERTHOLINE DE CASTRO
ORIENTADOR

CUIABÁ-MT 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS

**MODELOS VIRTUAIS E MODELAGEM DIDÁTICA: UMA
ABORDAGEM SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DA
EMBRIOLOGIA ANIMAL – DO ZIGOTO À NEURULAÇÃO**

CARLOS FARIA SILVA

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais da
Universidade Federal de Mato
Grosso, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Ciências Naturais.
Orientador: Prof. Dr. Edward
Bertholine de Castro.

CUIABÁ-MT 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S586m Silva, Carlos Faria.
Modelos Virtuais e Modelagem Didática : uma abordagem significativa para o ensino da embriologia animal - do zigoto à neurulação / Carlos Faria Silva. -- 2022
90 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Edward Bertholine de Castro.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2022.
Inclui bibliografia.

1. Modelos Virtuais. 2. Modelagem. 3. Ensino Aprendizagem. 4. Embriologia. 5. Sequência Didática. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Modelos Virtuais e Modelagem Didática: uma abordagem significativa para o ensino da embriologia animal - do zigoto à neurulação"

AUTOR: MESTRANDO CARLOS FARIA SILVA

Dissertação defendida e aprovada em 30 de março de 2022.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. DOUTOR EDWARD BERTHOLINE DE CASTRO (Presidente da Banca / Orientador)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

2. DOUTOR EDUARDO RIBEIRO MUELLER (Examinador Interno)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

3. DOUTORA MARFA MAGALI ROEHRS (Examinadora Externa)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

CUIABÁ, 30/03/2022.



Documento assinado eletronicamente por **EDWARD BERTHOLINE DE CASTRO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 30/03/2022, às 12:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marfa Magali Roehrs, Usuário Externo**, em 30/03/2022, às 14:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **EDUARDO RIBEIRO MUELLER, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 31/03/2022, às 18:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4535740** e o código CRC **9D2C4EC7**.

Aos meus pais e aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edward Bertholine de Castro (Vavá) pela confiança que depositou em meu trabalho e pelo apoio indispensável em fases mais difíceis durante o processo de construção da dissertação.

Aos professores do PPGE-CN- UFMT pelos ensinamentos e reflexões durante o curso.

Aos examinadores da qualificação, Prof. Dr. Eduardo Ribeiro Mueller e à Prof. Dr. Marfa Magali Roehr, pelas valiosas sugestões no aperfeiçoamento deste trabalho.

EPÍGRAFE

"...o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo."

(David Ausubel, 1963)

LISTA DE ABREVIATURAS

SD - Sequência Didática.

DNA - Ácido Desoxirribonucleico.

TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa.

TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação.

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. HFC- História e Filosofia da Ciência.

UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso.

PPGECN- Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências Naturais.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Pré - Teste: Relação do Conhecimento Embriológico com os Avanços da Ciência e da Tecnologia	40
Quadro 02: Pré - Teste: Identificação dos Fenômenos Embriológicos no Cotidiano	41
Quadro 03: Pré - Teste: Discussões e Construções no Campo da Embriologia	42
Quadro 04: Pré - Teste: A Importância e a Aplicabilidade do Conhecimento Embriológico.....	43
Quadro 05: Pós - Teste: Relação do Conhecimento Embriológico com os Avanços da Ciência e da Tecnologia	48
Quadro 06: Pós - Teste: Identificação dos Fenômenos Embriológicos no Cotidiano	50
Quadro 07: Pós - Teste: Discussões e Construções no Campo da Embriologia	51
Quadro 08: Pós - Teste: A Importância e a Aplicabilidade do Conhecimento Embriológico.....	52
Quadro 09: Percepção dos Estudantes sobre a Sequência Didática	54
Quadro 10: Aplicabilidade da Sequência Didática	55
Quadro 11: Sequência Didática X Abordagem Contextual.....	56
Quadro 12: Organização e Objetivos da Sequência Didática	56
Quadro 13: Aplicabilidade X Realidade Escolar	56
Quadro 14: Sugestões dos Professores sobre a Sequência Didática.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Escola Estadual Liceu Cuiabano Maria de Arruda Müller.....	33
Figura 02: Tela Principal do <i>Web-Site</i> Educacional Planetabio.....	36
Figura 03: Representação do Desenvolvimento Embrionário Animal de um Cordado.....	44
Figura 04: Representação do Desenvolvimento Embrionário Animal de um Invertebrado.....	45
Figura 05: Representação dos Tipos de Ovos/ Zigotos.....	45
Figura 06: Respresentação do Processo de Clivagem ou Segmentação do Zigoto.	46
Figura 07: Frequência de Ocorrências das Categorias: Relação entre Pré e Pós-Teste.....	53
Figura 08: Frequência de Ocorrências: Avaliação da Sequência Didática pelos Estudantes....	55
Figura 09: Frequência de Ocorrências: Avaliação da Sequência Didática pelos Professores..	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo I - Termo de Anuênia da Instituição.....	70
Anexo II -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- TCLE para o Responsável pelo Aluno	71
Anexo III - Questionário: Avaliação da Sequência Didática pelos Estudantes.....	74
Anexo IV - Questionário: Avaliação da Sequência Didática pelos Professores	75
Anexo V - Questionário Inicial e Final (Pré-Teste e Pós-Teste).....	76
Anexo VI - Embriologia: Definição, Conceitos e Curiosidades	77
Anexo VII - O que são as Famosas Células – Troncos?.....	84
Anexo VIII - Clonagem Terapêutica para Obtenção das Células - Troncos.....	8

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	7
LISTA DE QUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ANEXOS	10
RESUMO	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1- REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1. Ação-Reflexão-Ação como Elemento Transformador do Cotidiano Educativo	16
1.2. O Ensino da Biologia Escolar e seus Desafios.....	18
1.3. O Ensino da Embriologia na Biologia Escolar.....	22
1.4. Modelos e Modelagem na Ciência e seus Aspectos Conceituais	24
1.5. As Tecnologias como Mediação Pedagógica.....	29
1.6. Teoria da Aprendizagem Significativa	30
CAPÍTULO 2- O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	33
2.1. Contexto da Pesquisa	33
2.2. Metodologia da Pesquisa	34
2.3. Procedimentos Metodológicos	35
2.4. Superações Metodológicas em Meio a uma Pandemia	38
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
3.1. Questionário Inicial (Pré-Teste).....	39
3.2. Os Modelos Construídos pelos Estudantes.....	44
3.3. Questionário Final (Pré-Teste).....	47
3.4. Questionário Inicial <i>versus</i> Questionário Final	53
3.5. Sequência Didática.....	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	60
ANEXOS.....	69

RESUMO

SILVA, Carlos Faria. **Modelos Virtuais e Modelagem Didática: uma abordagem significativa para o Ensino da Embriologia Animal- do Zigoto à Neurulação.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

O presente trabalho tem como escopo um estudo que busca compreender as contribuições de uma proposta de ensino, por meio de uma Sequência Didática (SD) que têm como instrumentos mediadores o uso de um *web-site* com simuladores, animações e a modelagem como recursos auxiliares no ensino da embriologia animal – do zigoto à neurulação. O estudo foi realizado remotamente em uma escola da capital Cuiabá-MT, com a participação de doze alunos da primeira série do Ensino Médio e, para a avaliação da SD considerou-se os estudantes desta pesquisa e a participação de cinco professores. A investigação tem como constructo teórico conceitos importantes como práxis, dialética, construtivismo, contexto sócio histórico, ação-reflexão-ação, estes convergem para uma linha filosófica do materialismo sócio histórico dialético. Considerou -se os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel, onde os conhecimentos prévios (subsunçores) dos estudantes servirão como ponto de apoio para a apresentação da nova informação e, também o Método de Vinholi Junior na categorização destes conhecimentos. Os resultados da investigação evidenciaram, a partir das análises dos resultados obtidos, por meio dos questionários aplicados, antes e depois da aplicação da SD, que em grande parte dos escolares apresentaram avanços em sua aprendizagem em relação ao que observou-se no questionário inicial.

Palavras-Chaves: Sequência Didática; Aprendizagem Significativa; Materialismo Sócio Histórico Dialético; Modelagem; Ensino Remoto; Embriologia Animal.

ABSTRACT

SILVA, Carlos Faria. **Virtual Models and Didactic Modeling: a significant approach to the Teaching of Animal Embryology - from Zygote to Neurulation** 2021. Dissertation (Professional Master in Natural Science Teaching) – Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

The scope of this work is a study that seeks to understand the contributions of a teaching proposal through a Didactic Sequence (SD) that have as mediating instruments the use of a website with simulators, animations and modeling as auxiliary resources in the teaching animal embryology - from zygote to neurulation. The study was carried out remotely in a school in the capital Cuiabá-MT, with the participation of twelve students from the first year of high school and, for the evaluation of DS, the students of this research and the participation of five teachers were considered. The investigation has as its theoretical construct important concepts such as praxis, dialectics, constructivism, socio-historical context, action – reflection-action, these converge to a philosophical line of dialectical socio-historical materialism. The assumptions of the Theory of Meaningful Learning (SAT) by David Paul Ausubel were considered, where the students' previous knowledge (subsumers) will serve as a support point for the presentation of new information and also the Vinholi Junior Method in the categorization of this knowledge. The results of the investigation showed from the analysis of the results obtained through the questionnaires applied before and after the application of the SD that most of the students showed advances in their learning in relation to what was observed in the initial questionnaire.

Keywords: Following teaching; Meaningful Learning; Dialectical Socio-Historical Materialism; Modeling; Remote Teaching; Animal Embryology.

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos construídos, oriundos das observações, percepções e leituras ao longo dos anos no trabalho docente sobre o ensino da Biologia Escolar demonstram a necessidade de ressignificação das práticas metodológicas ao ensinar Biologia.

Essa necessidade surge, a partir do momento que as velhas abordagens, ou práticas não conseguem atender as expectativas de uma sociedade dinâmica, em constante transformação e, dominada pelas tecnologias da comunicação e informação.

Assim, esta pesquisa surge na tentativa de permitir reflexões, buscar e propor caminhos ao professor que possam nortear o seu trabalho, a fim de, atender as novas demandas para o ensino da Embriologia Animal na Biologia Escolar.

Tal perspectiva convergem para intenções pedagógicas, onde os estudantes possam perceber a importância da ciência e da tecnologia na produção e aplicação do conhecimento embriológico e, ao mesmo tempo, permitir que os escolares possam estabelecer conexões com a sua vivência,

Mediante ao exposto, esta abordagem ainda é bastante tímida no campo educacional, embora os documentos oficiais que norteiam o processo educativo contemplem em suas diretrizes uma formação voltada para a educação em ciência, tecnologia e cidadania.

Neste contexto, não basta reconhecer essas necessidades e manter-se inerte diante dessa problemática, para além desse reconhecimento é fundamental pensar, elaborar e propor metodologias que possam vir ao encontro e tentar preencher esses espaços de maneira que o estudante possa ser inserido num universo de construção do conhecimento de forma significativa.

Nesse sentido, propõe-se uma Sequência Didática (SD), que contempla a modelagem, e o uso de modelos didáticos virtuais, por meio de um *web-site* no ensino da biologia do desenvolvimento embrionário animal na modalidade de ensino remoto ou presencial.

A Sequência didática de ensino é organizada de forma hierarquizada, com uma série de estratégias de ensino que contemplam a utilização de recursos que potencializam a compreensão do conhecimento, que podem levar o aluno a uma aprendizagem significativa.

Diante do exposto cabe nos perguntar: A utilização de Modelos Virtuais e a Modelagem Didática podem contribuir para o ensino da embriologia animal, numa perspectiva em que os estudantes possam relacionar o conhecimento embriológico, com os

avanços da ciência, da tecnologia e suas aplicações no seu cotidiano?

Para este questionamento estabeleceu-se como objetivo geral da pesquisa: Compreender as contribuições de uma Sequência Didática, a partir de uma abordagem metodológica que tem o uso de modelos virtuais, e a modelagem didática como instrumentos mediadores no processo de ensino e aprendizagem. Assim, elencaram-se os seguintes objetivos específicos:

- A. Fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes;
- B. Classificar os conhecimentos prévios dos estudantes;
- C. Elaborar e aplicar a SD aos alunos da primeira série do ensino médio;
- D. Submeter a SD para apreciação dos professores e dos estudantes;
- E. Avaliar a aplicabilidade e a eficiência da SD.

Esta dissertação está organizada em três capítulos, sendo que no primeiro apresenta a importância da ação-reflexão-ação como um constante ir e vir no processo educativo, os desafios no ensino da biologia e da embriologia escolar, modelos e modelagem nas ciências e seus aspectos conceituais, tecnologias como mediação pedagógica e a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

No segundo discorre sobre o percurso metodológico, apresentando o contexto, a metodologia, os procedimentos metodológicos e os desafios e superações em meio a uma pandemia.

O terceiro, apresenta os resultados e discussões acerca do pré-teste, da oficina pedagógica de modelagem didática, do pós-teste, bem como da avaliação da sequência didática pelos estudantes e professores.

Por fim, apresenta-se nas considerações finais as principais conclusões deste estudo.

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1-Ação-Reflexão-Ação como Elemento Transformador do Cotidiano Educativo

É notório que ao longo do tempo ocorreram várias mudanças no panorama educativo que são mencionadas e estudadas por vários pesquisadores da área da educação, como Krasilchik, (2000); Cachapuz *et al.* (2005); entre outros estudiosos.

O novo panorama demonstra a necessidade de alterações nas concepções acerca do processo de ensino e aprendizagem que permeiam as práticas didáticas pedagógicas, à vista disso, mudando a compreensão dos principais sujeitos envolvidos nesse processo, professor e estudante.

Na concepção construtivista, o professor deixa de ser transmissor do conhecimento e, assume o papel de mediador do processo de ensino e aprendizagem, o estudante “sai” da condição de tábula rasa e receptor e, passa ser visto como um sujeito em potencial e ativo no processo educativo.

Assim, percebe-se que ao longo da história da humanidade os sujeitos envolvidos e as relações estabelecidas entre esses sujeitos vão adquirindo uma outra conotação, isto é, um outro significado.

Diante disso, o ato de ensinar constitui-se um desafio para qualquer professor, independente do contexto social-histórico que está inserido, onde a sua prática é uma prática que requer conhecimento, competência e devoção para o desenvolvimento de competências e habilidades, a fim de que, possa atender as expectativas de uma sociedade que está em constante transformação e mudança.

Nesta perspectiva, considera-se que o ato de refletir sobre a nossa própria prática ainda é um desafio a ser superado, visto que muitos educadores ainda estão presos ao modelo de ensino tradicional, isto é, práticas pautadas na transmissão unidirecional do conhecimento.

Freire (1982) ao fazer referência sobre a necessidade de refletir sobre a própria prática, complementa:

O sonho viável exige de mim pensar diariamente a minha prática; exige de mim a descoberta, a descoberta constante dos limites da minha própria prática, que significa perceber e demarcar a existência do que eu chamo espaço livres a serem preenchidos. O sonho possível tem a ver com os limites destes espaços e estes limites históricos. Por exemplos, os limites de espaços que a minha geração teve não são os limites que a geração de agora está tendo e de que eu vim participar. São outros os limites, como são outros os sonhos e alguns deles são os mesmos, na medida em que alguns problemas de ontem são os mesmosde hoje, no Brasil (FREIRE, 1982, p. 100).

Já que à ação-reflexão-ação concebe-se no pensar e no agir de maneira a atender as novas demandas de uma sociedade em constante mudanças, assim, entende-se que, essa práxis deve permear o fazer docente, uma vez que ainda persiste ao longo do tempo um ensino de maneira livresca com caráter repetitivo, e que se resume simplesmente na memorização de conceitos sem nenhuma correlação de importância e aplicabilidade com o cotidiano do estudante.

Morin (2003) admite sobre a necessidade do professor está disposto a ressignificar a sua prática para conduzir o estudante ao que ele denomina de: abertura para perceber o novo, visto que não existe o novo se o ensino está pautado na reprodução.

Isto posto, Freire (1982) reconhece que é necessário pensar diariamente a nossa prática docente, no entanto esse repensar exige ação-reflexão-ação constante.

Quando a ação educativa está voltada para a ação-reflexão-ação, quer dizer, num constate ir e vir, Schmitt enfatiza que essa estruturação:

[...] constrói, compartilha, reflete e transforma o conhecimento prático na e da sala de aula, imprimindo maior significado para o conhecimento do estudante, assim como do próprio educador. O professor vai ao encontro das necessidades dos estudantes, mediando para o seu aprendizado. Isso se torna possível quando o docente também encontra sentido na sua própria prática (SCHMITT, 2011.,p, 61).

Schmitt (2011) complementa que na realização da práxis educativa na perspectiva dialética é um processo a ser alcançado a longo prazo, a priori deveria ser incorporado na formação inicial dos professores, pois essa agrega legitimidade ao solo epistemológico que fundamentam a sua ação.

Matos e Barros (2013, p. 298) complementam que “Um professor dentro desse paradigma deve refletir acerca dos conteúdos que dá, se estes servem de alguma forma dentro do contexto educacional, social e político em que eles trabalham.”

Esse paradigma dialético trata-se da busca por novos conhecimentos, a fim de que, possa ultrapassar o modelo das práticas educativas tradicionais que, na maioria das vezes não permitem que os estudantes atribuam sentido e significado ao que lhes é ensinado.

Entende-se a importância da ação-reflexão-ação na prática docente como exercício constante para a superação da fragmentação das atividades desenvolvidas durante a ação educativa, ressalta-se que essa prática deve permear o processo educativo na sua totalidade, isto é, a atuação educativa reflexiva deve contemplar o processo educativo como um todo.

Ferreira e Justi (2008) ao se referirem sobre a forma com que o ensino vem sendo tradicionalmente desenvolvido, enfatiza que, o conhecimento científico é apresentado como

mais um “conteúdo”, sem que seja estudado o processo humano envolvido por trás daquele conhecimento, [...]. Pensar sobre como um fenômeno ocorre se torna cada vez mais difícil, à medida que o saber na escola se associa à memorização [...].

Borges e Lima (2007) alertam para a necessidade do rompimento com o ciclo de cópia e memorização que ainda permeiam muitas práticas, tal rompimento favorecerá a reconstrução do conhecimento de maneira criativa e autônoma.

1.2 O Ensino da Biologia Escolar e seus Desafios

A Biologia concebe-se como uma ciência que estuda o fenômeno da vida em todas as suas diferentes manifestações, ao configurar-se dessa forma, anuncia-se que ela está presente e faz parte da vida dos estudantes, ou melhor, somos seres puramente biológicos.

Embora haja essa estreita relação da biologia com o dia a dia dos estudantes, o ensino dessa disciplina ainda se encontra distante da realidade, porque muitas das vezes a intenção pedagógica não está voltada para uma abordagem que leve o aluno a perceber a relação do que se ensina na disciplina Biologia e o seu cotidiano do aluno.

Ampliando essa reflexão alguns autores ao refletirem sobre o ensino de Biologia percebem que:

Ensinar Biologia é uma tarefa complexa, que exige que o professor e o aluno lidem com uma série de palavras diferentes, com pronúncias diferentes e escrita que diverge da linguagem comumente usada pela população. Além disso, o currículo da Biologia para o ensino médio coloca aos professores o desafio de trabalhar com uma enorme variedade de conceitos, com conhecimento sobre toda uma diversidade de seres vivos, processos e mecanismos que, a princípio, se apresentam distantes do que a observação cotidiana consegue captar. (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018, p. 20).

Krasilchik (2004) reforça o posicionamento dos autores acima ao declarar que o excesso de conteúdos existentes no currículo de Biologia faz com que, ocorra uma redução no tempo necessário para que o professor exemplifique e apresente analogias diversas para que o estudante tenha um melhor entendimento dos conceitos trabalhados e um aprendizado que permeia o campo da significação, da reflexão e do senso crítico.

Nesse sentido, a autora menciona que:

A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como às vezes os termos apresentados são desnecessários, uma vez que nunca mais voltarão a ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis. (KRASILCHIK, 2004, p.57).

Nesta perspectiva Borges e Lima (2007), complementam:

As demandas da sociedade contemporânea requerem que a escola revise as práticas pedagógicas e tal revisão passa, necessariamente, pela reorganização dos conteúdos trabalhados, abandonando aqueles sem significação e elegendo um conjunto de temas que sejam relevantes para o aluno, [...]. Exigem, também, repensar as estratégias metodológicas visando à superação da aula verbalista, substituindo-a por práticas pedagógicas capazes de auxiliar a formação de um sujeito competente, apto a reconstruir conhecimentos e utilizá-los para qualificar a sua vida (BORGES; LIMA, 2007, p. 173).

Duré (2015) aponta elementos que nos permitem estreitarem as relações e as aplicações do conhecimento científico biológico na vida do estudante, quando afirma que:

Ensinar Biologia também deve levar o estudante a interpretar situações cotidianas de acordo com o conteúdo estudado, refletido e debatido nas aulas. Preparando-os para interagir com o meio em que vivem através de conhecimentos científicos que os levem ao entendimento efetivo da natureza que os circunda. Essa interação entre conteúdo da matéria e conhecimento prévio do estudante favorece a fixação do conhecimento por estabelecer uma conexão entre o que o aluno já aprendeu e o que ele deve aprender (DURÉ, 2015, p. 25).

Krasilchik (2004) ao se referir sobre o ensino de Biologia aponta que este deve proporcionar aos estudantes a compreensão de conceitos básicos, a análise do processo de investigação científica e a análise das implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Para Nunes (2017), as práticas pedagógicas devem convergirem para ações que visem a Alfabetização Científica para que os estudantes possam se apropriar progressivamente da cultura científica e, conseqüentemente, compreender as ideias e conceitos científicos para que sejam capazes de participarem das discussões desta cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar nas diferentes esferas de sua vida.

Para além dessas observações, Duré *et al.* (2018) pontuam que o conhecimento deve ser trabalhado de maneira contextualizada, isso não significa encarar a contextualização como uma abordagem de ensino, onde se leva o conhecimento já pronto, acabado e organizado, mas sim, mostrar aos estudantes o processo de construção, a partir de conceitos e situações da sua vivência.

De acordo com Moran, Masetto e Behrens (2000):

Nosso desafio maior é caminhar para um ensino e uma educação de qualidade, que integre todas as dimensões do ser humano. Para isso precisamos de pessoas que façam essa integração em si mesmas no que concerne aos aspectos sensoriais, intelectual, emocional, ético e tecnológico, transitem de forma fácil entre o pessoal e o social, que expressem nas suas palavras e ações que estão sempre evoluindo, mudando, avançando (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2000, p. 15).

Morin (2002) considera que a compartimentação e a falta de capacidade de articulação dos saberes no processo ensino e aprendizagem constituem um problema a ser considerado, por outro lado, a capacidade de contextualizar e integrar esses saberes constitui uma virtude do

ser humano que necessita ser instigada e desafiada constantemente no processo educativo.

Adiante Morin (2003), reitera ao considerar a contextualização e integração dos saberes como elementos fundamentais no processo educativo, quando afirma que, ao aprender e ensinar biologia e ciência, não se deve isolar uma palavra, uma informação; é preciso conectá-las a um contexto e, a partir daí, mobilizar o nosso conhecimento, a nossa vivência, para que possa chegar a um conhecimento representado de maneira contextualizado e integrativo.

Dessa maneira, a contextualização para a integralização dos saberes na ciência, como forma de superar a compartimentação no processo de ensino e aprendizagem que, segundo Morin (2003) sem a qual, pode representar um dos problemas que limitam o desenvolvimento de competências que fomentam a capacidade de articulação com outros conhecimentos.

Assim, essa estruturação pode ampliar o nível da interdisciplinaridade dos saberes das ciências que compõem as diferentes áreas de conhecimento, de modo que o estudante possa desenvolver competências científicas, tecnológicas e socioculturais.

Um dos trabalhos realizado por Duré *et al.* (2018), para investigar uma possível preferência dentre as diferentes temáticas, dentro do campo da biologia constatou que os estudantes e professores possuem uma maior aceitação em trabalhar com temas relacionados à saúde, e maior rejeição nos conteúdos de bioquímica.

Essa preferência pode ser compreendida pela proximidade, entre o conteúdo e a vivência do estudante, porque o corpo e o indivíduo são estruturas inseparáveis, nesse sentido de fácil contextualização, dessa maneira o estudante se vê inserido no processo, estabelecendo relações entre o conteúdo biológico com o próprio corpo.

Já a rejeição por conteúdos relacionados à bioquímica de acordo com Duré *et al.* (2008) pode-se atribuir a dificuldade de visualizar o que é abstrato, uma vez que esses conteúdos exigem competências para que possam desenvolver habilidades, para visualizar as estruturas e os mecanismos moleculares da vida, os autores enfatizam que o conteúdo, o quanto mais abstrato e distante da realidade, maiores são as chances de imaginarem que estão entendendo.

Para alguns autores, Teixeira e Vale (2001), Scheley, Silva e Campos (2014) a desmotivação em aprender a biologia pode está fortemente relacionada à abstração de alguns objetos de conhecimento, ao distanciamento, entre o conhecimento que se ensina e a vivência do estudante, visto que não conseguem estabelecer nenhum grau de significância e, tampouco motivo para aprender.

Borges e Lima (2007) afirmam que:

O ensino de Biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as

aprendizagens pouco eficientes para a interpretação e intervenção na realidade. Atender as demandas atuais exige reflexão profunda sobre os conteúdos abordados e sobre os encaminhamentos metodológicos propostos nas situações de ensino (BORGES; LIMA, 2007, p. 166).

De acordo com Krasilchik (1987), o professor ao ministrar suas aulas usa um vocabulário meramente técnico fazendo com que muitos alunos pensem que a Biologia se constitui como um conjunto de termos para serem decorados.

Considerar e supervalorizar esse vocabulário privilegia-se os produtos da ciência, ou seja, os conteúdos, por outro lado, negando os processos da ciência, quer dizer, o percurso que permitiram a construção daquele conhecimento.

Assim, para muitos alunos, aprender ciência é decorar um conjunto de nomes, fórmulas, descrições de instrumentos ou substâncias, enunciados de leis. Como resultado, o que poderia ser uma experiência intelectual estimulante passa a ser um processo doloroso que chega até a causar aversão (KRASILCHIK, 1987, p. 52).

Para Chassot (2010), o ensino de ciências é de fundamental importância em todos os níveis de escolaridade, pois constitui um processo que permite a alfabetização científica, de modo que proporciona ao cidadão o domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para a sua vivência cotidiana, demonstrando que as suas práticas definem como uma produção cultural em prol da humanidade.

Nesse sentido, o processo educativo baseado no modelo de memorização e cópia não compromete-se, muitas das vezes com o letramento científico da população, pois não contemplam ações que também discutem o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização da sociedade, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural.

Corroborando com esse pensamento Chassot (2003), ao considerar que práticas pedagógicas voltadas para a alfabetização científica pode potencializar planejamento de uma educação mais compromissada, onde o sujeito possa fazer conexões do conhecimento científico e o mundo ao seu redor, conexões que representam uma possibilidade de reparar as práticas conteudistas no ensino de ciências.

Leal (2017) ao fazer referência sobre o modelo “livresco” de ensino de Biologia pontua:

A Biologia ainda possui um ensino em um modelo “livresco”, fragmentado e acrítico para a contemporaneidade, tornando-se ultrapassado com as informações que circulam e as tecnologias hoje presentes, como os smartphones e seus aplicativos e redes sociais, mesmo assim, nem todos os indivíduos sabem usar e tem a tecnologia a seu dispor (LEAL 2017, p. 157).

Santos (2007) alerta, quando se considera os conhecimentos científicos com valor cultural, quando contextualizados, passam a ter significado para os alunos. Já a forma de ensino

descontextualizada praticado nas escolas faz com que muitos dos conceitos científicos se transformem em palavreados sem qualquer significação cultural.

Duré (2015) reconhece a importância de inserir na prática educativa as novas tecnologias no ensino de Ciências e da Biologia, dessa forma o estudante entenderá a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, assim como os seus impactos na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.

Leite *et al.* (2017) destacam que:

[...] cabe ao professor, através de sua prática pedagógica, promover o ensino das ciências biológicas através da utilização não apenas dos livros didáticos engessados, mas também materiais didáticos e pedagógicos que venham a proporcionar ao aluno uma aula mais dinâmica e interessante, preocupada com a realidade local dos alunos, assim como também, dependendo da disponibilidade da escola, aulas práticas em laboratórios ou ambientes externos, que venham a somar com a parte teórica específica (LEITE *et al.*, 2017, p. 410).

Nesse sentido, a biologia sendo uma ciência que estuda os seres vivos desde as suas origens, características e interações entre si e com o seu meio em que vivem e, partindo do pressuposto que somos parte integrante de todo esse universo, entende-se que, enquanto componente curricular escolar cria oportunidades para o professor desenvolver uma variedade de atividades que permitem o desenvolvimento de trabalhos mais dinâmicos, visto que, poderá lançar mão de uma série de instrumentos e abordagens metodológicas para o seu ensino.

1.3- O Ensino da Embriologia na Biologia Escolar

A biologia do desenvolvimento animal é um dos objetos de estudos da Embriologia e procura compreender os processos envolvidos no desenvolvimento, tanto dos seres humanos, como também dos animais e vegetais.

Nesse sentido, concebe-se como uma área de conhecimento bastante complexa, extensa e abstrata, por conta dessa natureza pode ser considerado o seu ensino como desafiador, tanto para o professor que ensina, quanto para o estudante que apreende.

Casa e Azevedo (2017) considera a Embriologia uma ciência complexa, pois abrange conteúdos de natureza macro, microscópico e abstratos, ao configurar-se dessa forma, acaba dificultando a compreensão de seus conceitos específicos e estabelecer conexões com o mundo real, de modo que os alunos podem perder o interesse pelo assunto.

Corroborando com esse posicionamento Heckler *et al.* (2007), enfatiza que são poucos os alunos que conseguem abstrair significativamente os conteúdos de embriologia, por

outro lado, muitos estudantes apresentam dificuldades na sua compreensão, por envolver conteúdos conceituais (abstratos).

As dificuldades apresentadas por parte dos estudantes, de acordo com De Oliveira *et al.* (2012), consistem nas limitações de visualização das estruturas embrionárias e dos processos dinâmicos que ocorrem ao longo do desenvolvimento embrionário e, essa dificuldade se acentua, devido a predominância dos recursos didáticos que não são interativos e, também pelo fato do estudo da embriologia ser pautado em livros.

Casas e Azevedo (2011) também pontuam outras dificuldades como fatores limitantes para a compreensão do conhecimento embriológico quando afirmam que no:

[...] ensino de embriologia são percebidas inúmeras dificuldades na compreensão deste assunto, tais como: grande quantidade de termos técnicos, falta de materiais didáticos para uma melhor visualização das primeiras fases do desenvolvimento embrionário, entre outros (CASAS; AZEVEDO, 2011, p. 81).

Assim, reconhecer essas limitações representa um grande avanço para que o professor possa pensar, elaborar e propor abordagens metodológicas de ensino que contribuam de alguma maneira para mitigar essas dificuldades.

Ampliando à análise desse pensamento, Beserra e Brito (2012) enfatizam.

É cada vez mais necessário o uso de inovações didáticas no ensino de Ciências e Biologia, tanto para alunos de Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio. Essas inovações são consideradas um meio de buscar novas soluções para velhos problemas de ensino e aprendizagem. Tais soluções se concretizam como estratégias que buscam a interação dos alunos com a Ciência e com o tema tratado (BESERRA; BRITO, 2012, p. 71).

Coutinho e Bartholomei-Santos (2014) em um dos seus trabalhos que tenta investigar o potencial dos livros didáticos de biologia para a formação do “pensamento em árvore” (*Tree Thinking*) criado por Baum e Donovan (2005, tradução livre), a partir da metáfora “árvore da vida” de Robert Charles Darwin, pensamento esse que consiste no desenvolvimento de um pensamento não-linear.

Partindo da perspectiva de que, os seres vivos convergem para um único ancestral comum no passado, ou seja, as espécies vivas remontam no tempo para ancestrais comuns da mesma forma que os galhos separados em uma árvore traçam de volta aos mesmos ramos principais.

Nesta perspectiva, considera-se importante que os livros tragam uma abordagem de apresentação desses conteúdos aos estudantes de maneira não-linear.

Assim, entende-se que o ensino da embriologia animal deve ser pensado para o desenvolvimento de um “pensamento em árvore”, ou seja, criar situações de aprendizagem,

onde os alunos possam construir outras relações e conexões existentes com o conhecimento embriológico.

É importante que os livros de Biologia apresentem um conteúdo voltado a estimular um pensamento não-linear em relação à origem da biodiversidade. Esse conteúdo poderá contribuir tanto para estimular o professor a utilizar recursos voltados ao desenvolvimento do “pensamento em árvore” quanto para auxiliar ao aluno na compreensão do tema (COUTINHO; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014, p. 327).

Mediante a complexidade do conhecimento da embriologia, o seu ensino ainda apresenta muitos desafios a serem superados que perpassam pela abordagem metodológica, por recursos pedagógicos potencializadores de aprendizagem e pela sensibilização do professor em buscar formação numa perspectiva integralizada e inovadora.

1.4- Modelos e Modelagem na Ciência e Seus Aspectos Conceituais

A utilização de modelos não é algo novo na história da humanidade, constata-se os seus registros desde a década de 50 relacionados à história da Ciência. James Watson, Maurice Wilkins, Francis Crick e Rosalind Franklin estudiosos que tinham como enfoque explicar suas descobertas relacionadas à estrutura da dupla hélice da molécula de DNA.

Monteiro e Justi (2000) em uma das suas produções acadêmica relatam que os:

Modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Através de modelos, os cientistas formulam questões acerca do mundo; descrevem, interpretam e explicam fenômenos; elaboram e testam hipóteses; e fazem previsões. O desenvolvimento do conhecimento científico relativo a qualquer fenômeno relacionasse normalmente com a produção de uma série de modelos com diferentes abrangências e poder de predição. Estas são razões suficientes para justificar a centralidade do papel de modelos no ensino e na aprendizagem de ciências (MONTEIRO; JUSTI, 2000, p. 67).

Modelo e modelagem são termos utilizados em contextos e situações diferentes no processo de produção do conhecimento, embora ambos se complementarem, assim, modelo de acordo com Gilbert e Boulter (1998, p. 5) pode ser “ [...] definido como a representação de uma ideia, um objeto, um evento, um processo ou um sistema”.

No entanto, a modelagem Cupani e Pietrocola (2002), a compreende como a forma de representação das teorias, um tipo de criação de um “objeto-modelo” da realidade estudada de maneira “convencional e aproximada”, realidade que pode ser figurativa e/ou conceitual.

Ferreira e Ferracioli (2010) corroboram com o pensamento dos autores supracitados ao conceituar modelo como a “representação de uma ideia, um objeto, um evento ou um sistema” e modelagem como uma forma de representar ou construir de forma contínua a realidade de maneira artificial, sendo esta última uma maneira de transposição didática do

conhecimento científico a ser modelado.

Nessa perspectiva, Gilbert (2004) pontua:

A representação do conhecimento em modelo embora seu status epistemológico esteja aberto ao debate, eles funcionam como uma ponte entre teoria científica e o mundo, ou seja, os modelos são essências na produção de conhecimentos científico, uma vez que podem favorecer uma aproximação entre teoria e a realidade observada (GILBERT, 2004, págs. 115-130, tradução livre).

Justi (2006) os considera do ponto de vista pedagógico como instrumentos que se constituem como mediadores entre a realidade e a teoria, pois constroem representações do mundo que possibilita representar, com maior ou menor grau de precisão um determinado sistema.

Duso *et al.* (2013) e Paz *et al.* (2006) consideram que os modelos constituem a base essencial das teorias e pode-se classifica-los em três esferas: modelo imaginário usado para descrever como um objeto ou sistema seria se fossem atendidos alguns pré-requisitos, por exemplo, as ligações químicas; modelo representacional, sendo a maneira de representar algo de forma tridimensional, como por exemplo, as maquetes e, o modelo teórico, um conjunto de explicações sobre um objeto ou sistema, onde existe a possibilidade de descrição de um determinado fenômeno.

Gilbert e Boulter (1998) apresenta uma outra classificação de modelos, vejamos: o modelo mental que é uma representação pessoal e particular, o modelo expresso que consiste numa variação do modelo mental que se traduz pela fala ou escrita, por meio da ação do indivíduo, o modelo consensual, isto é, um modelo expresso que pertence à comunidade científica e o modelo pedagógico que equivale a uma versão de modelo construído para a compreensão de um determinado modelo consensual.

Dessa forma, os modelos mentais, expressos e consensuais são ferramentas importantes no processo de ensino e aprendizagem, pois são recursos didáticos que podem contribuir na compreensão da embriologia animal, visto que os estudantes possuem dificuldades de projetarem mentalmente figuras tridimensionais, pois essas são representadas de maneira plana nos livros didáticos.

Palhano (2014) sugere que a construção de modelos didáticos poderá ser uma possível solução para auxiliar no processo de ensino e aprendizado da Embriologia, aproximando-os da realidade microscópica das estruturas, bem como no entendimento da sua natureza tridimensional, por conseguinte, promovendo a aproximação do estudante com o conhecimento científico, suscitando a motivação, a articulação dos conhecimentos e a criatividade.

Para Sampaio (2009), um modelo:

[...] pode ser visto como um novo mundo construindo para representar fatos/eventos/objetos/processos que acontecem no nosso mundo ou num mundo imaginário. Normalmente tais modelos são mais simples que o 'mundo a ser modelado' e na maioria dos casos interagimos com esses modelos com o claro objetivo de melhor compreender o mundo modelado (SAMPAIO, 2009, págs. 1-11).

É importante que os alunos sejam capazes de construir modelos mentais, pois estes favorecem o desempenho cognitivo, embora seja uma representação pessoal e particular formados por um único indivíduo ou grupo e, por conta disso, poderá ser inacessível para os outros. No entanto, uma versão desse modelo pode ser colocada em domínio público, por meio de modelos expressos (GILBERT, 2004, tradução livre).

Ferreira e Justi (2008) complementam que a compreensão dos processos de produção de conhecimento, e dos modelos elaborados no processo de modelagem é necessária para a promoção de um aprendizado significativo, ou seja, um aprendizado no qual o aluno estabeleça relações entre o que está aprendendo e o que já sabe, assim fomentando a transposição de um dado conhecimento para outros problemas e situações.

Nessa perspectiva, diversos autores como Camiletti e Feraciolli (2001), Berserra e Brito (2012), Prestes (2013) e outros propõem a inserção da modelagem na prática docente, pois segundo esses estudiosos os mesmos podem facilitar a compreensão do conteúdo.

Nesta perspectiva, Vinholi Junior e Gobara (2016), a modelagem se apresenta como uma alternativa para o ensino e aprendizagem de biologia, uma vez que proporciona diálogos entre o conhecimento abstrato e o conhecimento teórico e a possibilidade de representa-lo, por meio de um modelo concreto, demonstrando uma negociação de significados na área biológica.

Assim sendo, entende-se que a modelagem pode ser uma metodologia em potencial capaz de fazer com que os estudantes compreendam os conteúdos da embriologia animal.

Vinholi Junior e Gobara (2016) reconhecem que:

A proposição de metodologias e/ou método que possibilitem uma aprendizagem mais eficiente e significativa tem sido um dos maiores motivos de preocupação entre docentes e pesquisadores. Assim, vários autores têm publicado trabalhos apresentando estratégias e recursos didáticos diferenciados que visem a facilitar e aprimorar o processo de ensino e aprendizagem por meio do uso de modelos didáticos (VINHOLI JUNIOR; GOBARA, 2016, p. 451).

Contribuindo com Vinholi Júnior e Gobara (2016), Silva e Catelli (2019), ressaltam que os modelos didáticos surgem como resultado da transposição didática dos modelos científicos e que o seu papel vai além da representação de um fenômeno, ele também oportuniza aproximação do conhecimento da realidade modelada.

Segundo Araújo *et al.* (2017) a educação é um processo, não um fim em si mesmo,

portanto precisa sofrer intervenções positivas para seu aprimoramento. Nesse pensamento, considera-se que a utilização ou construção de modelos didáticos pode ser uma forma de aprimorar o ensino de embriologia animal, pois permitem a interatividade entre o aprendiz e o objeto de estudo, propiciando uma participação ativa do estudante, a partir da aplicação de metodologias mais dinâmicas.

Considerando que a modelagem é uma proposta interessante a ser aplicada na prática docente, uma vez que proporcionará maior proximidade e interatividade com o conhecimento científico. Oliveira *et al.* (2014) afirmam que, ao usar a modelagem construída pelos próprios alunos, privilegamos a compreensão do conteúdo acima da reprodução mecânica e linear, que comumente está descrito nos livros didáticos.

Nessa mesma linha de raciocínio, Pereira e Kiill (2019), complementam a afirmação.

O envolvimento dos alunos no processo de modelagem pode contribuir para que eles aprendam de forma mais participativa, pois têm a oportunidade de desenvolver o raciocínio crítico, formulando questões, propondo explicações e avaliando o modelo proposto no intuito de reformulá-lo (PEREIRA; KIILL, 2019, p. 2).

Justina e Perla (2006) compreendem que os modelos didáticos facilitam a mediação, entre o conhecimento teórico científico para o empírico, de modo que o estudante pode perceber o objeto modelado em diversas dimensões, pois o seu estudo não fica restrito somente ao campo visual, mas também permitindo que o estudante manipule esse material, porque um determinado conhecimento ou conceito abstrato se materializou, por meio de representações concretas.

Segundo Moraes (2005), muitos professores preocupam-se demasiadamente com os conteúdos das disciplinas, sem, no entanto, lembrarem-se que não menos importante é a maneira como a disciplina é ensinada.

Desse modo, a autora considera que a modelagem poderá ser uma maneira de se ensinar e aprender Biologia de forma mais interativa e motivadora, pois a mesma permite a criação de modelos simulando os diversos fenômenos biológicos.

Prestes (2013) reforça que os modelos são úteis no ensino porque refletem a natureza de disciplinas científicas próximas como a química, a física e a biologia.

Justina *et al* (2006) propõem que:

O modelo sugerido pode ser usado para demonstração pelo professor ou em uma atividade prática, propriamente dita, na qual os alunos manuseiam as peças e buscam respostas às questões problematizadoras, que devem estar relacionadas a situações reais e serem apresentadas junto a inserção do modelo didático. [...] Também o professor deve fazer mediações que possibilitem a associação com situações de aplicação dos conceitos científicos envolvidos em atividades humanas (JUSTINA *et al.*, 2006, p. 39).

Ao considerar a construção e o uso de modelos concretos, ou virtuais como um instrumento mediador, entre o estudante e o conhecimento científico embriológico, entende-se que a aprendizagem mediada por estes instrumentos permitirá ao educando refletir sobre o conhecimento, de modo que ele possa criar representações concretas e mentais, ampliando a sua capacidade cognitiva de compreensão.

A aprendizagem significativa é um processo cognitivo e, para que isso ocorra, o conceito de mediação deve estar presente nesta abordagem, pois ela procura estabelecer uma relação entre o objeto de conhecimento que será trabalhado e aquilo que o aluno já sabe.

Neste contexto, Vygotsky (1991) traz o conceito de aprendizagem mediada que consiste na aquisição de conhecimentos, por meio de um elo interposto entre o ser humano e o ambiente: os instrumentos e os signos, estes são considerados por Vygotsky elementos mediadores ao inserirem, entre o homem e o mundo, pois permitirão o desenvolvimento de representações mentais que substituirão objetos do mundo real e, isso se dá por meio das interações, as quais permitirá o aprendizado.

Para Vygotsky, o instrumento como elemento externo interposto, entre o sujeito e o meio ampliam as possibilidades de gerar transformações no objeto, já o signo, é exclusivamente humano, pois permitem a construção de representações mentais que substituirão o objeto real, ou seja, faz refletir sobre aquilo que está ausente, denominada de funções psicológicas superiores.

Isto posto, considera-se que uma das grandes realizações da criatividade humana tem sido o desenvolvimento de representações abstratas acerca do mundo, a partir do desenvolvimento da linguagem que consiste em uma forma de simbolizar e comunicar conceitos abstratos, e conseqüentemente ampliou a capacidade humana de compreender melhor o mundo.

Vygotsky (1987) considera que a linguagem é um dos processos mais significativos da evolução da consciência do homem, pois age de maneira decisiva na estruturação do pensamento e constitui peça chave para a formação de conhecimentos. A concebe como um instrumento com capacidade para transformar e desenvolver o conhecimento, tal como os instrumentos criados pelo homem que modificam os diferentes modos humanos de vida.

Segundo Maturana (1998), o homem só existe na linguagem, sem a qual não há reflexão, não há discurso, não dizemos nada, simplesmente somos sem sê-lo, até refletirmos sobre o ser.

Desse modo, os modelos mentais, consensuais e expressos é uma maneira de representação linguística que ajuda a organizar e estruturar informações, esclarecer nosso raciocínio, comunicar e resolver problemas.

1.5-As Tecnologias como Mediação Pedagógica

O desenvolvimento das novas tecnologias de comunicação e informação (TICs) tem permitido à elaboração de diversas ferramentas educacionais que podem aumentar a eficiência da aprendizagem, a motivação dos alunos, a visualização, a compreensão de conceitos complexos e a melhora do rendimento escolar.

Segundo Ferreira (2011), o emprego dessas ferramentas midiáticas quando adequadamente planejadas pode contribuir para o ensino e aprendizagem, além disso, complementa que na área da biologia, em especial na embriologia existem disponíveis várias mídias com textos, ilustrações, animações e vídeos que podem acrescentar valores no aprendizado dos estudantes.

Moran, Masetto e Behrens (2000) ao se referirem sobre a Integração da Tecnologia no processo educativo como forma inovadora pontuam que:

Na sociedade da informação, todos estamos reaprendendo a conhecer, a comunicarmos, a ensinar; reaprendendo a integrar o humano e o tecnológico; a integrar o individual, o grupal e o social. É importante conectar sempre o ensino com a vida do aluno. Chegar ao aluno por todos os caminhos possíveis: pela experiência, pela imagem, pelo som, pela representação (dramatizações, simulações), pela multimídia, pela interação *online* e *offline*. Aprendemos quando relacionamos, integramos. Uma parte importante da aprendizagem acontece quando conseguimos integrar todas as tecnologias, as telemáticas, audiovisuais, as textuais, as orais, musicais, lúdicas, corporais. O professor tem um grande leque de opções metodológicas, de possibilidades de organizar sua comunicação com os alunos, de introduzir um tema, de trabalhar com os alunos presencial e virtualmente, avalia-los. (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2000, págs. 32 e 61).

A inserção das TICs na prática educativa pode contribuir significativamente no processo de ensino e aprendizagem. São recursos capazes de despertar a motivação e o interesses pelo conhecimento, uma vez que permite aos estudantes adentrarem em diferentes contextos e realidades.

Mathias *et al.* (2019) corroboram com esse entendimento a medida que considera que os meios digitais são recursos alternativos para o professor utilizar como meios de aprendizagem, desconstruindo a ideia de que o único recurso disponível para a sua prática sejam livro didático, mas formando uma outra percepção, um complementa o outro.

Souza e Moraes (2015) sugerem que o professor deve combinar o ambiente virtual com a sala de aula, tendo o contato face a face com os estudantes, mas também fazendo uso dos recursos digitais, envolvendo o mundo virtual no espaço físico da escola, porque a mediação proporcionada pelas mídias em sala de aula aproxima o aluno do conhecimento.

Parafraseando Magarão *et al.* (2012), ao se referir sobre o uso das animações didáticas no processo educativo, citam que esses recursos vêm sendo usados como estratégia para assistir as práticas pedagógicas no intuito de atender as novas demandas educacionais em relação ao uso das TICs no processo educativo.

Para além dessas observações, Heckler *et al.* (2007), consideram que as animações exemplificam os conhecimentos abstratos de um determinado fenômeno que o estudante poderia empregar muito tempo para serem visualizados e compreendidos.

Vygotsky (1991), alerta para as diferenças que existem na sala de aula e, que estas sempre existirão, por isso, o professor precisa desenvolver e adotar metodologias de ensino diferenciadas que possam atender os seus alunos, porque estes não possuem as mesmas habilidades e conhecimentos e também não aprendem da mesma maneira e no mesmo espaço de tempo.

Considerando a natureza diversa de uma sala de aula e as suas peculiaridades, cabe ao professor atentar para essas diferentes demandas para então buscar estratégias e recursos que podem auxiliar na aprendizagem dos estudantes e, a utilização das TICs pode ser uma forma de atender essas especificidades.

1.6-A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

As Teorias da aprendizagem em Educação são os diversos modelos que foram propostos em períodos e contextos distintos por diversos teóricos que pretendem explicar como acontece o processo de aprendizagem. Contribuindo com este pensamento, Moreira (1999), considera que:

Uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção, construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos de aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona (MOREIRA, 1999, p. 12).

Considerando uma teoria de aprendizagem como uma forma de conhecer como ocorre à aprendizagem, Moreira (1998), nos apresenta três tipos gerais de aprendizagem a seguirem:

[...] cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, [...]. A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo [...]. Algumas experiências afetivas sempre acompanham as experiências cognitivas. Portanto, a aprendizagem afetiva é concomitante com a cognitiva. A aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática, [...]

(MOREIRA, 1998, págs. 151-152).

A Teoria da aprendizagem de David Ausubel foi apresentada em 1963, período em que as ideias do Behaviorismo predominavam, pois acreditavam que a aprendizagem ocorreria por meio de estímulos e reforços, condições para que se obtesse um comportamento desejado.

Nesta concepção behaviorista que tem como precursor Skinner, os alunos recebem passivamente o conhecimento do professor, por meio de um processo de reforço – estímulo onde a repetição mecânica deve ser incentivada partindo da premissa que essa leva a memorização e, como resultado ao aprendizado.

Por outro lado, David Ausubel apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa no seu constructo teórico, ele prima pela aquisição e retenção do conhecimento de maneira significativa, preocupando-se mais no processo de instrução com apresentação de conteúdos com sentido, onde os estudantes podem atribuir novos significados, a partir dos seus conhecimentos prévios.

Assim, a Teoria da Aprendizagem Significativa considera que um conceito previamente construído só poderá ser modificado por informações externas ao sujeito, que seja compreensível a quem ouve, logo oriundo do meio social e que haja exemplo linguístico constituído para o significado das coisas.

O materialismo dialético Marx (2002) defende que a matéria está no processo de relação de diálogo com o psicológico e o social do sujeito, esse entendimento serviu de fonte de inspiração para Vygotsky (1987), onde a linguagem e as interações sociais são elementos decisivos no processo de ensino e aprendizagem.

Ampliando essa reflexão entende-se que, para os conhecimentos prévios possam ser ampliados e modificados precisam carregar sentidos e significados que atribuímos as coisas, esses derivados da categorização que realizamos do mundo, assim a TAS não parte das ideias racionalista, mas sim materialista.

A expansão e a reestruturação de ideias pré-existentes puramente materiais na estrutura mental dos estudantes são condições importantes para a formação de novos conhecimentos.

De acordo com Moreira (1998), as concepções de Ausubel convergem e se relacionam-se com outros teóricos, como Jean Piaget, cognitivista e de Lev Vygotsky, sociointeracionista.

Para Piaget (1977) a aprendizagem Genético-Cognitiva, parte do princípio que o sujeito e objeto se relacionam, de maneira que resulta na construção e reconstrução de processos mentais que se dá num processo de troca, portanto a sua teoria é conhecida como construtivista.

Vygotsky (1987), apresenta a aprendizagem Genético-Dialética, uma concepção sociointeracionista, onde o sujeito humano converte-se pela interação social, pois os processos das funções mentais superiores derivam-se das relações sociais que se convertem em funções mentais, como pensamento, linguagem, capacidade de escolha, etc.

De acordo com Moreira (2008), a Teoria de David Ausubel focaliza antes de tudo a aprendizagem cognitiva, ou seja, ele é um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem do ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva.

A aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, propõe que a aprendizagem deve partir dos conhecimentos prévios dos alunos, para que novas ideias e informações possam ser apresentadas, aprendidas e retiradas, em outras palavras, este conhecimento prévio servirá como ponto de ancoragem para as novas informações.

Dessa forma, à ação docente baseada nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa permitirá que o estudante saia da condição de mero receptor para uma postura proativa, enquanto que o professor configura-se como mediador, facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Nesta relação professor e aluno passam a trabalhar juntos compartilhando significados, entre os seus pares, estabelecendo relações e aplicações do conteúdo com o mundo que o cerca.

Desse modo, a estrutura cognitiva do estudante passa a ser mais estimulada, a medida que se sentem desafiados e, para que isso ocorra, o material precisa ser iminente significativo e o estudante precisa apresentar gosto para aprender, assim sendo, basta um impulso externo para que inicie as relações de conhecimento que ele elaborou, logo acessando novamente na sua estrutura cognitiva o conhecimento construído e ressignificado.

Segundo Moreira (1995) para Ausubel:

[...] aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçores, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa acontece quando a nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos (MOREIRA, 1995, p. 153).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa tem lugar quando as novas ideias vão se relacionando de maneira não-arbitrária e substantiva com as ideias já existentes. Entende-se

por “não-arbitrariedade a existência de uma relação lógica e explícita, entre a nova ideia e as já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Ausubel considera, que, para além da não-arbitrariedade para a aprendizagem ser significativa, ela precisa ser inclusive substantiva, isto é, já que aprendido determinado conteúdo desta maneira, o indivíduo será capaz de explicá-lo com as suas próprias palavras expressando o conhecimento de maneira clara e objetiva sem perder a sua cientificidade.

CAPÍTULO 2 - O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

2.1- Contexto da Pesquisa.

A Escola Estadual Liceu Cuiabano Maria de Arruda Muller está situada na região central de Cuiabá- MT, atualmente é uma instituição de ensino voltada às etapas do Ensino Médio da Educação Básica e representa uma das instituições públicas de ensino mais tradicionais do Estado de Mato Grosso e, é considerada Patrimônio Histórico Cultural Estadual pela Portaria nº 59/83 D.O. 09/01/1984.

Localizada na Avenida Presidente Marques, no bairro Quilombo, a escola Liceu Cuiabano possui uma arquitetura privilegiada e imponente (Figura 01).

Figura. 01. Escola Estadual Liceu Cuiabano Maria de Arruda Müller



Fonte: <http://www.tvmaisnews.com.br/noticia/5594/liceu-cuiabano-prime->

O prédio da escola foi construído em 1944 pelo interventor de Mato Grosso Júlio Muller, cuja esposa, a professora Maria de Arruda Muller, seria homenageada mais tarde com seu nome dado à unidade.

A Escola Estadual Liceu Cuiabano possui mais de 140 anos de criação. São mais de

14 décadas de história e referência educacional, o que faz da escola uma das mais procuradas de Cuiabá. No entanto há registro que ela foi criada bem antes dessa data, no final do século XIX. Antes de ganhar a sede no bairro Quilombo, a escola funcionou em outros lugares, entre eles no prédio, onde hoje é o Ganha Tempo na região central.

Nessa instituição já passaram várias personalidades ilustres de Mato Grosso, entre elas o marechal Cândido Mariano da Silva Rondon, o ex-presidente Eurico Gaspar Dutra e os ex-governadores do Estado, Júlio Campos e Dante Martins de Oliveira. A instituição atende atualmente cerca de 1.500 alunos no ensino médio, distribuídos nos três períodos e aproximadamente conta com 85 profissionais, sendo 60 professores.

2.2-Metodologia de Pesquisa

A pesquisa apresenta uma natureza exploratória e aplicada, com descrições qualitativas, por envolver análise e reflexão das bases teórico-metodológicas de ensino da biologia, onde investigou-se junto aos escolares a capacidade dos mesmos em estabelecerem relações do conhecimento embriológico com os avanços da ciência, da tecnologia e, também, suas aplicações no seu cotidiano.

O processo investigativo na perspectiva qualitativa participante, o pesquisador de acordo com Creswell (2014), se posiciona, trazendo suas experiências pessoais para a problemática investigada. Alves (2007), Matos e Vieira (2002) corroboram com esse entendimento, pois de acordo com esses autores ela se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e os sujeitos investigados, neste caso professor e estudante.

O esboço seguiu características da pesquisa – ação, essa abordagem segundo Tripp (2005), é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar à ação que se decide tomar para melhorar a prática.

Os instrumentos metodológicos utilizados foram: *Google Forms* e o *Google Meet*, aula expositiva, vídeos, questionários, *web-site* educacional, construção de modelos, análise e divulgação dos resultados.

Para ordenar as informações obtidas no pré-teste e no pós-teste os dados foram classificados e agrupados em quadros, figuras e gráficos para facilitar à análise dos dados.

Os dados coletados, tanto no pré-teste como no pós-teste foram analisados de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel que considera os conhecimentos prévios dos alunos são ideias-âncora que servirão como ponto de apoio para que

o professor possa sistematizar situações de aprendizagem que fazem com que ampliem a sua capacidade cognitiva de um dado conceito ou conhecimento apresentado.

Considerou-se também na análise, a categorização de Marin e Vinholi Junior (2021) que consiste em categorizar os conhecimentos prévios da estrutura cognitiva em: adequados, parcialmente adequados ou não percebido.

Sendo assim, a categoria Adequada evidencia a presença de subsunçores eficazes na ancoragem da nova informação proposta; subsunçores identificados em Parcialmente Adequados referem-se a algum conhecimento específico, mas que ainda necessitam de reestruturação; e a categoria não percebido representa a não identificação de subsunçores expressados, como: “acho que sim”, “acho que não”, “não tenho justificativa”, “não sei”, cópias literais da internet ou, simplesmente, questões deixadas em branco, não sendo possível estabelecer, portanto, ancoragem ao novo conhecimento apresentado.

De acordo com Ausubel *et al.* (1980), *apud* Vinholi Junior e Gobara (2016):

A Teoria da Aprendizagem Significativa está intimamente relacionado aos princípios de organização e integração de novas ideias à estrutura cognitiva, que estará apta a incorporar novos significados por meio da apropriação de habilidades que torna possível a aquisição, a retenção e o surgimento de outros conceitos. Isso gera um processo de interação pelo qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo conceito a ser aprendido, funcionando como uma ancora, contudo, também, modificando em função dessa ancoragem (VINHOLI JUNIOR; GOBARA, 2016, p. 453).

Neste sentido, Mathias *et al.* (2019) fortalecem esse pensamento Ausubeano quando assevera que a interação do subsunçor com aquilo a ser aprendido, se modifica e adquire novo significado ao mesmo tempo em reforçar os já existentes.

2.3- Procedimentos Metodológicos

Para a consolidação da pesquisa recorreu-se as várias produções acadêmicas, como: artigos científicos, livros, dissertações, periódicos e teses. Algumas dessas produções foram adquiridas em endereços eletrônicos de acesso livre e em bancos de dados da Capes e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – Instituto de Física – UFMT.

De modo a garantir o rigor científico desta pesquisa foi necessário percorrer alguns caminhos cheios de protocolos, afirmações e questionamentos, tais como:

A- Solicitação da autorização à instituição de ensino para a aplicação do projeto de pesquisa (Anexo I);

B- Termo de consentimento do responsável para que o estudante pudesse

participar da pesquisa (Anexo II);

C- Investigar os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos estudantes sobre o objeto de investigação (Anexo V);

D- Compreender como se dá o processo de construção das representações cognitivas;

E- Propor alternativas promotoras de aprendizagem significativa;

F- Avaliar os indícios de aprendizagem significativa, após à aplicação da Sequência Didática (SD) – produto educacional.

Este último, foi avaliado pelos sujeitos da pesquisa – estudantes e professores de Ciências e Biologia, por meio de questões abertas.

Utilizou-se os simuladores e animações do *web-site* Planetabio para a demonstração dos modelos virtuais dos estágios iniciais da embriologia animal, porém com algumas adequações metodológicas de abordagem.

Krasilchik (2004) enfatiza que se faz necessário contextualizar o objeto de conhecimento, com as experiências pessoais dos estudantes para que os conceitos e termos passam a ter mais significado e, essa significação se efetiva quando ele consegue acessar exemplos suficientes para construção de associação e analogias, dessa forma faz com que tenham uma melhor compreensão dos conceitos mostrados e, conseqüentemente, um aprendizado mais significativo, reflexivo e crítico.

Dentre as diversas turmas da 1^o série ensino médio que compõe o quadro de turmas da instituição elegeu-se a turma ‘‘A’’ período matutino, tal escolha se deu por conta da maior aceitação em relação as outras turmas em participar da pesquisa.

A turma possui 34 estudantes matriculados e, destes apenas catorze são online e os demais são apostilados, assim, considerou-se somente os estudantes online e a participação de quatro professores, esclarece-se que nesse universo dos estudantes somente 12 participaram integralmente de todas as etapas da pesquisa

Para preservar-se a identidade de cada estudante na identificação dos dados coletados e transcritos, foi adotada a seguinte codificação: E1, E2 até E12 – onde a letra E representa – Estudante – e o número que acompanha refere-se a cada um dos estudantes que participaram da pesquisa, esclarece-se que foi utilizado a mesma codificação no processo de avaliação daSD, porém com adequações, onde a letra P representa – Professor – e o número que acompanhadiz respeito a cada um dos participantes.

Elaborou-se uma Sequência Didática que tem como viés metodológico o uso de modelos virtuais e a modelagem didática no ensino da embriologia animal.

Posteriormente, foi proposto para os estudantes construir os modelos embriológicos que foram construídos individualmente pelos estudantes, em virtude do ensino remoto que foi implantado por conta da pandemia.

Para a construção dos modelos didáticos foi sugerida que os estudantes utilizassem massa de modelar, ou outro material que permitissem representar os fenômenos a serem modelados.

Finalmente, decorrido o período de uma semana da aplicação da SD aplicou-se o pós-teste (Anexo V) com questões abertas.

A Sequência Didática foi aplicada de maneira síncrona (em tempo real) via *Meet* e assíncrona (atemporal), está para as leituras dos textos complementares e construções dos modelos didáticos.

Os momentos síncronos com os estudantes se constituíram em seis encontros que ocorreram na segunda quinzena do mês de junho do ano de 2021, cada encontro foi de 55 minutos, sistematizados da seguinte forma:

Primeiro Momento: antes da aplicação do pré-teste (Anexo V) para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do objeto de conhecimento investigado foi feito alguns esclarecimentos sobre a pesquisa e, em seguida foi proposto como recurso motivador prévio uma música sobre embriologia animal com duração em média de 3 minutos após ser editado, abordando as principais etapas do desenvolvimento embrionário animal disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4u9-vYCWP88>.

Segundo, Terceiro e Quarto Momento: a partir das demandas de aprendizagem identificadas no pré-teste foi sistematizada uma aula expositiva utilizando um *web-site* educacional Planetabio (Figura 02), disponível em: <http://www.planetabio.com.br/>, por meio do qual explorou-se os simuladores e animações com os modelos sobre embriologia animal.

Embora o *web-site* ser considerado um recurso potencializador de aprendizagem por ser interativo e motivador, foram disponibilizados para os estudantes arquivos de textos complementares no *Word* via *Telegram* (Anexos VI e VII) a respeito do objeto de conhecimento.

Esses momentos tiveram como objetivo subsidiar a estrutura cognitiva dos estudantes, a partir da análise dos subsunçores previamente diagnosticado.

Figura 02- Tela Principal do Web-Site Educacional Planetabio



Fonte: <http://www.planetabio.com.br/>.

Quinto Momento: efetivou-se com a socialização dos modelos representacionais do desenvolvimento embrionário animal construídos de maneira assíncrona pelos estudantes: tipos de ovos, tipos de segmentação, mórula, blástula, gástrula e néurula.

Sexto Momento: aplicação dos pós-teste (Anexo V) para verificar os conhecimentos construídos, a partir nas novas informações apresentadas no transcorrer da aplicação da Sequência Didática.

Por fim, foi colocado aos estudantes e professores questões abertas para avaliação da SD, onde os mesmos se posicionaram pela aprovação ou não da proposta (Anexos III e IV).

2.4- Superação Metodológica em Meio a uma Pandemia

Adaptar-se às emergentes demandas educacionais originárias, a partir da nova realidade imposta pela pandemia do Covid-19 foi desafiador, a medida que foi colocado uma série de desafios e, a superação desses desafios, ou pelo menos em parte foi necessário para consolidar a pesquisa diante da nova conjuntura.

Dentre os desafios, elenca-se alguns considerados importantes, tais como: Como adequar o trabalho de investigação diante da nova realidade? De que maneira fazer a coleta de dados? Quais recursos utilizar para que o trabalho fosse de fato efetivado e produtivo? De que maneira acompanhar o desenvolvimento das atividades? Como faremos a intervenção? (aplicação do produto educacional) e dentre outros.

Conforme o exposto, percebe-se uma série de interrogações, incertezas e dúvidas que

passaram a fazer parte acerca da construção deste trabalho, pois jamais vivenciou-se uma situação como essa, assim, restou-se adequar à nova realidade buscando formas para a consolidação da pesquisa.

Rocha e Oliveira (2020) ao posicionarem-se sobre as mudanças diante do novo cenário mundial, pontuam:

A pandemia mundial acarretada pelo COVID-19 atingiu as mais distintas esferas da vida social, provocando mudanças de comportamento, reflexões, aumento da higiene e readaptações de espaços, inclusive dentro das residências. De estabelecimentos comerciais a instituições de saúde, todos tiveram que passar por um processo de readaptação imediato para o prosseguimento de suas atividades; no âmbito da educação não foi diferente (ROCHA; OLIVEIRA, 2020, p. 1).

No entanto, as mudanças no âmbito educacional não foram diferentes e reinventar-se foi preciso diante da impossibilidade do ensino presencial, assim, foi necessário recorrer as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação para a efetivação do trabalho.

O acesso as tecnologias digitais e da informação no contexto do ensino remoto são fundamentais para que essa modalidade de educação possa efetivar-se na prática, entretanto constatou-se em campo que muitos estudantes não tinham acesso as tecnologias digitais - quando as tinham eram limitantes, assim, muitos optaram pela aquisição de apostilas para dá continuidade aos seus estudos.

De acordo com Santos *et al.* (2011), a revolução tecnológica contemporânea, com a qual convivemos, modificou e continua modificando e influenciando o modo de vida das pessoas, e interfere diretamente em todos os setores da sociedade, em especial na educação.

Nesse sentido, os professores convivem com os dilemas e desafios de um tempo em transição, uma vez que fomos formados numa cultura oralista e presencial, estávamos acostumados a olhar o outro e interagir no mesmo meio físico.

CAPÍTULO 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1-Questionário Inicial (Pré-Teste)

Os dados a seguirem referem-se as habilidades investigadas e percepções dos estudantes acerca das questões propostas no questionário inicial.

Ao serem questionados pela questão 01, a frequência de ocorrências de conhecimentos classificados como não percebido (Quadro 01) aponta que a maioria dos estudantes não apresentaram informações para a habilidade investigada, denotando a

dificuldade de relacionar o avanço da ciência e da tecnologia na produção e no aperfeiçoamento do conhecimento embriológico.

Quadro 01: Pré – Teste: Relação do Conhecimento Embriológico com os Avanços da Ciência e da Tecnologia.

Questão 01: Você consegue estabelecer relações do conhecimento embriológico com os avanços da ciência e da tecnologia? Se sim, de que maneira?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos que reconheçam a importância da ciência e da tecnologia na construção do conhecimento embriológico.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	2/12	<p>“E 4- Sim, saber as possíveis causas de diferentes anomalias e doenças genéticas.”</p> <p>“E 7- Sim. O conhecimento que temos hoje sobre a embriologia se deve ao avanço da ciência e da tecnologia.”</p>
Parcialmente Adequado	1/12	<p>“E 5-Com os avanços permitiu entender a embriologia.”</p>
Não Percebido	9/12	<p>“E 2, E 10- Não sei .”</p> <p>“E 1 - Desde que se tem conhecimento, a tecnologia vem auxiliando no desenrolar e avanço de nossa sociedade, seja ela implementada na transformação de uma cidade inteira ou uma simples modificação em um aparato tecnológico utilizado no nosso dia a dia.(cópia da internet)”</p>

Fonte: SILVA, Carlos FariaI (2021).

Nesse sentido, as dificuldades apresentadas demonstram que faz-se necessário à adoção de metodologias de ensino que possibilitem aos alunos fazerem reflexões da cultura científica, assim como, a sua importância para a humanidade.

De acordo com Macedo *et al.* (2013), é cada vez mais necessária a formação de uma consciência científica, visto que a ciência e a tecnologia interverem diretamente em nossas vidas e, portanto, na sociedade.

Gandofi e Figueirôa (2017), em uma das suas produções acadêmicas sobre as contribuições que a História e Filosofia da Ciência (HFC) podem trazer na formação dos professores de Ciências quando pontuam que:

[...] o professor de Ciências poderia adquirir autonomia para questionar e ressignificar o quê e como ensina o conhecimento científico, deixando de apenas consumir livros didáticos ou, quando muito, alguma pesquisa acadêmica, mas sim se tornando um crítico desse conhecimento técnico que incorpora em sua prática. (GANDOLFI; FIGUEIRÔA, 2017, p. 12).

Alarcão (2001, p. 10) ao referir-se sobre a necessidade de mudança na escola, pontua que, “Não tenho qualquer sombra de dúvida de que a escola também precisa mudar para acompanhar a evolução dos tempos e cumprir a sua missão na atualidade”.

Assim, entende-se que a escola enquanto espaço de formação deve contemplar em

suas ações pedagógicas, o pensar científico, para que o educando possa adotar uma postura crítica e questionadora do que o conhecimento científico, a ciência e a tecnologia representam em nossas vidas.

No quadro 02 dipõem-se as sentenças dos estudantes ao serem perguntados pela questão 02, onde investigou-se a habilidade de apresentarem evidências que demonstrassem a capacidade de relacionar o conhecimento embriológico com sua vivência.

A frequência de ocorrências de proposições (Quadro 02) apresentadas pelos escolares e classificadas como conhecimento não percebido predominou em relação a outras categorias.

Essas limitações apresentadas para a habilidade investigada pode está relacionada a maneira de apresentação do conhecimento, quer dizer, abordagens metodológicas que não contemplam e não permitem ao estudante estabelecer elo do que se ensina na escola com a sua vivência.

Nesta perspectiva, Coutinho e Bartholomei-Santos (2014) ressaltam sobre a importância dos livros didáticos não apresentarem uma abordagem linear do conhecimento, assim sendo, não permitiria aos alunos ampliarem sua capacidade cognitiva para além daquilo que está “delineado” no livro.

Quadro 02: Pré – Teste: Identificação dos Fenômenos Embriológicos no Cotidiano.

Questão 02: Você consegue identificar algum fenômeno embriológico presente no seu dia a dia? Se sim, de que maneira?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos que evidenciam a capacidade de relacionar o conhecimento embriológico com a sua vivência.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	3/12	“E 4- Meninas grávidas aqui no meu bairro.” “E 8 – Sim, o nascimento de um cachorro.”
Parcialmente Adequado	1/12	“E 1-O exame que minha mãe fez no hospital.”
Não Percebido	8/12	“E 2- Desculpa, mas não sei identificar.” “E 7- Não sei identificar algum fenômeno.” “E 6- E10, E12 – Não.” “E 9, E 11- Sim.”

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

A ampliação da capacidade cognitiva, segundo David Ausebel ocorre quando o aluno consegue mobilizar vários outros conhecimentos mediante as ideias-âncoras que possuem, dessa forma menos vazio de significado e mais consolidado estará o conhecimento.

Diante do exposto, cabe ao professor criar situações de aprendizagem, onde os estudantes possam buscar referências na sua vivência do conhecimento embriológico e fazer conexões com as novas informações apresentadas.

Santos (2007) enfatiza que, os conhecimentos científicos quando contextualizados,

passama ter significado para os estudantes, por outro lado, a forma de ensino descontextualizada faz com que muitos dos conceitos científicos se transformem em palavreados sem qualquer significação cultural.

Nesse sentido, intui-se que na sua prática o professor precisa diminuir a distância, entre o conhecimento científico e o cotidiano dos estudantes, ou seja, há necessidade de estreitar essas relações ao passo que eles sejam capazes de fazer leitura de mundo, mediante a uma linguagem científica.

No quadro 03 relacionam-se as percepções dos estudantes quando busca-se identificar a habilidade de apresentar elementos de construções e discussões no campo da embriologia enquanto ciência, investigados pela questão 03.

As percepções apresentadas e classificadas como conhecimento não percebido (Quadro 03) prevaleceu, isto é, a frequência de ocorrências de afirmações onde não foi possível observar informações prévias sobre discussões e construções inseridas na área da embriologia predominou.

Quadro 03- Pré – Teste: Discussões e Construções no Campo da Embriologia.

Questão 03: Algumas reportagens ou textos científicos abordam temáticas inseridas no contexto da embriologia enquanto ciência. Você conseguiria citar exemplos de discussões ou construções que estão dentro da embriologia? Se sim, quais?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos de construções ou discussões no campo da embriologia.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	1/12	“E 9- Aborto.”
Parcialmente Adequado	1/12	“E12-Talvez gravidez na adolescência.”
Não Percebido	10/12	“E1, E3, E4 – Não sei..” “E 5- Nunca ouvi falar.” “E 7- A embriologia estuda o desenvolvimento do embrião”..” “E 10- Não sei dizer.”

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Contextualizar o conhecimento de maneira que o professor possa trazer para os conteúdos pedagógicos temáticas que fomentem o debate entre os estudantes, constitui uma forma de inserir os escolares em outros contextos de construções e discussões, como exemplo: o tema aborto, afirmação do E-9.

Silva (2007) ao refletir sobre a contextualização no processo educativo considera:

Assim a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos, seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto, [...] (SILVA, 2007, p. 10).

Para além dessas observações, entende-se que o professor ao lançar mão dessas construções e discussões no campo da embriologia e inseri-las na sua prática de forma a incentivar o debate, contribuirá para que os estudantes tenham a capacidade de desenvolverem habilidades que o permitirá perceber outros fatos como parte integrante daquele conhecimento.

No quadro a seguir observa-se que, a maioria dos estudantes não forneceram evidências que pudessem inferir sobre a importância e a aplicabilidade do conhecimento embriológico no seu cotidiano.

A expressiva frequência de ocorrências de sentenças especificadas como conhecimento não percebido (Quadro 04) indica que os escolares possuem limitações quanto a aplicabilidade do conhecimento embriológico no seu dia a dia, pois muitas das vezes a intenção pedagógica está voltada somente para um ciclo de memorização de conceitos e cópia.

Quadro 04- Pré – Teste: A Importância e a Aplicabilidade do Conhecimento Embriológico.

Questão 04: Como você percebe a importância e a aplicação do conhecimento embriológico no seu cotidiano?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos que demonstram a importância e a aplicabilidade do conhecimento embriológico no seu dia a dia.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	2/12	<p>“E 10- A importância do conhecimento a respeito da embriologia, é importante, haja vista, que todos os seres vivos passam pela fase da embriologia, logo existe essa necessidade de sabermos como a vida se desenvolve nos seus estágios iniciais”.</p> <p>“E 5- O conhecimento embriológico nos esclarece muitas dúvidas sobre o desenvolvimento de um novo ser vivo, e isso é importante pra nossa formação.”</p>
Parcialmente Adequado	1/12	<p>“E 7 - Para saber como funciona o processo de formação da vida na terra.”</p>
Não Percebido	9/12	<p>“E 1- Sim, porém não tenho domínio deste assunto.”</p> <p>“E 2 - Além de identificar as causas de possíveis anomalias e doenças genéticas, diminuindo assim os riscos durante a gestação, ela possibilita também que muitas mulheres realizem o sonho da maternidade através das técnicas de reprodução assistida. (cópia da internet)”</p> <p>“E 9- A Embriologia Humana é de extrema importância na formação de profissionais de saúde, porém seu estudo, muitas vezes, é considerado desestimulante, decorativo e sem significado prático para muitos estudantes, tornando-se pouco efetivo. (cópia da internet).”</p> <p>“E 6- Não sei. ”</p> <p>“E 12 - sim no meu cotidiano.”</p> <p>“E 4 - Acredito que muito importante, apesar de não dominar o assunto.”</p>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Teixeira e Vale (2001); Scheley, Silva e Campos (2014) atribuem que a desmotivação em aprender pode estar relacionada à distância existente, entre o conhecimento que se ensina e a vivência do estudante, visto que não conseguem estabelecer nenhum grau de significância, e tampouco, motivação para aprender.

Assim, denota-se a importância do professor atentar-se na sua intencionalidade pedagógica para meios que permitem aos escolares reconhecerem, a partir da sua vivência a importância e a aplicabilidade do conhecimento científico.

Entende-se que esse reconhecimento incentivará a participação e o interesse, pois o processo educativo passa a ter significado na vida dos alunos, uma vez que ele percebe-se como parte daquele universo.

A partir das questões propostas (Quadros 01, 02, 03 e 04) percebeu-se que parte dos estudantes, embora pequena, apresentaram conhecimentos prévios para as habilidades investigadas, todavia a frequência de ocorrências de conhecimentos não percebidos destacou-se em relação a outros especificados como adequados ou parcialmente adequados.

A TAS de David Ausubel parte da premissa que os conhecimentos prévios dos estudantes constitui um ponto de ancoragem para apresentação de uma nova informação, para que novos conhecimentos sejam construídos e que, cabe ao professor investigar previamente esse conhecimento, para que ele possa intervir de maneira a possibilitar a ampliação, ou a reconfiguração daquilo que o aluno já sabe.

Nesse sentido, Ausubel considera que os conhecimentos previamente presente na estrutura cognitiva do estudante são condições importantes que servirão como ancoragem para apresentação de uma nova informação, dessa forma, facilitando a construção de novos conhecimentos.

Para Ausubel, o processo de aprendizagem só vale a pena quando o estudante consegue ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe, pois considera que o educando sempre tem algum aprendizado quando ele chega na escola.

Assim, elencar-se previamente os conhecimentos dos alunos faz-se necessário para que o professor possa planejar as suas ações no intuito de fazer com que ocorra à ampliação ou reconfiguração desses saberes pré-existentes a partir das novas informações que são apresentadas aos escolares pelo professor, estas oriundas dos livros e do seu contexto social.

3.2-Os Modelos Construídos pelos Estudantes

Os modelos didáticos se constituem como uma forma de transposição didática aos modelos científicos, e concebem-se como uma maneira de representar didaticamente os eventos sequencias do desenvolvimento embrionário animal.

Moraes (2005) reconhece que a modelagem didática poderá ser uma maneira de se ensinar e aprender Biologia de forma mais interativa e motivadora, pois permite a criação de modelos simulando os diversos fenômenos biológicos.

Além disso, considera-se que a modelagem didática oportuniza ao estudante atribuir novos significados, relações contextuais do conhecimento científico e suas implicações no mundo, utilizando linguagem própria da ciência.

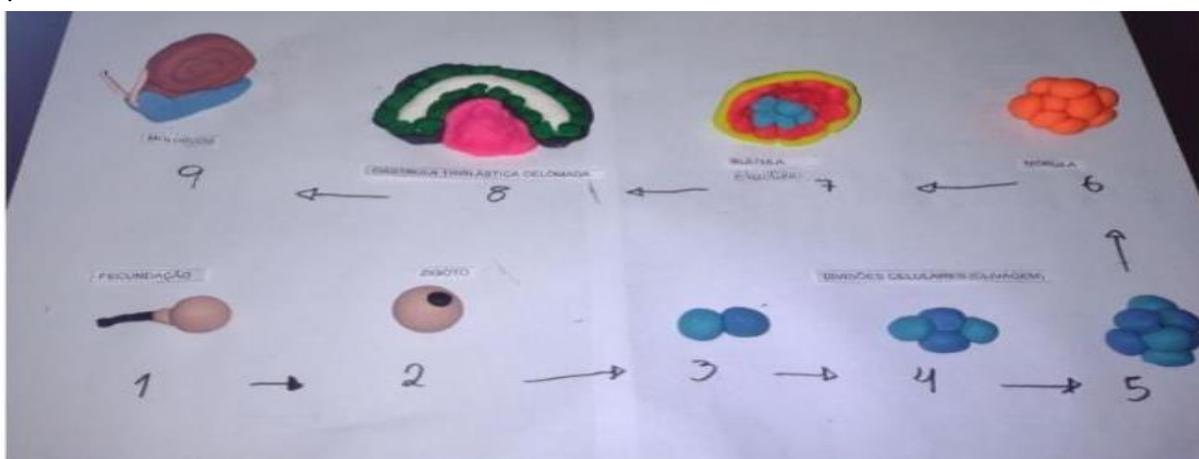
Figura 03. Representação do Desenvolvimento Embrionário Animal de um Cordado



Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

O modelo (Figura 03) representado por um dos estudantes demonstra os eventos sequências do desenvolvimento embrionário de um vertebrado. Percebe-se que, ele representou todo o processo de transformação que sofre o zigoto, até a formação da nêurula, está oriundo do processo de neurulação que é uma fase presente e exclusiva no Filo Chordata.

Figura 04. Representação do Desenvolvimento Embrionário Animal de um Invertebrado

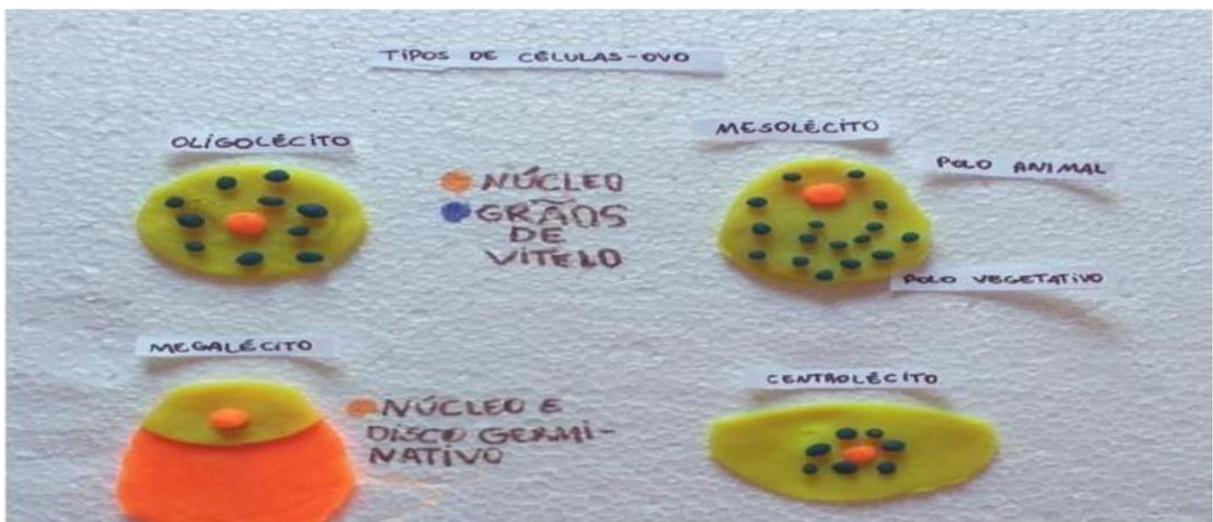


Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

O modelo (Figura 04), o estudante demonstra os eventos sequências do desenvolvimento embrionário de um invertebrado, visto que modelou um representante do Filo Mollusca.

Nos modelos construídos (Figura 01 e 02) percebe-se elementos da embriologia comparada animal. Observa-se que, os estudantes demonstraram etapas que durante o desenvolvimento embrionário dos animais que não são comuns em todos animais, ou seja, nos invertebrados durante o seu desenvolvimento o embrião não evolui para nêurula, por outro lado, nos vertebrados o embrião evoluirá para nêurula.

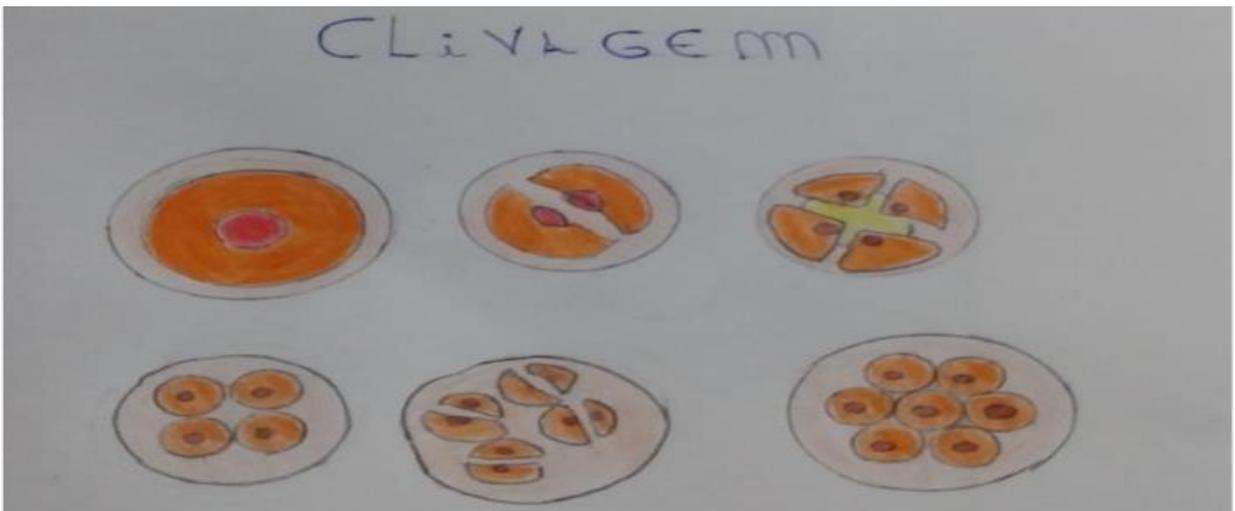
Figura 05. Representação dos Tipos de Ovos/Zigotos



Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

O modelo (Figura 05) o estudante representou os tipos de ovos ou zigotos e, os classificou de acordo com a quantidade de vitelo e sua distribuição, características que variam entre os diferentes grupos de animais.

Figura 06. Representação do Processo de Clivagem ou Segmentação do Zigoto



Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

No modelo (Figura 06) observa-se o processo de clivagem ou segmentação do zigoto, mas não constata-se atribuição de outros significados relacionado ao fenômeno modelado, como: os tipos de clivagem e a sua ocorrência nos diferentes grupos de animais.

Faustino e Silva (2020) consideram que o contato presencial do professor com o aluno é extremamente importante em termos de acompanhamento no desenvolvimento de suas atividades e na identificação das dificuldades, tal condição, na maioria da vezes, o ensino remoto não permite.

3.3-Questionário Final (Pós -Teste)

Os quadros a seguir (05, 06, 07 e 08) apresentam informações obtidas, a partir da aplicação do questionário final, onde buscou-se verificar e compreender possíveis evidências que pudessem representar construções significativas sobre o conhecimento embriológico animal, isto é, averiguar os avanços na aprendizagem dos estudantes e construções a partir da aplicação do produto educacional (SD).

Na intencionalidade pedagógica os conhecimentos prévios dos alunos sempre devem ser levados em consideração, sejam incorretos ou incompletos, as ideias prévias trazem informações importantes sobre a forma como eles pensam e percebem o mundo.

Nesse sentido, ao analisá-las o professor poderá propor as situações de ensino mais adequadas para os escolares ampliarem ou reconfigurarem os seus conhecimentos previamente construídos com a finalidade de conduzi-los a um processo de descoberta, de construção e ressignificação de novos saberes.

Percebe-se que grande parte dos estudantes (Quadro 05) apresentaram elementos importantes para a habilidade investigada no pós-teste, tal percepção evidenciada pelas proposições expressadas.

Desse modo, percebeu-se que a frequência de ocorrências de conhecimentos considerados adequados foi bem maior em relação aos especificados como não percebidos ou parcialmente adequados.

Quando o professor apresenta uma abordagem, onde a intencionalidade pedagógica está voltada para o desenvolvimento de habilidades que permitem o pensar científico em relação a produção do conhecimento, com os avanços da ciência e da tecnologia fica evidente que os estudantes conseguem estabelecer relações do conhecimento trabalhado com o mundo que o cerca.

Quadro 05- Pós – Teste: Relação do Conhecimento Embriológico com os Avanços da Ciência e da Tecnologia.

Questão 01: Você consegue estabelecer relações do conhecimento embriológico com os avanços da ciência e da tecnologia? Se sim, de que maneira?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos que reconheçam a importância da ciência e da tecnologia na construção do conhecimento embriológico.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	7/12	<p>“E 1 - Sim, para que podemos saber como e porque a criança ou filhote nasce com alguma doença.”</p> <p>“E 4-Sim, com o avanço da tecnologia foi possível acompanhar e entender melhor sobre esse processo como os exames de imagem.”</p> <p>“E 6-Sim, o microscópio, a ultrassom, a tomografia e inúmeras tecnologias, é muito importante para analisar o embrião, a fim de prevenir possíveis riscos à saúde do bebê.”</p> <p>“E 8 -A Embriologia é a área da biologia que estuda o desenvolvimento dos embriões, ... A área evoluiu com os avanços da ciência e da tecnologia.”</p> <p>“E 10- O conhecimento embriológico aperfeiçoou muito com as descobertas da ciência e das novas tecnologias que permitiu acompanhar o desenvolvimento embrionário.”</p> <p>“ E 7- Sim. O desenvolvimento da ciência e da tecnologia permitiu maior conhecimento sobre o desenvolvimento de um novo ser.”</p>
Parcialmente Adequado	1/12	<p>“ E 3 -Aprendendo mais sobre a embriologia, aprendemos mais a como lidar com alguns problemas, desenvolvendo ciências medicinais.”</p>
Não Percebido	4/12	<p>“E 5- Entendemos mais a embriologia.”</p> <p>“E 2, E 11- não sei dizer.”</p> <p>“E 12- Não. . ”</p>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Para além dessas percepções, ressalta-se que o próprio *web-site* é um produto da ciência e, também, concebe-se como produto da tecnologia que colabora para o ensino da embriologia ao ser utilizado como uma ferramenta educacional auxiliar pelo professor.

Dessa forma, a abordagem apresentada para a compreensão das relações existentes, entre ciência e tecnologia, supera o modelo de transmissão do conhecimento de forma fragmentada e linear .

Assim, reafirma-se que é cada vez mais necessário esse olhar contextual pelo professor, acerca daquilo que se trabalha em sala de aula, como forma de superação dessas demandas que são recorrentes no processo educativo.

Conforme Moreira (2003):

A educação em ciências, por sua vez, tem por objetivo fazer com que o aluno venha a compartilhar significados no contexto das ciências, ou seja, interpretar o mundo desde o ponto de vista das ciências, manejar alguns conceitos, leis e teorias científicas, abordar problemas raciocinando cientificamente, identificar aspectos históricos,

epistemológicos, sociais e culturais das ciências (MOREIRA, 2003, p. 1).

Nesse contexto, Vinholi Júnior e Gobara (2016), Silva e Catelli (2019) ressaltam que os modelos didáticos, além de surgirem da transposição didática dos modelos científicos, eles também permitem que os estudantes estabeleçam aproximações com a sua realidade.

Assim sendo, entende-se que, a modelagem didática pode-se constituir como uma oportunidade para estreitar essa relação de conhecimento científico, ciência e tecnologia por conta desse caráter de aproximação.

Sangiogo e Zanon (2014) contribuem com esse pensamento ao afirmarem que:

Se a ciência na escola for voltada ao contexto, o conhecimento escolar poderá ser compreendido pelos estudantes com um sentido socialmente relevante. Quando não ocorrem relações de diálogo entre conhecimentos científicos e cotidianos, sem entrecruzamentos entre os mesmos, não há construção do conhecimento escolar (SANGIOGO; ZANON, 2014).

Bachelard (1996) reafirma esse pensamento, o professor deve permitir, por meio da sua ação docente que os estudantes possam reinterpretar as situações da sua vivência sob à luz da ciência.

Leite *et al.* (2017, p. 23) afirmam que “[...] o ensino de ciências biológicas deve ser voltado a uma reflexão crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade.”

Bezerra e Brito (2012) ao refletirem sobre a necessidade de inovações didáticas como solução para velhos problemas no ensino e aprendizagem, propõe como estratégia uma abordagem que busque a interação dos estudantes com a ciência, e com o objeto de conhecimento.

Nesse sentido, os modelos construídos pelos estudantes, o uso dos simuladores virtuais e as reflexões permitiram que eles representassem o conhecimento científico e, também, identificasse esse conhecimento no seu dia a dia, ou seja, os recursos conceberam-se como uma ponte entre a teoria científica e o mundo modelado que são os modelos embriológicos.

O Quadro 06 demonstra que os estudantes para a questão 02 foram capazes de apresentarem informações consideradas significativas, uma vez que conseguiram identificar e perceber algum elemento da sua vivência que pudesse está relacionado à embriologia animal, ao passo que o E 4 se percebeu como um próprio fenômeno embriológico.

‘E 4- Sim. Eu .’

Isto posto, assevera-se que a frequência de ocorrências de conhecimentos identificados como adequados (Quadro 06) foram mais recorrentes com relação às outras

categorizações.

Quadro 06- Pós- Teste: Identificação dos Fenômenos Embriológicos no Cotidiano.

Questão 02: Você consegue identificar algum fenômeno embriológico presente no seu dia a dia? Se sim, de que maneira?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos que evidenciam a capacidade de relacionar o conhecimento embriológico com a sua vivência.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	10/12	<i>“E 1- Minha prima fez exame e deu positivo então acredito que isso seja um fenômeno embriológico.”</i> <i>“E 2 - os cães cruzando com as cadelas.”</i> <i>“E 4- Sim. Eu .”</i> <i>“E 6-O ovo, ele representa o desenvolvimento embrionário de um animal.”</i> <i>“E 7-Sim, o ovo.”</i> <i>“E 9- Os filhotes da minha gatinha que nasceu.”</i> <i>“E 11- Sim. No sitio do meu avo nasceu um monte de porquinhos.”</i>
Parcialmente Adequado	1/12	<i>“E 12-meu desenvolvimento diário.”</i>
Não Percebido	1/12	<i>“E 10, E 3-Não.”</i>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

O professor quando traz essas referências do dia a dia dos estudantes para a sala de aula faz com que eles passam a perceber o conhecimento como algo presente em suas vidas e, ao mesmo tempo, atribuindo e agregando outros significados, de maneira que a sua percepção não fique restrita somente a memorização isolada de conceitos sem nenhuma conexão com a sua vivência.

Coutinho e Bartholomei-Santos (2014), os autores alertam que o professor ao abordar um determinado conteúdo que não seja feito de maneira linear, mas sim, criar situações onde os estudantes possam estabelecer conexões e relações do objeto de conhecimento com outros contextos.

A questão (Quadro 07) demonstrou que os estudantes apresentaram evidências consideradas importantes, porque conseguiram identificar temáticas, discussões no contexto da embriologia após à aplicação da proposta de ensino.

Embora apresentarem avanços na aprendizagem, certificou-se que, a frequência de ocorrências de proposições (Quadro 07) consideradas como conhecimento adequado foram proporcionais às classificadas como não percebido.

Apesar de constatar essa proporcionalidade entre essas categorias, percebeu-se, que a proposta contribuiu para o avanço na aprendizagem dos escolares ao comparar os conhecimentos iniciais obtidos no pré-teste com os do pós-teste.

Quadro 07- Pós – Teste: Discussões e Construções no Campo da Embriologia.

Questão 03: Algumas reportagens ou textos científicos abordam temáticas inseridas no contexto da embriologia enquanto ciência. Você conseguiria citar exemplos de discussões ou construções que estão dentro da embriologia? Se sim, quais?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos de construções ou discussões no campo da embriologia.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	5/12	<i>“E 1- Eu acho que a clonagem terapêutica é algo abordado bastante na embriologia como ciência.”</i> <i>“E 3-ética.”</i> <i>“E 7- Descarte de embriões.”</i> <i>“E 8- Uso de células troncos embrionárias para tratar doenças”</i> <i>“E12-A ultrassom é uma tecnologia criada para ver o embrião, a fim de evitar possíveis danos, à gravidez da mulher e ao bebê.”</i>
Parcialmente Adequado	2/12	<i>“E 4- O DNA e o RNA não sei que tipo de coisas eles falam, mas espero que isso esteja incluso.”</i> <i>“E 9- Acho que doenças transmitidas da mãe para o embrião.”</i>
Não Percebido	5/12	<i>“E 2, E 5 - Não.”</i> <i>“E 10-Infelizmente não.”</i> <i>“E11-Não estou muito informado sobre esse ramo.”</i> <i>“E 6- Legalização.”</i>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Os textos de apoio (Anexos 6, 7 e 8) e o uso do *web-site* representado as células- tronco e suas aplicações, os modelos construídos pelos estudantes, onde foram possíveis perceberem que os estudantes ao serem questionados sobre as discussões e construções no campo da embriologia, percebeu-se que essa abordagem permitiu que parte dos escolares atribuíssem outros significados ao conhecimento embriológico.

Entende-se que, ao trazer essas discussões do campo da ciência que permeiam a embriologia, constitui uma forma de inserir os nossos estudantes nas discussões e construções científicas, para que eles desenvolvam habilidades necessárias para que ele se posicione de maneira reflexiva, crítica e ativa na sociedade.

Parafraseando Sangiogo e Zanon (2014), não cabe mais o professor que só reproduz aquilo que está no livro didático, de maneira linear e descontextualizada em uma sociedade com uma variedade de informações, cabe o professor que leve em consideração os tempos e espaços de vivência social, em que os estudantes estão imersos e, este professor pode ensinar numa perspectiva em que os estudantes apropriem da linguagem científica e, conseqüentemente, produzindo significados a partir de situações vivenciais do ponto de vista da ciência.

No quadro 08 certificou-se que a frequência de ocorrências de conhecimentos categorizados como adequados foi mais expressivo em relação aos outros, assim, intui-se que os estudantes apresentaram proposições consideradas relevantes para a habilidade investigada

medida que grande parte da amostra reconheceram a importância do conhecimento embriológico e aponta situações de aplicabilidade.

Quadro 08- Pós- Teste: A Importância e a Aplicabilidade do Conhecimento Embriológico.

Questão 04: Como você percebe a importância e a aplicação do conhecimento embriológico no seu cotidiano?		
Habilidade Investigada: Apresentar elementos que demonstram a importância e a aplicabilidade do conhecimento embriológico no seu dia a dia.		
Amostra: 12 Estudantes		
Classificação	Frequência de Ocorrências	Exemplos de Proposições
Adequado	9/12	<p><i>“E 1- É uma área muito interessante e importante. O conhecimento da embriologia nos permite compreender como ocorre o desenvolvimento dos diferentes grupos de animais, podemos identificar o que tem de comum entre eles e também as suas diferenças.”</i></p> <p><i>“E 3- É importante estudar embriologia, essa área fornece conhecimento sobre como se desenvolve um ser vivo e considero importante para o meu aprendizado.”</i></p> <p><i>“E 6- O conhecimento sobre embriologia é muito importante em nossa sociedade, atualmente com as inúmeras tecnologias que o homem criou, é possível evitar muitos problemas ao bebê. Décadas atrás os bebês morriam com mais facilidade se houvesse algum problema na gestação de sua progenitora, hoje em dia, as tecnologias que nos cercam, a expectativa de vida dos embrião é muito maior, haja vista se houver algum problema na gestação de sua progenitora, os médicos conseguirão solucioná-lo com mais facilidade.”</i></p>
Parcialmente Adequado	2/12	<p><i>“E 12- acho interessante saber sobre os animais, pois eles também são seres vivos e acho muito interessante.”</i></p>
Não Percebido	1/12	<p><i>“E 2- A embriologia é o ramo da Biologia que estuda o desenvolvimento embrionário dos animais, isto é, as etapas pelas quais eles passam desde a fecundação até o nascimento. Até estar completamente formado o embrião passa por diversas etapas. (cópia da internet).”</i></p>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021)

Borges e Lima (2007), ao refletirem sobre o Ensino de Biologia pontuam:

[...] o ensino de biologia se organiza ainda hoje de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo do conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para interpretação e intervenção na realidade. Alterar as demandas atuais exige uma reflexão profunda sobre os conteúdos abordados e sobre os encaminhamentos metodológicos propostos nas situações de ensino. (BORGES; LIMA, 2007, p. 166).

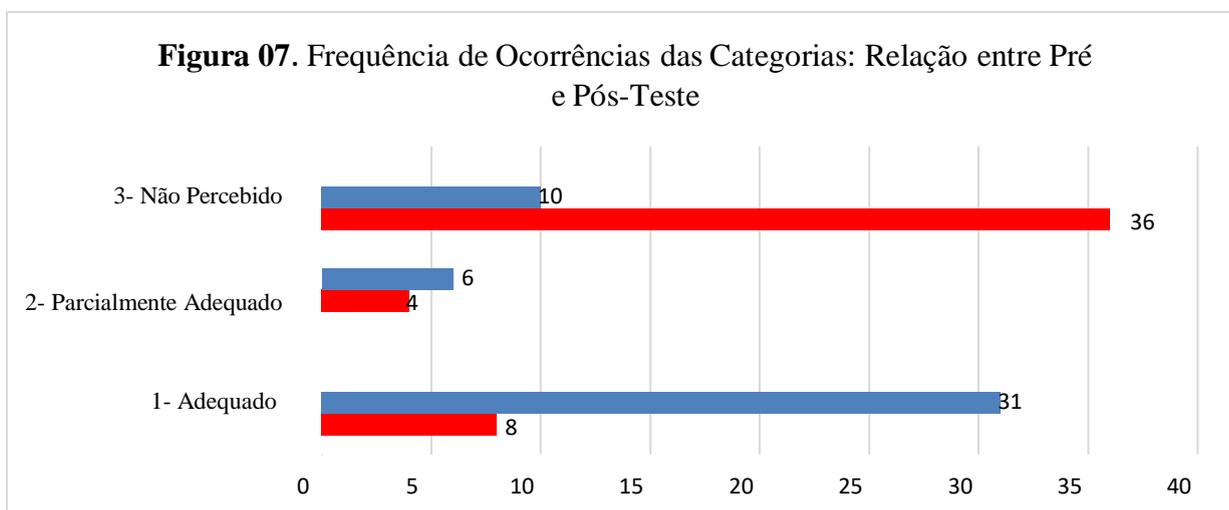
Corroborando com Borges e Lima (2007), Leal *et al* (2017) afirmam que: “[...], estas questões podem ser percebidas pela dificuldade do aluno em relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade a sua volta, não reconhece o conhecimento científico em situações do seu cotidiano”. (LEAL *et al.*, 2017, p. 404).

Nesse sentido, considera-se importante a adoção de abordagens metodológicas que permitem ao estudante fazer elos, entre o conhecimento científico e a sua vivência, de maneira que eles possam perceber a importância e aplicabilidade dos conhecimentos da embriologia em diferentes contextos.

3.4-Pré-Teste *Versus* Pós-Teste

O gráfico (Figura 07) resumidamente apresenta a frequência de ocorrências de conhecimentos especificados como adequados, parcialmente adequados ou não percebidos entre o pré-teste e o pós-teste, onde investigou-se as contribuições de uma Sequência Didática que possui como viés metodológico, o uso de modelos virtuais e a modelagem didática como instrumentos mediadores no ensino e aprendizagem, de maneira que os estudantes pudessem relacionar o conhecimento embriológico com os avanços da ciência, da tecnologia e suas aplicações no seu cotidiano.

A categorização 1 representa os conhecimentos considerados adequados, onde observa-se um avanço significativo na aprendizagem dos estudantes, isto é, a frequência de ocorrências de proposições apresentadas pelos escolares nesta descrição avançou em relação as inicialmente apresentadas no pré-teste.



Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Legenda

-  Pós- Teste.
-  Pré -Teste.

Na categoria 2 apresenta-se os conhecimentos considerados parcialmente adequados, onde constatou-se um avanço não muito significativo na quantidade de proposições inseridas nesta especificação.

A categoria 3 faz referência aos conhecimentos não percebidos, nota-se que no pré-teste a frequência de ocorrências de sentenças nesta qualificação era de 36, em contrapartida, no pós- teste, esse dado diminuiu consideravelmente.

De acordo com Moreira (2003), a educação em ciências tem como finalidade fazer com que os estudantes compartilhem significados em diferentes contextos das ciências, quer dizer, fazer leitura e interpretar o mundo do ponto de vista científico, relacionar conceitos, leis e teorias, identificar aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais das ciências.

Assim, entende-se que promover educação em ciência com ênfase na alfabetização científica é um dos caminhos para que os estudantes possam apropriar da linguagem científica e, conseqüentemente, expressarem os seus conhecimentos na prática social, participando na tomada de decisões de maneira crítica e responsável.

3.5-A Sequência Didática (SD)

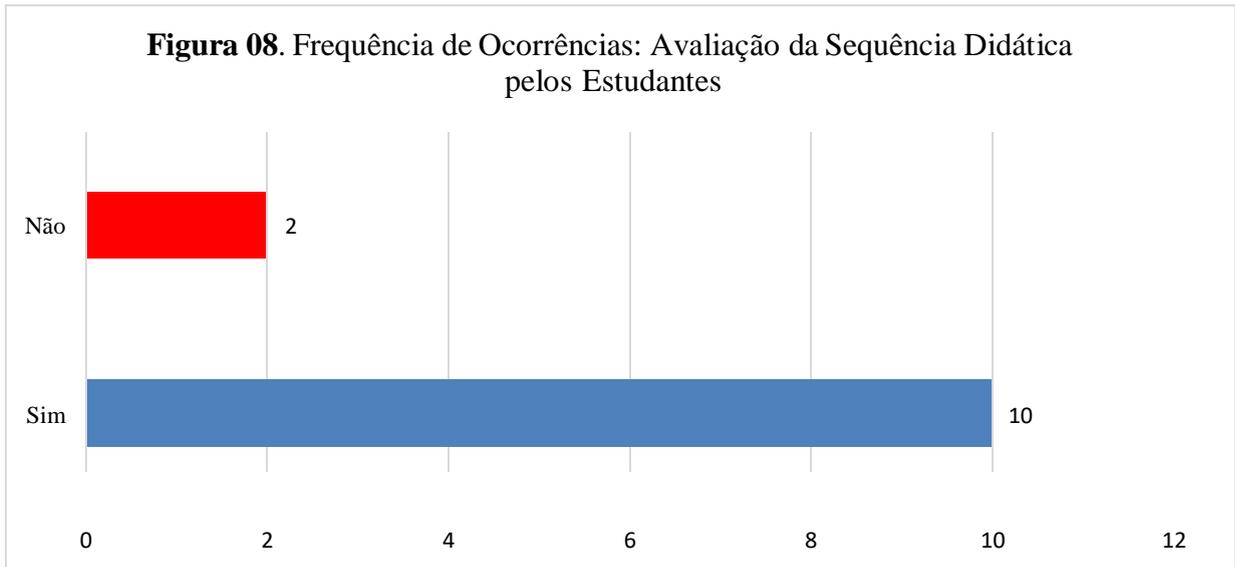
Aos estudantes foi proposta a questão relacionada no quadro 09 com algumas proposições dos mesmo sobre a Sequência Didática.

Quadro 09 – Percepções dos Estudantes sobre a Sequência Didática.

Questão 01: O uso do <i>site</i> (Planetabio) demonstrando os eventos do desenvolvimento embrionário, por meio dos modelos virtuais e a proposta de modelagem lhe ajudou na compreensão do desenvolvimento embrionário dos animais? Se sim, de que maneira?
Amostra: 12 Estudantes
Exemplos de Proposições Apresentadas pelos Estudantes
<p>“E 2- Não”</p> <p>“E 5-Sim. Lá nós podemos ir e voltar nos assuntos que não entendemos, além de que os desenhos e animações ajudam muito a entender mais facilmente o assunto.”</p> <p>“E 6-sim, pois ele mostra detalhadamente o processo de clivagem, glasturacão e etc., isso ajuda muito a entender cada etapa.”</p> <p>“E 9-Sim, além de ajudar na melhor compreensão da matéria, conseguimos ver modelos únicos e isso foi ajudando para o desenvolvimento da matéria.”</p> <p>“E 10-Sim. O site ele facilitou o entendimento a explicação sobre embriologia, porque é um site dinâmico e isso ajuda muito a compreender, as simulações virtuais são ótimas para oentendimento.”</p> <p>“E 11- O site e os modelos construídos ajudaram a entender o conteúdo, achei muito bom e me ajudou bastante vou passar a usar esse site pra estudar mais biologia, nunca tive aula assim.”</p> <p>“E 12- sim me informando.”</p>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

A figura 08 demonstra a frequência de ocorrências de proposições apresentadas pelos escolares ao avaliarem a proposta de ensino.



Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Essa grande aprovação dos estudantes, quando os mesmos afirmam que a proposta os ajudou na compreensão do conhecimento embriológico, isso se deve ao fato dessa abordagem fugir daquele ensino enciclopédico, baseado num ciclo de memorização e cópia, sem relação nenhuma com outros conhecimentos que se relacionam e complementam o conteúdo da embriologia animal, quer dizer, uma abordagem onde só o professor fala e o aluno ouve e reproduz.

Segundo Sangiogo e Zanon (2014), o ensino de ciências na escola precisa ser inserido num contexto de relações de diálogo entre o conhecimento científico e cotidiano para que possa ser compreendido pelos escolares com um significado socialmente relevante.

Assim, a proposta da construção dos modelos embriológicos, o uso do *web-site* com simuladores e animações, os textos disponíveis sobre temas inseridos no contexto da embriologia, as relações que se estabeleceram do conhecimento embriológico com as referências vivências dos alunos constituiu-se como algo inovador e motivacional, dessa forma possibilitando à ampliação e a reconfiguração dos seus conhecimentos.

Aos professores, propôs-se cinco questões sobre o Produto Educacional- Sequência Didática (Quadros 10,11,12,13 e 14) com suas impressões a respeito da proposta de ensino.

Quadro 10- Aplicabilidade da Sequência Didática.

Questão 01: Você aplicaria essa Sequência Didática? Se sim ou não, por que?
Amostra: 4 Professores
Exemplos de Proposições Apresentadas pelos Professores

“P 1- Sim. Porque ela tem caráter inclusivo, pois os simuladores virtuais ajudam os alunos surdos a compreender o conteúdo, uma vez que esses alunos são bastante visuais, então acredito que o uso dessas imagens em movimento facilitará no entendimento do conteúdo.”

“P 2- Usaria em partes, pois a escola onde trabalho não possuem recursos que possibilitaria o uso do site, não temos recursos matérias (Notebook, Data show e a internet é muito ruim...”

“P3- Usaria sim. A proposta parece ser bem dinâmica e os alunos gostam de aulas diferenciadas.” “P4- Eu aplicaria sim, pois o professor precisa fazer uso das tecnologias precisam fazer uso desses recursos nas suas aulas, isso ajudaria na aprendizagem do aluno.”

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Quadro 11- Sequência Didática X Abordagem Contextual.

Questão 02: Esta Sequência Didática apresenta uma abordagem contextual do objeto de conhecimento relacionando ciência, tecnologia e sociedade?
Amostra: 4 Professores
Exemplos de Proposições Apresentadas pelos Professores
<i>“P 1- Sim.”</i>
<i>“P 2- Apresenta sim.”</i>
<i>“P 3- Sim. Quando traz as discussões éticas, produção do conhecimento e tecnologias.”</i>
<i>“P4- Apresenta.”</i>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Quadro 12- Organização e Objetivos da Sequência Didática.

Questão 03: Você considera que essa SD está organizada de maneira clara e coerente, de maneira que possa trabalhar os objetivos propostos? Se não, por quê?
Amostra: 4 Professores
<i>“P1- Sim.”</i>
<i>“P2- Para uma escola que possuem condições materiais e profissionais preparados para a aplicação da proposta considero que sim.”</i>
<i>“P3- Esta sim.”</i>
<i>“P4 – Sim”</i>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Quadro 13- Aplicabilidade X Realidade Escolar.

Questão 04: Esta SD seria aplicável na sua realidade escolar? Se não, por quê?
Amostra: 4 Professores
Exemplos de Proposições Apresentadas pelos Professores
<i>“P1- Sim.”</i>
<i>“P2- Em partes, pois possuímos limitações quanto a internet e materiais de apoio ao professor. A parte que propõe a construção de modelos seria possível sim.”</i>
<i>“P3- Sim. Temos laboratório de informática onde poderíamos levar os alunos para acessar o site.”</i>
<i>“P4- Sim.”</i>

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

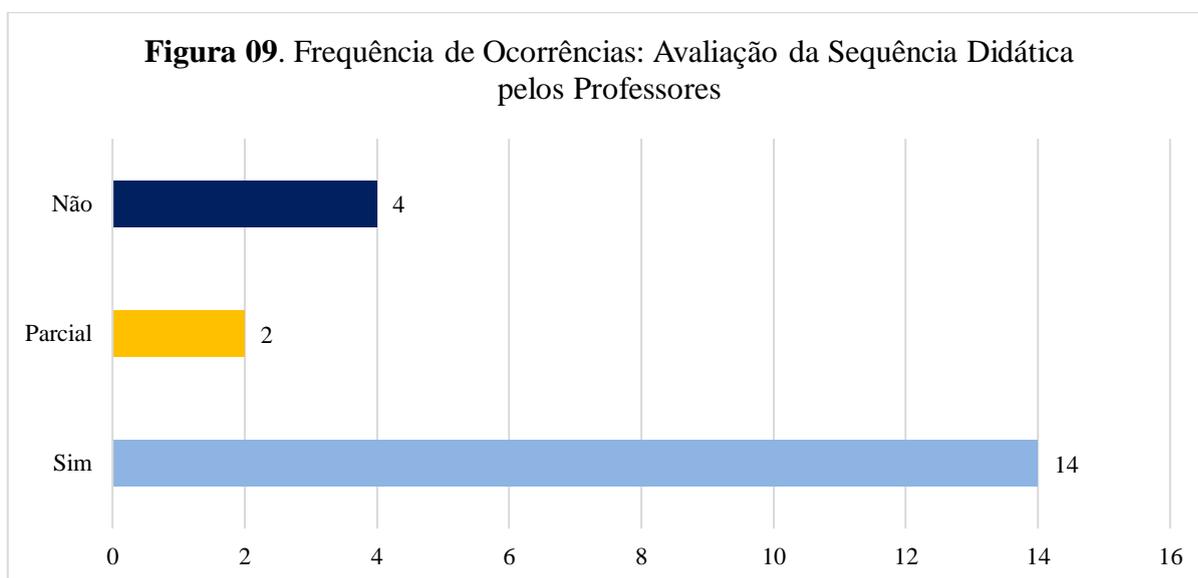
Quadro 14- Sugestões dos Professores sobre a Sequência Didática.

Questão 05: Você apontaria alguma sugestão que pudesse melhorar esta Sequência Didática?
Amostra: 4 Professores
Exemplos de Proposições Apresentadas pelos Professores

“P1- Não. ”
 “P2- Para atender as escolas que não possuem recursos materiais eu sugeria o uso de um outro recurso que não precisasse da internet, agora considerando uma escola que possuem internet eu não apontaria nenhuma sugestão. ”
 “P3- Não. ”
 “P4- apontaria não.”

Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Os professores quando questionados pelas questões 01, 02, 03, 04 e 05 a figura 09 demonstra a frequência de ocorrências de proposições declaradas sobre a avaliação da Sequência Didática.



Fonte: SILVA, Carlos Faria (2021).

Legenda



Ao serem questionados pela questão 01, observa-se que a grande maioria aplicaria a Sequência Didática e, uma pequena parcela de participantes aplicaria em partes, alegando a falta de recursos, como notebook, laboratório de informática e internet ruim.

Enfatiza-se que, um dos participantes considerou a proposta inclusiva ao afirmar que os estudantes surdos são muito visuais.

“P 1- Sim. Porque ela tem caráter inclusivo, pois os simuladores virtuais ajudam os alunos surdos a compreender o conteúdo, uma vez que esses alunos são bastante visuais, então acredito que o uso dessas imagens em movimento facilitará no entendimento do conteúdo.”

Quando questionados pela questão 02, todos os professores participantes consideraram que a SD apresenta uma abordagem contextual do objeto de conhecimento, tal percepção foi

evidenciada pela grande frequência de ocorrências de proposições expressadas.

Assim que foram indagados pela questão 03, todos professores consideram que a SD está organizada de maneira clara e coerente e, que, permitiria trabalhar os objetivos propostos.

Em relação a aplicabilidade da SD questão 04, a frequência de ocorrências dos professores participantes favoráveis à aplicação da proposta foi relevante, uma vez que consideraram que seria viável a sua utilização na sua realidade escolar, no entanto um dos investigados considerou que seria possível em partes, por conta de algumas limitações.

‘‘P2- Em partes, pois possuímos limitações quanto a internet e materiais de apoio ao professor. A parte que propõe a construção de modelos seria possível sim.’’

No momento em que foram questionados sobre possíveis sugestões para a melhoria da proposta, todos os professores para a questão 05 não apontaram recomendações significativas para a SD, entretanto um dos participantes evidenciou a necessidade de adequação (utilização de um outro recurso que não precisasse da internet) para as realidades escolares que não possuem recursos materiais.

Percebe-se que a análise dos professores sobre a Sequência Didática foi positiva por conta da sua boa aceitação, isso se deve porque a proposta traz uma abordagem inovadora com o uso das TICs, da modelagem didática, do protagonismo estudantil e, também por trazer situações diferenciadas da sua aplicação, isto é, a proposta foi pensada quanto a sua aplicabilidade em contextos diferentes, ou seja, tanto numa situação de ensino presencial ou remoto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste trabalho é possível inferir que a modelagem didática e os modelos virtuais presente no *web-site* (Planetabio) mostrou-se como uma alternativa capaz de provocar a motivação, o interesse e a participação por parte dos estudantes, esses atributos são essenciais no processo de ensino e aprendizagem.

Os professores avaliadores da proposta de ensino consideraram que a abordagem é pertinente, uma vez que faz o uso de tecnologias, propõe aulas diferenciadas, permite a inclusão de surdos, partindo do princípio que eles são bastante visuais, então a ideia de usar simuladores virtuais, a modelagem são fundamentais para ajudá-los na compreensão do conhecimento.

Destaca-se também que, a utilização do *web-site* configurou-se como como mais um recurso auxiliar que pode ser utilizado pelo professor no processo de ensino aprendizagem, no entanto para alguns professores a sua aplicação daria de forma parcial, pois na escola que atua

não possui recursos materiais, como : notebook, laboratório de informática, internet ruim, entre outras.

As abordagens metodológicas apresentadas, constituem-se como uma possibilidade de desenvolver alfabetização científica a fim de aproximar a ciência da comunidade e, conseqüentemente, à popularização do conhecimento científico.

Todavia, é importante ressaltar que esta metodologia é melhor aproveitada na modalidade de ensino presencial pelos estudantes, incentivando o trabalho colaborativo e o protagonismo estudantil, visto que as relações construídas entre professor e aluno são de afetividade, confiança e que permite o diálogo sobre questões atuais.

Embora, os escolares apresentem dificuldades inicial sobre o objeto de investigação, foi possível perceber por meio da frequência de ocorrências de proposições especificadas como conhecimento adequado apresentadas no questionário final, após a aplicação da proposta (SD) que os estudantes ampliaram e ressignificaram os seus conhecimentos iniciais.

Do mesmo modo, não tiveram problema em perceber a importância da ciência, da tecnologia na construção do conhecimento embriológico e suas aplicações, denotando-se como uma proposta viável a ser aplicada, pois trabalho como este se mostra importante para a educação científica, já que na escola são poucas ações voltada para esta abordagem, geralmente observa-se um ciclo de memorização e cópia.

A utilização do *web-site* representando os eventos do desenvolvimento embrionário, por meio das animações e simuladores com imagens em movimentos, também facilitou a visualização das etapas modeladas pelos estudantes, contribuindo para aperfeiçoar a ideia de abstração e da complexidade da embriologia animal, dessa forma puderam ter uma visão do todo, de uma forma mais dinâmica e interativa, contrariando o que estavam habituados ou condicionados a visualizarem nos livros didáticos ou esquemas representados no quadro negro.

Isto posto, apesar dos pontos positivos, resultados adicionais poderiam ser alcançados caso a proposta fosse efetivada na modalidade de ensino presencial, porque permitiria maior acompanhamento nas atividades propostas.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. **Como escrever teses e Monografias: Um roteiro passo a passo**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

ALARCÃO, ISABEL (Org). **Escola Reflexiva e Nova Racionalidade**. Porto Alegre. Artmed editora, 2021.

ARAÚJO, S. P. D.; VIEIRA, V. D.; KLEM, S. C.S.; KRESCIGLOVA, S. B. **Tecnologia na educação: contexto histórico, papel e diversidade**. IV Jornada de Didática, III Seminário de Pesquisa do CEMAD, 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/IV%20Jornada%20de%20Did>. Acesso em 25 de jan. 2021.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAUM, D.A.; SMITH, S.D.-W.; DONOVAN, S.S.S. **The Tree - Thinking Challenge**. Science, v. 310, p. 979-980, 2005. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1117727>. Acesso em 5 de mai. 2021.

BESERRA, J. G.; BRITO, C. H. **Modelagem Didática Tridimensional de Artrópodes, como Método para o Ensino de Ciências e Biologia**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia. Ponta Grossa v. 5, n. 03, 2012, p. 70-88. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/852>. Acesso em 02 mai. 2020.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. **Tendências Contemporâneas do Ensino de Biologia no Brasil**. Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias v. 6, n. 01, 2007. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N1.pdf. Acesso em 2 out. 2020.

CASAS, L.L.; AZEVEDO, R.O.M. **Contribuições do Jogo Didático no Ensino de Embriologia**. Areté (Manaus), v. 4, p. 80-91, 2011.

COUTINHO, CADIDJA, BARTHOLOMEI-SANTOS, MARLISE LADVOCAT
Estimulando o “pensamento em árvore” em alunos de ensino médio: potencial de contribuição dos livros didáticos de biologia. Ciência e Natura. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13609>. Acesso em 20 mai. de 2021.

CAMILETTI, G; FERRACIOLI, L. **A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de física.** Cad. Cat. Ens. Fís., v. 18, n. 2: p. 214-228, ago. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6681/6148>. Acesso em 30 abr. 2020.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** Revista Brasileira de Educação, n.22, p. 89-100, 2003.

CHASSOT, A. **Educação conSciência.** 2 ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010.

CRESWELL, JOHN W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens.** Trad. de Sandra Mallmann. 3ª ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CUPANI, A.; PIETROCOLA, MA. **A Relevância da Epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, número especial, 2002, p.100-125. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10057>. Acessado em: 15/03/2021.

DURÉ, RAVI CAJÙ. **Um olhar sobre o ensino de biologia: a percepção de educandos do ensino médio de quatro escolas públicas da cidade de João Pessoa-Paraíba.** – João Pessoa, 2015.

DURÉ, C. R.; DE ANDRANDE, D. J. M.; ABÍLIO, P. J. F. **Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais temas o aluno de ensino médio relaciona com seu cotidiano?** Experiência em Ensino v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=61>. Acesso em 18 set. 2020.

DUSO, L.; CLEMENTE, L.; PEREIRA, P. B.; ALVES FILHO, J. D. P. **Modelização: uma**

possibilidade didática no ensino de Biologia. Belo Horizonte: Revista Ensaio, v. 15, n. 02, p. 29-44, maio-ago, 2013.

FERREIRA, A. S. B. S. **Elaboração de um ambiente virtual para o ensino de embriologia.** Tese (Doutorado)-Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100492/ferreira_assbs_dr_botib.pdf?sequence=1. Acesso em 20 abr. de 2021.

FAUSTINO, L. S. S. SILVA, T. R. F. S. **Educadores frente à pandemia: Dilemas e intervenções alternativas para coordenadores e docentes.** Revista Boletim de Conjuntura, ano II, vol. 3, n. 7, Boa Vista, 2020.

FERREIRA, T. Q. S.; FERRACIOLI, L. **Modelos e modelagem no contexto do ensino de ciências no Brasil: uma revisão de literatura de 1996-2006.** Revista Didática Sistemática, 80-100, 2010. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/redsis/article/view/1204>. Acesso em 23 jun. de 2021.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. **Modelagem e o “Fazer Ciência”.** Química nova na escola. Universidade de São Paulo v. 28, p. 32-36, mai. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>. Acesso em 11 de abr. 2020.

FREIRE, PAULO. **Educação: o sonho possível.** In: BRANDÃO, Carlos R. (Org.). O Educador: vida e morte. Rio de Janeiro: Graal, 1982. Disponível em: <http://acervo.paulofreire.org:8080/xmlui/handle/7891/1460>. Acesso em set. de 2020.

GANDOLFI, H. E.; FIGUEIRÔA, S. F. D. M. **Formação de professores e pesquisa em história das ciências.** EDUCA, v. 4, n. 8, p.3-28, maio/ago. 2017.

MARIN, B.R. G; JUNIOR, A. J.V. **Avaliação da aprendizagem significativa em uma sequência didática sobre conteúdos de sistemas sanguíneos.** Revista de Estudios y Experiencias en Educación- REXE 20(42) (2021), 367-387. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_serial&pid=0718-5162&lng=e&nrm=iso. Acesso em 02 de dez. 2021.

MATOS, K. S. L.; VIEIRA, S. L. **Pesquisa educacional: o prazer de conhecer**. 2.ed. rev. e atual. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2002.

GILBERT, J.K.; BOULTER, C. J. **Aprendendo ciências através de modelos e modelagem**. In: **Modelos e educação em ciências**. Colinviaux, D. (org). Rio de Janeiro: Ravil,12- 34,1998.

_____ **Models and modelling: routes to more authentic science education**. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Dordrecht, V.2, n. 2, 2004, p. 115-130. Disponível em:
https://www.researchgate.net/journal/15710068_International_Journal_of_Science_and_Mathematics_Education. Acesso em 3 mar. 2020.

GILBERT, S. F. **Biologia do Desenvolvimento**. 5.ed. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2003. Disponível em: http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/6b/f9/6bf9b452-c40d-452e-a5c4-. Acesso em 29 set. 2020.

HECKLER, V; SARAIVA, M. F. O; OLIVEIRA FILHO, K. S. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273, (2007). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/3T3bD3LBbysdnDNFS8CBgNq/abstract/?lang=pt> Acesso em 4 mai. de 2021.

JUNIOR, A. J.V.; GOBARA, S. T. **Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular**. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, ISSN-e 1579-1513, Vol. 15, Nº. 3, 2016, págs. 450-475.

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.

JUSTI, R. **La enseñanza de ciencias basada em la elaboracion de modelos**. *Ensenansa de las ciências*, 24(2), 173–184, 2006. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/13271794.pdf>. Acesso em 27 de mai. 2021.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidade o caso do ensino de ciências**. São Paulo em Perspectiva, 2000. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/?lang=pt&format=pdf> Acesso em 5 de abr. de 2021.

LEAL, C. A. **Estratégia didática como proposta ao ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes**. 2017. Tese (Doutorado)- Instituto Oswaldo Cruz, Pós- Graduação em Ensino em Biociência e Saúde, Rio de Janeiro, 2017.306 p. Disponível em:
<https://docplayer.com.br/86991090-Estrategias-didaticas-como-proposta-ao-ensino-da-genetica-e-de-seus-conteudos-estruturantes.html>. Acesso em: 16 abr. 2020.

LEITE, M.R.P.; DE ANDRADE, O.A.; DA SILVA, V.V.; DOS SANTOS, M.A. **O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional**. RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar.400 Ano 1, Vol 1, Número 1, Jul-Dez, 2017, p. 400-413. Disponível em:
<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/view/4749>. Acesso em 10 ago. 2020.

MACEDO, V.M.; NASCIMENTO, S. M.; BENTO, L. **Educação em Ciência e as “Novas” Tecnologias**. SSN online: 2176-9230: 2013.

MAGARÃO, J. F. L.; STRUCHINER, M.; GIANNELLA, T. **Potencialidades pedagógicas dos audiovisuais para o ensino de ciências: uma análise dos recursos disponíveis no portal do professor**. III encontro nacional de ensino de ciências da saúde e do ambiente. Niterói, Brasil, 2012.

MATHIAS, V.C.; BOTH, M.; SANTAROSA, P.C.M. **Análise de erros como método indicador e avaliador de conceitos subsunçores: o caso dos licenciandos em matemática da Universidade Federal de Santa Maria**. R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 112-133, jan./abr. 2019. Disponível em:
<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download/7576/pdf>. Acesso em 15 out. 2020.

MATURANA, H. **Emoções e linguagem na educação e na política**: tradução: José Fernando

Campos Fortes. - Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1998. Disponível em: <http://fvcb.com.br/site/wp-content/uploads/2016/07/Emo%C3%A7%C3%B5es-e-> . Acesso em 15 de mai. 2021.

MARX, K. **O capital: crítica da economia política**: Livro I; tradução de Reginaldo Santana, 18 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

MONTEIRO, I.V.; JUSTI, R. **Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio**. Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 67-91. 2000. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/650/441>. Acesso em 20 de mar. 2020.

MORAES, S. G. **Desenvolvimento e avaliação de uma metodologia para o ensino de embriologia humana**. 2005. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. 2005. 321p. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_22bd14a37f76fe7c63a8df902e024d1f. Acesso em: 5 abr. 2020.

MORAN, M.J.; MASETTO, T.M.; BEHRENS, A. I. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Ed. Papirus, 2000.

MOREIRA, A. M. **Teorias da aprendizagem**. 2 Ed. São Paulo, Moraes, 1995.

_____. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Ed. da UnB, 1998.

_____. **Pesquisa básica em educação em ciências: uma visão pessoal**. Instituto de Física, UFRGS - Porto Alegre, RS, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Pesquisa.pdf> .Acesso em 10 ago. 2021.

_____. **Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, Vol. 7, Nº. 2,2008, p. 23-30. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/28712>. Acesso em 05 abr.2021.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo -SP, Editora Pedagógica e Universitária –

E.P.U, 1999.

MORIN, E. **A religação dos saberes**. O desafio do século XXI, SP. Bertrand Brasil, 2000.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2003.

NUNES, T. **Alfabetização Científica: o que é e para que serve**. Pontodidática, 22 de agosto de 2017.

PALHANO, S.J. **A construção de modelos didáticos com materiais diversificados para o estudo da embriologia**. Programa de Desenvolvimento Educacional- PDE, Secretaria do Estado da Educação – SEED, junto a Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uepg_bio_pdp_janete_soares_palhano.pdf. Acesso em 15 set. de 2020.

PAZ, A. M. D.; ABEGG, I.; ALVES FILHO, J. P.; OLIVEIRA, V. L. B. D. **Modelos e Modelizações no Ensino: um estudo da cadeia alimentar**. Revista Ensaio, v. 08, dez. de 2006.

PEREIRA, L, A.; KIILL, K, B. **Modelos e Modelagem no Ensino de Ciências: um mapeamento dos trabalhos nas atas do ENPEC**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/lista_area_01_1.htm. Acesso em 05 mai. 2020.

PIAGET, Jean. **O desenvolvimento do pensamento: equilibração das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

PRESTES, M. E. B. **Uso de modelos na ciência e no ensino de ciências**. Boletim de História e Filosofia da Biologia 7 (1): 4-10, mar. 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/37521273.pdf>. Acesso em 14 abr. 2020.

ROCHA, S. G. G.; OLIVEIRA, D. S. **Ensino na rede pública em tempos de pandemia: duas**

experiências docentes. Educação em Ensino: ISSN: 1984-6290, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/31/ensino-na-rede-publica-em-tempos-de-pandemia-duas-experiencias-docentes> .Acesso em: 30 de maio de 2021.

SAMPAIO, F. F. **A modelagem dinâmica computacional no processo de ensino-aprendizagem: algumas questões para reflexão.** Núcleo de Computação Eletrônica – NCE/UFRJ. Ciência em Tela – v. 2, 2009. Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0109sampaio.pdf> . Acesso em 12 de abr. de 2021.

SANGIOGO, A.F.; ZANON, B. L. **Conhecimento Cotidiano, Científico e Escolar: Especificidades e Inter - Relações enquanto produção de currículo e de cultura.** Cadernos de Educação | FaE / PPGE/ UFPel. Pelotas [47] – 144-164 janeiro/abril 2014.

SANTOS, M.; SCARABOTTO, S. C. A.; MATOS, E. L. M. **Imigrantes e nativos digitais: um dilema ou desafio na educação?** X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba, 7 a 10 de novembro de 2011.

SANTOS, W. L. P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios.** Universidade de Brasília - Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências. Revista Brasileira de Educação. v. 12, n. 36, p. 474- 492, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>. Acesso em 20 abr. 2020.

SCHMITT, M. A. **Ação-Reflexão-Ação: A Prática Reflexiva como elemento transformador do cotidiano educativo.** Revista Eletrônica do Núcleo de Estudos e Pesquisa do Protestantismo da Escola Superior de Teologia- São Leopoldo (RS), v. 25, 2011. Disponível em: <http://periodicos.est.edu.br/index.php/nepp/article/view/157c>. Acesso em 02 jul. 2021.

SCHELEY, T. R.; SILVA, C. R. P.; CAMPOS, L. M. L. **A motivação para aprender Biologia: o que revelam os alunos do ensino médio.** Revista da SBEnBio - n 7- outubro 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8374732-A-motivacao-para-aprender-biologia-o-que-revelam-alunos-do-ensino-medio.html>. Acesso em abr. de 2020.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de**

professores. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2007. 143 p.

SILVA, F.S.; CATELLI, F. **Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica.** Rev. Bras. Ensino Fís. vol.41 no.4 São Paulo 2019.Epub Jun 10, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tppttn4TXLkh9STzkrGVFKb/?lang=pt>. Acesso em 5 mai. 2020.

TEIXEIRA, P. M. M.; & VALE, J. M. F. **Ensino de Biologia e cidadania: problemas que envolvem a prática pedagógica de educadores.** In: R. NARDI (Ed.), Educação em Ciência: da pesquisa à prática docente. SP: Ed. Escrituras, 2001.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica.** Educação e pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** S.P: Martins Fontes, 1991.

VIGOTSKY, L. S. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** S.P: Ícone, 1987.

VINHOLI JÚNIOR, A. J. **Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a aprendizagem em conceitos em botânica.** Acta Scientiarum. Education, 33(2), 281- 288, 2011.

ANEXOS

ANEXO I



TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO

Eu, _____ estou de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado “**Modelos Virtuais e Modelagem Didática: uma abordagem significativa para ensino da embriologia animal- do Zigoto à Neurulação**”, que possui como pesquisador responsável Carlos Faria Silva, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais (*PPGECN*), sob a orientação do Prof^o. Dr. Edward Bertholine de Castro, do Instituto de Biociência, da Universidade Federal de Mato Grosso. A pesquisa será realizada na Escola Estadual Liceu Cuiabano “Maria de Arruda Muller”. Declaramos ciência de que nossa instituição é coparticipante do presente projeto de pesquisa, e requeremos o compromisso do pesquisador responsável com o resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados.

Cuiabá, _____ de ____ de 2021.

Assinatura/Carimbo do responsável pela instituição pesquisada

ANEXO II



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE PARA O RESPONSÁVEL PELO ALUNO

O seu filho (a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada **“Modelos Virtuais e Modelagem Didática: uma abordagem significativa para ensino da embriologia animal- do Zigoto à Neurulação”**.

Meu nome é Carlos Faria Silva, sou o pesquisador responsável e atuo como professor efetivo da Rede Pública Estadual de Mato Grosso, Cuiabá/MT. O orientador da pesquisa é prof^o . Dr^o. Edward Bertholine de Castro.

Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você Sr./Sra. aceitar que o seu filho faça parte do estudo, clique na opção (Declaro, portanto, que concordo com a participação de meu filho (a) no projeto de pesquisa acima descrito); caso não aceite, clique na opção (Declaro, portanto, que não concordo com a participação do meu filho (a) no projeto de pesquisa acima descrito)

Esclarecemos que em caso de recusa da participação de seu filho (a), você Sr./Sra. não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar seu filho (a) participar, as dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador responsável, via e-mail (biomt07@hotmail.com) e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (65) 99333-6831.

1. Informações Importantes sobre a Pesquisa:

A pesquisa, intitulada **Modelos Virtuais e Modelagem Didática na Perspectiva da Aprendizagem Significativa para Ensino da Embriologia Animal- do Zigoto à Neurulação**”, ampara-se nas possibilidades de ampliar o conhecimento sobre uso o da modelagem e modelos no processo de ensino aprendizagem sobre a biologia do desenvolvimento embrionário animal, e assim, na sua relevância para o da Biologia Escolar, visando a aprendizagem significativa junto aos estudantes.

Contudo, busca-se com a pesquisa compreender as bases teórico metodológicas, as contribuições do uso da modelagem e de modelos no ensino da Biologia Escolar, especificamente sobre o desenvolvimento embrionário animal.

Caso aceite o seu filho (a) participar dessa pesquisa informo que todo o percurso metodológico para a coleta de dados e a aplicação do produto educacional será de maneira remota por conta da pandemia, no percurso metodológico será aplicado um pré-teste usando o aplicativo *Google Forms* para a coleta dos conhecimentos prévios dos estudantes, a seguir serão realizadas via *Google Meet* aula teórica expositiva - dialogada e também o desenvolvimento de uma oficina pedagógica (assíncrona) para a construção dos modelos e, finalmente aplicação do pós-teste para verificar os conhecimentos construídos pelos estudantes com essa abordagem metodológica.

As informações coletadas serão utilizadas somente para a pesquisa a serem descritas no protocolo dessa pesquisa. Esclarecemos que o nome de seu filho não será divulgado, utilizando-se nomes fictícios para assim assegurar o sigilo e a privacidade dos participantes e que seu filho terá também sua identidade preservada em imagens (vídeos e/ou fotografia).

Para a construção dos modelos os estudantes poderão utilizar materiais, tais como: massa de modelar, biscoito e outros.

Observamos que dentre os possíveis benefícios de participação do seu filho

(a) nessa pesquisa estão as contribuições que a proposta pode oferecer para o desenvolvimento de conhecimentos, e que por meio da estratégia adotada para ensino da biologia do desenvolvimento embrionário animal, possibilitar a mobilização de diversos conceitos sobre o objeto de conhecimento. Outro benefício a ser destacado é o estudo dos conteúdos a partir do cotidiano do aluno e como contribuição a compreensão dos elementos biológicos envolvidos no processo de desenvolvimento embrionário animal.

Declaramos que as análises realizadas pela presente pesquisa serão tornados públicos, sejam elas favoráveis ou não. Esses resultados serão divulgados por meio de defesa pública de dissertação de mestrado profissional. O produto final do trabalho será disponibilizado, em formato digital e material textual impresso, na Secretaria de Pós- Graduação em Ensino de Ciências Naturais do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso bem como na Biblioteca Central da instituição.

A participação na pesquisa será voluntária. Portanto, não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira decorrente da participação na pesquisa. A participação de seu filho (a) não terá nenhum tipo de gasto em decorrência de sua participação nesse trabalho. Contudo, o participante terá direito à indenização em caso de danos advindos da pesquisa.

Consentimento da Participação na Pesquisa

Concordo de meu filho (a) participar do estudo intitulado “**Modelos Virtuais e Modelagem**

Didática: uma abordagem significativa para ensino da embriologia animal- do Zigoto à Neurulação". Destaco que a participação de meu filho nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui devidamente informado (a) e esclarecido(a) pelo pesquisador responsável Carlos Faria Silva sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela e benefícios decorrentes da participação de meu filho (a) no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento acerca da participação de meu filho (a) na pesquisa a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

ANEXO III**AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELOS ESTUDANTES**

Questionário

1-O uso do *site* (Planetabio) demonstrando os eventos do desenvolvimento embrionário por meio dos modelos virtuais e a proposta de Modelagem lhe ajudou na compreensão do desenvolvimento embrionário dos animais? Se sim, de que maneira?

Obrigado pela sua participação e colaboração caro estudante!

ANEXO IV**AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA(SD) PELOS PROFESSORES**

Questionário

- 1- Você aplicaria essa Sequência Didática? Se sim ou não, porque?
- 2- Esta SD didática apresenta uma abordagem contextual do objeto de conhecimento relacionando ciência, tecnologia e sociedade?
- 3- Você considera que essa SD está organizada de maneira clara e coerente de maneira que possa trabalhar os objetivos propostos? Se não, de que maneira?
- 4- Esta SD seria aplicável na sua realidade escolar? Se não, porque?
- 5- Você apontaria alguma sugestão que pudesse melhorar esta SD?

Obrigado pela sua participação e colaboração caro (a) professor(a)!

ANEXO V



Programa de Pós-Graduação em

Ensino de Ciências Naturais

Universidade Federal de Mato-Grosso

QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL (PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE)

- 1- Você consegue estabelecer relações do conhecimento embriológico com os avanços da ciência e da tecnologia? Se sim, de maneira?

- 2- Você consegue identificar algum fenômeno embriológico presente no seu dia a dia? Se sim, de que maneira?

- 3- Algumas reportagens ou textos científicos abordam temática inseridas no contexto da embriologia enquanto ciência. Você conseguiria citar exemplos de discussões ou construções que estão dentro da embriologia? Se sim, quais?

- 4- Como você percebe a importância e a aplicação do conhecimento embriológico no seu cotidiano?

ANEXO VI

EMBRIOLOGIA : DEFINIÇÃO, CONCEITOS E CURIOSIDADES O que é Embriologia?



A Embriologia é a área da Biologia que estuda as fases iniciais do desenvolvimento dos seres vivos. Para ter uma análise mais completa, ela investiga desde os processos da Fecundação até a formação da base dos órgãos de um organismo. A palavra “embryo” significa a “origem” ou “princípio do ser”. Este termo é utilizado para se referir à primeira etapa da vida intra-uterina, que vai desde o momento pós fecundação (formação do Zigoto) até a 8ª semana de gestação, por volta do terceiro mês. Por isso, ela é responsável somente pelo estudo dos Embriões.

Da 9ª semana em diante, é possível observar as mudanças exteriores e a especialização dos membros (pernas, braços, etc.). Assim, deixamos de usar o termo Embrião e utilizamos o termo Feto. Quando o Feto possui a maioria das funções já ativas, ocorre o parto e utilizamos o termo recém-nascido.

Como surgiu a Embriologia?

As pesquisas sobre Embriologia foram iniciadas na Grécia Antiga com o nosso famoso Aristóteles! Ele analisou embriões de galinha e percebeu que o animal adquiriu forma gradualmente. Então, desenvolveu a Teoria da Epigênese: um organismo vivo não surge já formado “do nada”, mas passa por etapas progressivas de desenvolvimento. Contudo, o “Pai da Embriologia” é Caspar Fredrich, que no século XVIII já dispunha de tecnologias para uma análise mais detalhada e a elaboração de uma teoria mais científica e menos filosófica.

Mas foi somente no século XIX que a microscopia permitiu a realização de muitas pesquisas avançadas, agregando todo o conhecimento que veremos hoje e aprimorando o que já tinha sido elaborado.

O que a Embriologia estuda e quais são as áreas da Embriologia?

Já vimos que ela estuda a etapa inicial do desenvolvimento de um ser. Mas precisamos entender que existem vários seres que se desenvolvem de formas diferentes. Por isso, existem “subáreas” dentro da Embriologia:

- **Embriologia Humana:** busca o conhecimento sobre o desenvolvimento de embriões humanos.
- **Embriologia Vegetal:** estuda os estágios de formação e desenvolvimento das plantas.
- **Embriologia Animal:** foca nos estágios de vida inicial dos seres que pertencem ao Reino Animal, exceto o Ser Humano.
- **Embriologia Comparada:** compara o desenvolvimento embrionário de diversas espécies animais, é importante para os estudos da teoria Evolutiva.

Além disso, ela está recheada de conceitos da Citologia, Histologia e Genética; porque vamos analisar a formação fisiológica e as transformações dentro de cada fase. São elas que vamos estudar!

Fases da Embriologia Humana

Figura 01. Estágios Iniciais do Desenvolvimento Embrionário



Ao longo do crescimento embrionário alguns genes são ativados e outros desativados. Dessa maneira surge a diferenciação celular, ou seja, tipos celulares com formatos e funções distintas. Diferentes células com funções complementares se organizam em tecidos, e estes formarão os órgãos. À medida que isso vai acontecendo, tudo está se integrando. Esses processos não ocorrem de forma isolada, mas conjuntas, pois um organismo é um todo.

Na espécie humana, as principais fases do processo de desenvolvimento são três: Clivagem (Segmentação), Gastrulação e Organogênese. Em cada uma dessas fases, o embrião poderá ser classificado como uma das 4 formas: Mórula, Blástula, Gástrula ou Nêurula.

1. Segmentação ou Clivagem

Figura 02. Processo de Clivagem do Zigoto



Como o zigoto é a primeira célula de um indivíduo, assim que é formado já apresenta atividade e começa a realizar diversas mitoses. Por meio delas é que cresce e segue desenvolvendo. A esse primeiro fenômeno damos o nome de Clivagem ou Segmentação.

Mórula

As células originadas são chamadas de blastômeros, elas vão se unindo para formar a primeira estrutura geral do novo é chamada de Mórula. Nos humanos, o embrião- mórula é formado de três a quatro dias após a fecundação.

Ainda nesse período, uma cavidade interna começa a ser formada. Ela é preenchida com líquidos e se chama blastocele. Quando a cavidade está completamente formada, o embrião deixa a fase de Mórula e entra na fase de Blástula.

Blástula

A Blástula também pode ser chamada de Blastocisto e é uma fase embrionária comum no desenvolvimento de que qualquer ser do Reino Animal. Contudo, nos mamíferos que possuem placenta, ela se diferenciam em dois tipos de células:

- **Trofoblastos:** células que irão se desenvolver para gerar a placenta, anexos que auxiliam na nutrição durante a gestação.
- **Embrioblastos:** células que dão continuidade ao desenvolvimento corporal.

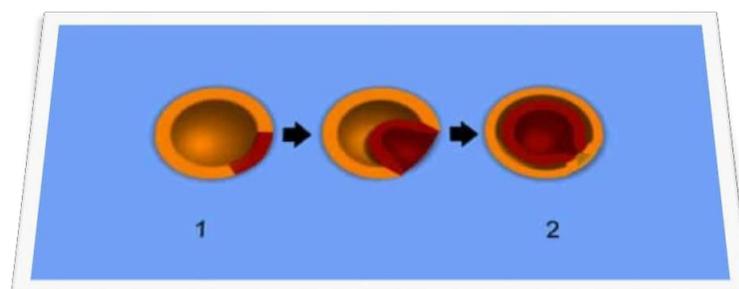
Nidação

Depois de ter passado pela fase de Mórula e estando ao final da fase de blástula (blastocisto), o embrião sai do local onde surgiu (nas trompas) e se desloca até atingir o colo do útero.

Aí ele se fixa para continuar o desenvolvimento e ter espaço para crescer em tamanho. Essa fixação é chamada de Nidação e ocorre cerca de uma semana após a fecundação, provocando um pequeno sangramento que sinaliza a gravidez.

2. Gastrulação

Figura 03. Formação da Gástrula



Durante esse processo, não só o número de células e funções aumenta, mas também o tamanho volumétrico. Agora, o embrião deixa a fase de Blástula e é chamado de Gástrula.

Gástrula

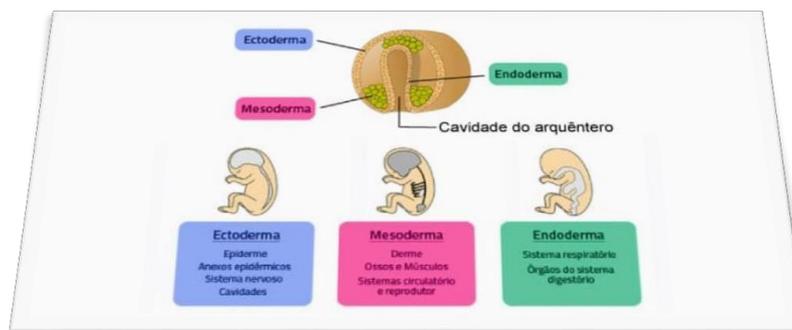
No início da gastrulação, determinadas células de um pólo continuam se multiplicando e começam a migrar para próximo do pólo oposto. Essa movimentação gera uma invaginação (fenda dobrável) na estrutura da Gástrula. O espaço formado é chamado de arquêntero e é a cavidade que dará origem ao tubo do sistema digestório.

Dependendo de qual parte será formada primeiro, podemos classificar os seres vivos em:

- **Deuterostômios:** a abertura do arquêntero pro meio externo (blastóporo) gera primeiro o ânus. Isso ocorre nos cordados e nos equinodermos.
- **Protostômios:** a abertura do arquêntero (blastóporo) gera primeiro a boca. Isso ocorre nos moluscos, anelídeos e artrópodes.

Folhetos Embrionários

Figura 04. Folhetos Germinativos ou Embrionários



Aqui também são formados os três folhetos embrionários ou germinativos. Eles sinalizam a diferenciação celular que forma os tecidos do corpo. A combinação de cada tipo de tecido irá gerar os órgãos. Os animais que apresentam três folhetos germinativos são chamados de triblásticos, eles são a maioria. Porém, há os diblásticos, apresentam 2 folhetos e os sem nenhum tipo!

Resumidamente, os folhetos são:

- **Ectoderma:** fica na parte mais externa e origina a pele, o sistema nervoso, pelos, unhas, glândulas mamárias, retina, nariz, orelhas, células bucais e a hipófise.
- **Endoderma:** localizado mais na porção interna, é o responsável pela formação dos revestimentos epiteliais internos (vias respiratórias e no trato gastrointestinal), glândulas da tireóide e paratireóide, timo, fígado, pâncreas, bexiga, tímpanos e outras estruturas auditivas.
- **Mesoderma:** fica entre o ectoderma e o endoderma, origina o músculo liso, cartilagem, tecidos conjuntivos, vasos sanguíneos e linfáticos, baço, rins, ovários, testículos e a maior parte do sistema cardiovascular.

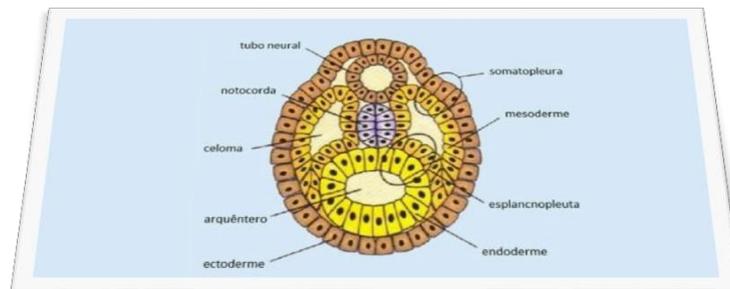
Celoma

Aqui também ocorre a formação do celoma. Ele é uma cavidade interna que serve de depósito dos órgãos do indivíduo, após o desenvolvimento completo. Contudo, nem todos os seres o possuem, portanto, temos as classificações conforme o Celoma:

- **Celomados:** possuem o celoma completo: cavidade completamente delimitada pelas mesoderme, como os cordados, moluscos, anelídeos, equinodermos e artrópodes.
- **Acelomados:** organismos que não possuem celoma, como os platelmintos.
- **Pseudocelomados:** possuem uma cavidade, mas ela não é totalmente delimitada pelas mesoderme, como os nematelmintos.

Nêurula e Notocorda

Figura 04. Representação da Nêurula e da Notocorda nos Cordados



Por fim, nos processos da Gastrulação de animais Cordados, é o momento em que a notocorda é formada.

Resumindo, ela é um cordão localizado bem no centro do embrião. Acima dela está o tubodorsal, que se desenvolverá até formar o Sistema Nervoso. Abaixo, está localizado o arquêntero (intestino primitivo), o mesmo que citamos no início deste tópico.

Nos vertebrados, é também a partir da notocorda que se forma a coluna vertebral, apesar de ela passar por uma série de transformações que você confere no nosso artigo sobre Cordados!

Como esta formação só ocorre nos Cordados e o embrião adquire uma nova característica, dizemos que alcançou a última fase embriológica: a Nêurula.

3. Organogênese

Chegamos ao final das etapas embriológicas. Na organogênese, os tecidos da fase anterior se organizam para começar a formar os órgãos.

Os primeiros que começam a se formar são os do sistema nervoso originados do ectoderma, por volta da terceira semana de gestação. Depois, os órgãos digestórios também ficam bem presentes. Por fim, os outros vão sendo formados e desenvolvidos em diferentes ritmos de

largada, mas todos são integrados e continuam se desenvolvendo ao mesmo tempo.

Importância da Embriologia

Figura 05. Exame de Ultrassonografia



A pesquisa relacionada à embriologia trouxe grande contribuição para a sociedade:

- Acompanhamento e monitoração da saúde das gestantes, dos embriões, fetos, bebês, e até o entendimento de alguns comportamentos dos recém-nascidos.
- A partir dela foi possível identificar causas de certas anomalias genéticas, investir na prevenção e no tratamento delas, além de aprender a lidar com esses casos.
- Também permitiu o aprimoramento das classificações da Taxonomia e da teoria da Evolução.
- Ajudou casais com dificuldade de engravidar. Contudo, essas técnicas esbarram em questões éticas e morais muito delicadas por estar lidando com a vida inicial de um ser e muitas vezes causar o descarte de embriões.

Por isso, existem várias técnicas diferentes, que em alguns países são consideradas lícitas ou ilícitas. Fertilização *in vitro* e inseminação artificial são diferentes vertentes de auxílio à fertilização.

- O zigoto, primeira célula de um indivíduo, contém em si todas as informações do ser completamente desenvolvido e vai se transformando em todos os tipos de célula. Por essa propriedade, chamamos as células iniciais de células-tronco. Existem três subtipos delas, de acordo com maior ou menor capacidade de transformação.

Essa descoberta auxiliou no tratamento de muitas doenças genéticas, mas também toca em um ponto delicado de ética e moral, pois muitos embriões estavam sendo gerados e usados apenas como fonte de matéria-prima. Logo depois morrem e são descartados, porque são retiradas a sua constituição essencial para o desenvolvimento.

Recentes estudos apontam que algumas dessas células permanecem na placenta logo após o parto, podendo ser congeladas para manter a atividade. Outras ainda, são encontradas no corpo do adulto, mas na medula que é um local altamente sensível. Assim, essas seriam alternativas para não ferir a ética e continuar com as terapias.

Curiosidades da Embriologia

- Na fase embrionária de todos os Cordados, inclusive a do ser humano, o corpo possui brânquias, membrana entre os dedos e uma pequena cauda! Mas ao longo do nosso desenvolvimento, vamos perdendo essas características ou elas se transformam. Nos humanos, as brânquias formam parte do canal auditivo e a caudaregide, formando o último osso da coluna vertebral: o cóccix.
- Assim que ocorre a fecundação, todo o sistema hormonal da mulher é alterado para sustentar uma boa gestação. Mesmo assim, como o Zigoto possui um material genético próprio e único, o corpo da mãe não reconhece o embrião como parte de seu corpo, mas sim como um ser diferente (antígeno).

Para impedir que o sistema imunológico da mãe confunda as coisas e expulse o embrião, ele mesmo produz um hormônio que “avisa” que ele é o filho, não um invasor! Existem casos em que a gestante está com alguma função fisiológica comprometida, seja por causas psicológicas ou físicas. Também há aqueles em que a fecundação sofreu interferência e gerou anomalias altamente prejudiciais ao embrião, impedindo a nidada ou até mesmo o desenvolvimento após esse período.

Os fatores hormonais é que mantêm a gestação (alta no hormônio progesterona), mas qualquer influência, como as citadas acima, pode baixar esses níveis. Assim, irá provocar um aborto espontâneo. O desenvolvimento do embrião será interrompido e o levará à morte, além de trazer consequências psicológicas e físicas para a gestante.

Por isso, as grávidas devem fazer constante monitoramento gestacional!

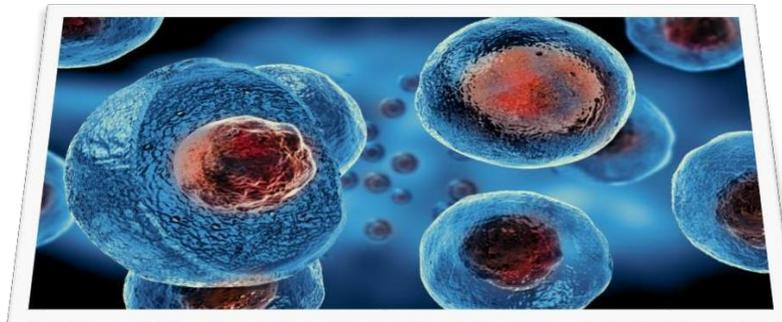
Como você pode observar no estudo da Taxonomia, os animais triblásticos, deuterostômios e celomados são mais complexos e ocupam maior escala na teoria da Evolução. Enquanto isso, os seres diblásticos e protostômios são considerados mais primitivos. Curioso, não?

Fonte: Adaptado de <https://beduka.com/blog/materias/biologia/embriologia>:

ANEXO VII

O QUE SÃO AS FAMOSAS CÉLULAS-TRONCO?

Figura 01. Células-Tronco



Responsáveis pela origem de todas as outras células e tecidos do corpo humano, as células-tronco também têm grande importância para o tratamento das leucemias.

O que são células tronco?

Segundo o Dr. Nelson Hamershlak, membro do Comitê Médico da Abrale e Coordenador de Hematologia e Transplante de Medula do Hospital Albert Einstein, as células-tronco são consideradas especiais devido a duas características que só elas possuem.

Figura 02. Multiplicação das Células-tronco



“A primeira delas é a capacidade de autorrenovação, ou seja, a capacidade de se multiplicar, mantendo seu estado indiferenciado. Assim proporcionando uma reposição constante de sua população nos tecidos. A segunda, e mais interessante ainda, é a capacidade de se diferenciar em diversos tipos celulares”, conta ele.

Ou seja, existe uma “célula inicial” que ao se dividir, origina uma “célula filha”. Essa célula filha pode seguir dois possíveis caminhos. O primeiro é ela ser idêntica à célula original, para que esse grupo se mantenha em uma quantidade constante. Já o segundo, é ela se diferenciar em outros grupos de células, cada um com suas características específicas.

Essas duas características das células-tronco são chamadas de divisão contínua e capacidade de

diferenciação celular, respectivamente.

O Dr. Hamerschlak explica que “à medida em que a célula se divide, e com o auxílio de diversos tipos de citoquinas, substâncias que interferem na diferenciação e crescimento celular, ela vai se tornando cada vez mais diferenciada para cumprir suas funções finais”.

Figura 03. Células Sanguíneas



O que são as células sanguíneas e como funcionam?

Cada uma delas desempenha um papel fundamental para a realização das atividades do corpo. E quando há um desarranjo, um câncer pode acontecer.

CÉLULAS-TRONCO onde são encontradas?

Para entender essa parte, precisamos voltar um pouquinho e saber que elas são divididas em três grandes grupos:

Grupo 1: as embrionárias (imaturas) Grupo 2: as adultas (maduras) Grupo 3: as induzidas

As células dos grupos 1 e 2 são consideradas originadas de fonte natural, pois é o próprio corpo humano que as fabrica. As células-tronco embrionárias são encontradas apenas no interior do embrião após 4 ou 5 dias da fecundação. Elas são conhecidas como pluripotentes, porque podem se transformar em qualquer tipo de célula adulta.

As células do grupo 2, as adultas, apesar do nome, não existem apenas em pessoas adultas. Elas são encontradas, principalmente, no cordão umbilical e na medula óssea do sangue.

Mas também podem ser encontradas em cada órgão do corpo humano, pois são responsáveis pela renovação das células daquele órgão. Essas são chamadas de células multipotentes.

Já as células-tronco induzidas são as produzidas em laboratório. Em 2007 foram feitas as primeiras células induzidas humanas a partir da pele. Elas são chamadas de células-tronco de plenipotência induzida.

Mas a diferenciação celular não acaba aí!

Dentro das células-tronco multipotentes existem outros dois subgrupos: as células-tronco mesenquimais e as hematopoiéticas.

“As mesenquimais estão relacionadas ao mesoderma. Elas constituem o estroma da medula óssea e acredita-se que tenha função imunomoduladora e de desenvolvimento de tecidos estromais, como ossos e cartilagem. Já as hematopoiéticas, encontradas no cordão umbilical e na medula óssea, servem para fabricar os glóbulos vermelhos, brancos e plaquetas e as células tronco-mesenquimais”.

CÉLULAS-TRONCO E LEUCEMIA como estão ligadas?

Como dito anteriormente, as células-tronco hematopoiéticas são responsáveis pela fabricação das células sanguíneas: glóbulos vermelhos, responsáveis pela oxigenação do corpo; glóbulos brancos, que defendem o organismo contra bactérias, vírus, dentre outros perigos; e as plaquetas, encarregadas por conter as hemorragias.

Quando os glóbulos brancos perdem sua função de defesa e passam a se reproduzir descontroladamente, ocorrem as leucemias.

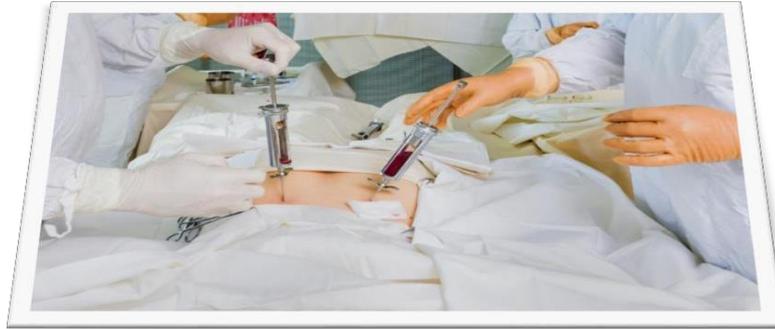
Figura 04. Células Sanguíneas Normais e Anormais



“A formação de um clone, em qualquer etapa da divisão celular das células-tronco hematopoiéticas, pode levar às leucemias. Hoje, sabe-se que elas são causadas por mutações genéticas somáticas (mutações não transmitidas hereditariamente) ”, explica o Dr. Hamerschlak.

No caso das leucemias agudas, há um rápido crescimento de células imaturas, os blastos. Explicando: o correto seria que a célula-tronco hematopoiética passasse pelo processo de maturação e se transformasse em uma célula sanguínea saudável, tornando-se adulta. Porém, durante esse processo, ocorre algum erro e a célula não consegue alcançar a maturação total, e fica como uma célula adolescente, já que não se desenvolveu completamente. Já no caso das leucemias crônicas, a célula consegue alcançar a fase adulta, porém elas são anormais devido a um erro durante o mesmo processo de maturação.

Figura 05. Retirada de Medula Óssea



Como acontece a doação de medula óssea?

Qual a aplicação das células-tronco na medicina?

O Dr. Hamershlak conta que “há muitos anos o transplante de medula óssea é um exemplo de terapia com células-tronco. Isso porque a químio e/ou a radioterapia destroem completamente a medula de um indivíduo para dar espaço para a infusão, enxertia e diferenciação de um novo tecido”, conta ele.

E complementa: “estas mesmas células podem também ser utilizadas para tratamento geneticamente modificado, fabricação de células T para controlar infecções virais, células *natural killer* (NK)”.

Fonte: Adaptado de <https://revista.abrale.org.br/o-que-sao-as-famosas-celulas-tronco/>

ANEXO VIII

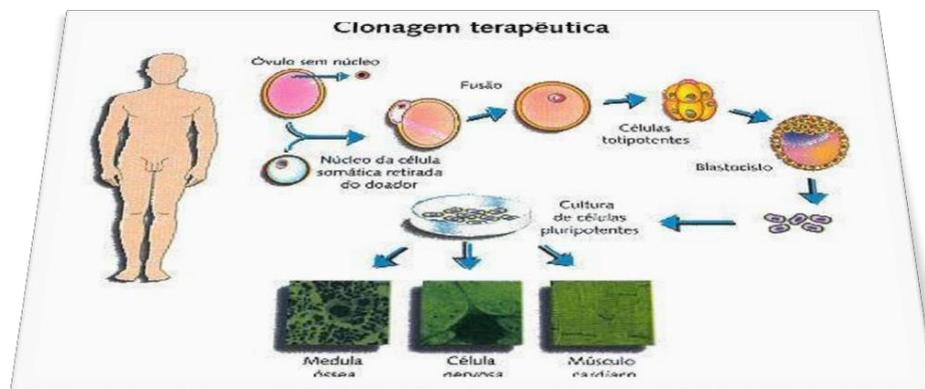
CLONAGEM TERAPÊUTICA PARA OBTENÇÃO DAS CÉLULAS-TRONCO

Se, em vez de inserirmos em um útero o óvulo cujo núcleo foi substituído por um de uma célula somática, deixarmos que ele se divida no laboratório, teremos a possibilidade de usar estas células - que na fase de blastocisto são pluripotentes - para fabricar diferentes tecidos. Isto abrirá perspectivas fantásticas para futuros tratamentos, porque hoje só se consegue cultivar em laboratório células com as mesmas características do tecido do qual foram retiradas. É importante que as pessoas entendam que, na clonagem para fins terapêuticos, serão gerados só tecidos, em laboratório, sem implantação no útero.

Não se trata de clonar um feto até alguns meses dentro do útero para depois lhe retirar os órgãos como alguns acreditam. *Também não há porque chamar esse óvulo de embrião após a transferência de núcleo porque ele nunca terá esse destino.*

Uma pesquisa publicada na revista *Science* por um grupo de cientistas coreanos (Hwang col., 2004) confirma a possibilidade de obter-se células-tronco pluripotentes a partir da técnica de clonagem terapêutica ou transferência de núcleos. O trabalho foi feito graças a participação de dezesseis mulheres voluntárias que doaram, ao todo, 242 óvulos e células "cumulus" (células que ficam ao redor dos óvulos) para contribuir com pesquisas visando à clonagem terapêutica. As células *cumulus*, que já são células diferenciadas, foram transferidas para os óvulos dos quais haviam sido retirados os próprios núcleos. Dentre esses, 25% conseguiram se dividir e chegar ao estágio de blastocisto, portanto, capazes de produzir linhagens de células-tronco pluripotentes.

Figura 01. Representação do Processo de Clonagem



A clonagem terapêutica teria a vantagem de evitar rejeição se o doador fosse a própria pessoa. Seria o caso, por exemplo, de reconstituir a medula em alguém que se tornou paraplégico após um acidente ou para substituir o tecido cardíaco em uma pessoa que sofreu um infarto. Entretanto, esta técnica tem suas limitações. O doador não poderia ser a própria pessoa quando se tratasse de alguém afetado por doença genética, pois a mutação patogênica causadora da doença estaria presente em todas as células. No caso de usar-se linhagens de células-tronco embrionárias de outra pessoa, ter-se-ia também o problema da compatibilidade entre o doador e o receptor. Seria o caso, por exemplo, de alguém afetado por distrofia muscular progressiva, pois haveria necessidade de se substituir seu tecido muscular. Ele não poderia utilizar-se de suas próprias células-tronco, mas de um doador compatível que poderia, eventualmente, ser um parente próximo.

Além disso, não sabemos se, no caso de células obtidas de uma pessoa idosa afetada pelo mal de Alzheimer, por exemplo, se as células clonadas teriam a mesma idade do doador ou se seriam células jovens. Uma outra questão em aberto diz respeito à reprogramação dos genes que poderiam inviabilizar o processo dependendo do tecido ou do órgão a ser substituído.

Em resumo, por mais que sejamos favoráveis à clonagem terapêutica, trata-se de uma tecnologia que necessita de muita pesquisa antes de ser aplicada no tratamento clínico. Por este motivo, a grande esperança, a curto prazo, *para terapia celular*, vem da utilização de células-tronco de outras fontes.

Fonte: Adaptado de http://www.ghente.org/temas/clonagem/index_txr.htm