



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
PROFBIO/UFSC

PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA

**EMBRIOLOGIA HUMANA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS INOVADORAS PARA O
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

FLORIANÓPOLIS

2024

PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA

**EMBRIOLOGIA HUMANA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS INOVADORAS PARA O
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Mestrado Profissional em Ensino Biologia em Rede Nacional – Profbio, da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Linha de pesquisa: Organização e Funcionamento dos Organismos.

Profa. Dra. Yara Maria Rauh Muller

FLORIANÓPOLIS

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

de Oliveira Silva, Priscilla
EMBRIOLOGIA HUMANA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS INOVADORAS
PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM / Priscilla de
Oliveira Silva ; orientadora, Yara Maria Rauh Müller, 2024.
53 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas,
Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia
- PROFBIO, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ensino de Biologia. 2. Desenvolvimento embrionário humano. 3. Recursos de ensino de embriologia. 4. Metodologias ativas. I. Maria Rauh Müller, Yara . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO. III. Título.

PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA

**EMBRIOLOGIA HUMANA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS INOVADORAS PARA O
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 12 de julho de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Yara Maria Rauh Muller, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

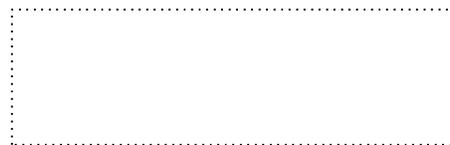
Prof.(a) Flavia Sant'anna Rios, Dr.(a)
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Prof. Gabriel Adan Araujo Leite, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.



Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Prof.(a) Yara Maria Rauh Muller, Dr.(a)
Orientador(a)

Florianópolis, 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois acredito que tudo só acontece com Sua permissão.

À minha família, que sempre acreditou no meu sucesso pessoal e profissional. Eles foram uma fonte constante de incentivo e apoio. Um agradecimento muito especial à minha mãe, Vicentina Eudazia, e ao meu tio, Aristeu Geovani, que não apenas me incentivaram, mas também foram minha inspiração ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

Agradeço profundamente ao meu esposo, Adriano Magalhães, por ser meu porto seguro e por me apoiar incondicionalmente, especialmente durante os momentos mais desafiadores. Sua presença foi essencial para a conclusão desta etapa da minha vida.

Estendo meus agradecimentos aos professores do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – Profbio, da Universidade Federal de Santa Catarina. Sua dedicação à docência e os valiosos ensinamentos foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Um agradecimento especial à minha professora orientadora Dra. Yara Muller, pela sua dedicação, experiência e expertise. Sua habilidade em me incentivar a desenvolver algo sempre melhor, de forma leve e acima de tudo humana, foi decisiva para realização deste trabalho.

Aos amigos que ganhei durante o curso, Ana Paula, Claudia, Carol, Leno e Michel que tornaram a trajetória mais fácil e divertida, proporcionando bons e inesquecíveis momentos. Vocês formaram uma verdadeira rede de apoio que foi fundamental em muitos momentos difíceis.

À todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha jornada até aqui e acreditaram no meu potencial. A cada um de vocês, meu sincero muito obrigado.

Por fim, agradeço o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil – Código de Financiamento 001, para a realização deste trabalho.



PROFBIO

Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Mestrando: Priscilla de Oliveira Silva
Título do TCM: Embriologia Humana: estratégias didáticas inovadoras para o processo de Ensino e Aprendizagem
<p>Minha jornada acadêmica e profissional começou na Universidade Estadual de Goiás, onde cursei Licenciatura em Ciências Biológicas. Foram quatro anos de dedicação intensa, durante os quais enfrentei um trajeto diário de quase 200 km entre Guapó, minha cidade natal, e Anápolis, onde a universidade está localizada. Apesar de o curso ser integral, consegui conciliar minha rotina com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq, atuando no projeto “Análise da Variação da Temperatura em Residências Populares com Diferentes Tipos de Coberturas e o Conforto Térmico”. Esta experiência enriqueceu profundamente minha formação acadêmica.</p> <p>Após concluir a graduação, ingressei rapidamente no mercado de trabalho, lecionando na educação básica da rede estadual de Goiás. Mesmo com uma carga horária extensa, o desejo de fazer um mestrado sempre esteve presente. Tentei ingressar no Profbio pela UnB, sem sucesso inicialmente. Entretanto, uma mudança significativa ocorreu em 2021, quando mudei-me para Florianópolis. Esta mudança me proporcionou uma nova chance de realizar o mestrado no Profbio, onde fui aprovada no exame nacional de acesso ao programa para o ingresso em 2022.</p> <p>O Profbio marcou um divisor de águas em minha carreira como professora de biologia. O programa me permitiu retornar ao ambiente acadêmico e aprimorar minha prática pedagógica, fortalecendo minha formação contínua. Durante o curso, tive a oportunidade de explorar um novo campo, a embriologia, distante da minha área de especialização na graduação. Esta experiência me tirou totalmente da zona de conforto e impulsionou tanto meu crescimento profissional quanto pessoal. Assim, desenvolvi o Produto Educacional - um guia de embriologia humana, que tem como principal propósito enriquecer as práticas educacionais.</p> <p>Com muita dedicação e empenho, concluí o mestrado com uma profunda sensação de realização, celebrando mais uma etapa cumprida em minha vida acadêmica e profissional. Este percurso não apenas moldou minha carreira, mas também reafirmou meu compromisso com a educação de qualidade.</p>

RESUMO

O desenvolvimento embrionário humano é um processo fascinante e complexo, caracterizado por uma sequência de eventos altamente organizados temporal e espacialmente. Para compreender esses eventos, que incluem a clivagem, a implantação do blastocisto no endométrio, a gastrulação, a morfogênese e a organogênese, bem como os demais processos essenciais à formação de um novo indivíduo, é fundamental que o tema seja trabalhado de maneira dinâmica e inovadora. No entanto, o processo de ensino e aprendizagem de Embriologia é marcado por dificuldades e desafios, tais como a falta de recursos didáticos adequados e a escassez de laboratórios equipados, que limitam a implementação de metodologias de ensino mais eficazes e interativas. Frequentemente, essas restrições fazem com que as práticas pedagógicas adotadas ainda se baseiem em modelos tradicionais, o que pode comprometer a dinâmica e a eficácia do aprendizado. Procurando contribuir para mudar esse cenário, o presente trabalho se propõe a desenvolver um material didático inovador, visando tornar mais efetivo e dinâmico o ensino de embriologia, enriquecendo a experiência educativa tanto para professores quanto para estudantes. Buscando atingir esse objetivo, o trabalho foi realizado em três etapas, iniciando com a pesquisa bibliográfica, que tem como principal característica o aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma análise criteriosa de obras já publicadas, permitindo conhecer melhor o objeto em estudo. Foi então planejado e elaborado um conjunto de atividades que contemplam aspectos importantes do desenvolvimento embrionário humano e que se aplicam ao Ensino Médio. Em resposta direta às lacunas identificadas tanto nos livros didáticos quanto nas práticas pedagógicas atuais, foi desenvolvido um guia didático, que inclui uma variedade de atividades interativas, tais como estudos de caso, projetos investigativos, modelagens e representações, que incentivam os alunos a explorar e entender as complexidades do desenvolvimento embrionário de forma crítica e aplicada. Este trabalho não apenas contribui para a melhoria do ensino de embriologia nas escolas, mas também serve como modelo para a reformulação de outros conteúdos, mostrando que é possível transformar o ensino em uma experiência mais envolvente e eficaz através de abordagens pedagógicas inovadoras.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento embrionário humano; Metodologias ativas; Recursos de ensino de embriologia; Guia didático; Ensino médio.

ABSTRACT

Human embryonic development is a fascinating and complex process, characterised by a sequence of events that are highly organised in time and space. In order to understand these events, which include cleavage, implantation of the blastocyst in the endometrium, gastrulation, morphogenesis and organogenesis, as well as the other processes essential to the formation of a new individual, it is essential that the subject is taught in a dynamic and innovative way. However, the process of teaching and learning Embryology is marked by difficulties and challenges, such as the lack of adequate teaching resources and the scarcity of equipped laboratories, which limit the implementation of more effective and interactive teaching methodologies. Often, these restrictions mean that the teaching practices adopted are still based on traditional models, which can jeopardise the dynamics and effectiveness of learning. In an attempt to help change this scenario, this research project aims to develop innovative teaching material to make the teaching of embryology more effective and dynamic, enriching the educational experience for both teachers and students. In order to achieve this objective, this work was carried out in three stages, starting with bibliographical research, the main characteristic of which is to improve and update knowledge through a careful analysis of works that have already been published, allowing a better understanding of the object under study. A set of activities was then planned and drawn up, covering important aspects of human embryonic development and applicable to secondary education. In direct response to the gaps identified in both textbooks and current teaching practices, a teaching guide was developed which includes a variety of interactive activities, such as case studies, investigative projects, modelling and representations, which encourage students to explore and understand the complexities of embryonic development in a critical and applied way. This research not only contributes to the improvement of embryology teaching in schools, but also serves as a model for the reformulation of other content, showing that it is possible to transform teaching into a more engaging and effective experience through innovative pedagogical approaches.

KEYWORDS: Human embryonic development; Active methodologies; Embryology teaching resources; Teaching guide; Secondary school

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática dos principais eventos do período pré-embriônico, de acordo com o(s) dia(s) de desenvolvimento.....	16
Figura 2 – Panorama geral do desenvolvimento humano. Sistema internacional de estadiamento (sistema Carnegie), baseado nas características morfológicas externas e internas dos indivíduos	17
Figura 3 – Representação da suscetibilidade do embrião/feto aos agentes teratogênicos durante os períodos do desenvolvimento	18
Figura 4 – Representação esquemática do crescimento de fetos em vista lateral. Note o expressivo crescimento entre a 12 ^a e a 16 ^a semanas e entre a 16 ^a e a 20 ^a semanas de desenvolvimento.....	19
Figura 5 – Coleções Moderna Plus, Multiversos e Ciências da Natureza - LOPES E ROSSO aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático-PNLD 2021.	29
Figura 6– Representação esquemática, em corte, de tipos de blástula.....	36
Figura 7– Representação esquemática em que se comparam os processos de gastrulação em anfioxo e anfíbio.....	37
Figura 8 – Pré-embrião na fase de mórula. (Imagem de microscopia eletrônica aumento $\approx \approx 2.5003$).....	37
Figura 9 – Imagens (dispostas aleatoriamente) de embriões em diferentes períodos (micrografias, vista externa, cortes, modelos), para que os estudantes organizem na sequência do desenvolvimento embrionário e relacione com alguns eventos.	41
Figura 10 – Ilustração do método utilizado para mensurar o comprimento.....	42
Figura 11 – Representação comparativa do tamanho do embrião com aproximadamente 56 dias (final do período embrionário).....	43
Figura 12 – Esquema ilustrando as mudanças nas proporções do corpo durante o período fetal. O crescimento do feto é acompanhado por mudanças drásticas na proporção: na 9 ^a semana, a cabeça do feto representa cerca da metade do seu comprimento cabeça nádegas (a “altura do feto sentado”), enquanto ao nascimento ela representa cerca de um quarto do comprimento cabeça nádegas	43
Figura 13 – Esquema em escala, ilustrando as alterações de tamanho dos fetos humanos da 12 ^a a 38 ^a semanas.	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios adotados na leitura crítica dos livros didáticos.....	29
Quadro 2 – Análise dos Livros didáticos utilizados como referência no presente estudo	34
Quadro 3 – Crescimento fetal.....	42
Quadro 4 – Relação de agentes teratogênicos e suas respectivas anomalias congênitas	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CCN – Comprimento cabeça-nádega

CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias

HIV – Vírus da imunodeficiência humana

ISTs – Infecções sexualmente transmissíveis

LSD – Dietilamida do ácido lisérgico

PBL – Problem-Based Learning – Aprendizagem Baseada em Problemas

PNLD – Programa Nacional do Livro e Material Didático

SAF – Síndrome Alcoólica Fetal

TBL – Team-Based Learning – Aprendizagem Baseada em Equipe

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Fundamentos de Embriologia Humana	14
1.2 O Ensino de Embriologia	20
1.3 As metodologias ativas	21
1.4 Recursos didáticos e o ensino de Embriologia.	24
2 OBJETIVOS	27
2.1 Objetivo Geral	27
2.2 Objetivos Específico	27
3 METODOLOGIA	28
3.1 Levantamento bibliográfico dos conteúdos de Embriologia	28
3.2 Planejamento das atividades	30
3.2.1 Recursos didáticos e abordagens norteadoras para a elaboração das atividades:.....	30
3.2.2 Avaliação das atividades propostas	31
3.3 Organização e elaboração do Recurso Educacional.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Análise do levantamento bibliográfico dos conteúdos de Embriologia	34
4.2 Metodologias ativas em ação: as atividades que compõem o Guia Didático	39
4.3 Principais enfoques destacados e trabalhados nas atividades	40
4.3.1 Atividade: Explorando o desenvolvimento embrionário através de pranchas de embriões em diferentes estágios	40
4.3.2 Atividade: Criando representações do desenvolvimento embrionário humano.....	41
4.3.3 Atividade: Observando e compreendendo como modifica o tamanho do embrião e feto ao longo da gestação.	42
4.3.4 Atividade: De que maneira os agentes teratogênicos influenciam o desenvolvimento embrionário e fetal ao longo da gestação?"	44
4.3.5 Atividade: Uma jornada de investigação e protagonismo.....	45
4.3 Elaboração do Guia Didático.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

REFERÊNCIAS 50

ANEXOS 54

1 INTRODUÇÃO

A embriologia humana é encantadora e conhecer um pouco mais dos processos envolvidos desde a fecundação até o nascimento é um estudo que muito acrescenta à formação de um professor. Todos somos curiosos para conhecer um pouco mais de “como os bebês se formam” e qual a razão de a gestação humana ser tão demorada, afinal são 9 meses de gestação. Assim, a escolha do tema “Embriologia Humana” para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCM) foi direcionada principalmente por uma preocupação pessoal com os desafios no ensino da embriologia no Ensino Médio.

Enquanto professora de Biologia na rede pública de ensino, tenho vivenciado a dificuldade em despertar o interesse dos alunos, principalmente ao abordar as etapas do desenvolvimento embrionário. Os conteúdos de embriologia geralmente são apresentados nos livros no capítulo sobre Reprodução, e frequentemente, imagens de embriologia humana são mostradas ao lado de imagens de outros animais, como anfioxos e anfíbios. Essa prática pode transmitir uma ideia equivocada sobre o desenvolvimento embrionário humano, ao sugerir uma similaridade exagerada entre os processos de desenvolvimento das diferentes espécies. Sem dúvida, compreender o desenvolvimento humano é desafiador, pois envolve a ocorrência simultânea de diversos eventos, exigindo que o estudante desenvolva uma visão espacial e temporal capaz de visualizar o embrião em sua tridimensionalidade.

Vencida essa etapa se fez necessário mergulhar nas metodologias ativas para pensar como usá-las em sala de aula ou em atividades remotas para despertar nos estudantes o interesse em descobrir mais sobre sua própria formação. Assim, foram planejadas e elaboradas algumas atividades para serem realizadas individuais ou em grupo, visando despertar o interesse e a curiosidade dos alunos, e serem agentes ativos de sua própria aprendizagem. Por fim, também lembramos dos professores que ministram aulas de embriologia, tanto no ensino médio ou talvez no ensino superior, quiçá em alguma disciplina ministrada no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, e elaboramos então o Recurso Educacional, um Guia Didático de Embriologia Humana. Este material busca tornar mais efetivo o processo de ensino aprendizagem, facilitando o entendimento e a construção do conhecimento nessa área tão importante para a compreensão da formação e desenvolvimento dos seres humanos.

1.1 Fundamentos de Embriologia Humana

A origem e desenvolvimento do ser humano antes do seu nascimento sempre foi uma temática de grande reflexão e contemplação humana. Ao longo da história, as diferentes populações sempre tiveram curiosidade e interesse em compreender a dinâmica envolvida na formação do ser humano, desde a sua origem até o nascimento. Essa busca pela informação na construção do conhecimento foi fundamental para compreender as relações das estruturas do corpo para o seu pleno funcionamento bem como as prováveis causas de anomalias congênitas (MOORE; PERSAUD; TORCHIA, 2022).

Estudos realizados com diferentes espécies de mamíferos, como também em outros vertebrados, evidenciam que o desenvolvimento de um embrião é um processo complexo, onde uma cascata de proteínas e outras substâncias químicas são produzidas e liberadas pelas células embrionárias durante o desenvolvimento. A cada etapa/fase, novas células vão sendo formadas (proliferação celular), são sinalizadas para onde devem ir (migração celular) e em que tipo celular se organizar (diferenciação celular). Assim, se estruturam células multipotentes, que continuam a proliferar, serem sinalizadas e se diferenciarem, de maneira a propiciar a formação de tecidos e órgãos, organizados em uma orientação geral de padrão corporal e, ao mesmo tempo específico para cada espécie (MUKHERJEE, 2023).

O estudo da Embriologia Humana engloba uma sequência de eventos que acontecem ao longo da formação de um novo indivíduo. Entre esses eventos destacam-se a gametogênese, ovulação, fecundação, clivagem, formação e implantação do blastocisto no endométrio, formação e diferenciação dos folhetos embrionários e a morfogênese e organogênese embrionária e fetal. É uma jornada longa que culmina com o nascimento do bebê, após 9 meses de gestação (NAZARI e MULLER, 2011).

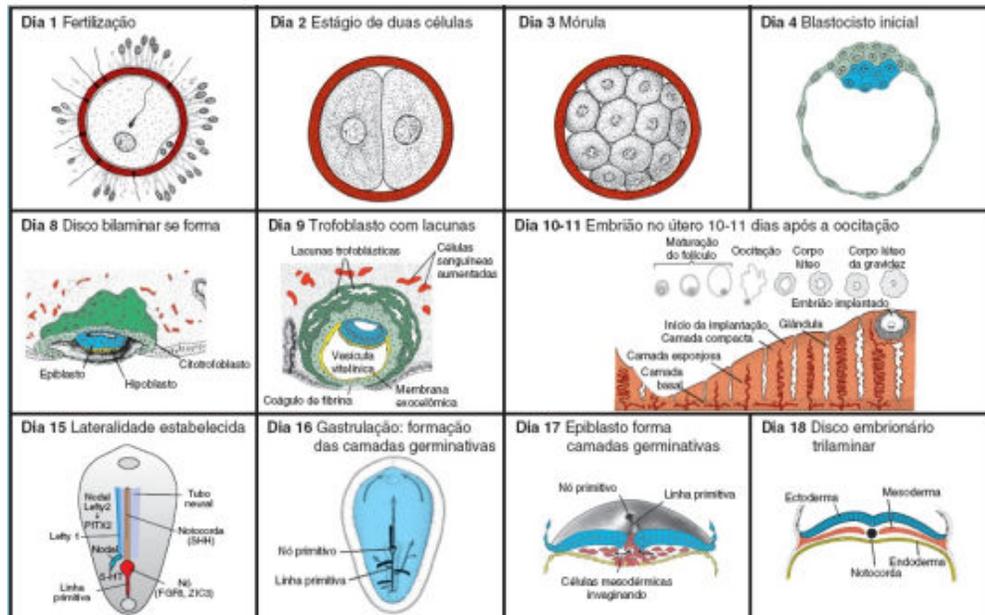
Clinicamente, a gestação humana está estruturada em três trimestres, refletindo distintas fases do desenvolvimento humano. O primeiro trimestre (1-12 semanas) é crucial, pois é quando se formam os tecidos e os sistemas do corpo começam a se desenvolver. No segundo trimestre (12-28 semanas), o feto cresce substancialmente, permitindo que detalhes anatômicos sejam claramente visualizados. Já no terceiro trimestre (28-40 semanas), há um intenso crescimento fetal com destaque para o amadurecimento dos órgãos e sistemas, que permitem sobreviver fora do útero em caso de um parto prematuro. Cada trimestre tem características próprias, sendo o primeiro o que requer mais cuidados, é nele que ocorrem a maioria dos abortos e muitas vezes a mulher sequer tem conhecimento que está grávida. A ultrassonografia é uma ferramenta valiosa para o acompanhamento do desenvolvimento fetal. É recomendável que seja

feito um ultrassom em cada trimestre de gestação, sendo que o exame de ultrassonografia de alta resolução (morfológico ou 3D), também são empregados para detectar grande parte das principais anomalias congênitas, com destaque para defeitos da face e membros, como também da acrania e anencefalia (Federação Brasileira das Associações de Ginecologia e Obstetrícia – FEBRASGO, 2018).

No contexto acadêmico, para melhor compreensão das transformações que ocorrem ao longo de toda a gestação, identificação de algumas especificidades temporalmente relevantes, bem como para facilitar o estudo da embriologia humana, os eventos e fases do desenvolvimento foram organizados em três períodos distintos: pré-embrionário (ou inicial), embrionário e fetal. Embora alguns eventos possam se sobrepor, a separação em períodos distintos ajuda a identificar as particularidades de cada um deles. Dessa forma, o entendimento clínico da gestação em trimestres complementa-se com a perspectiva embriológica, oferecendo uma visão integrada e detalhada dos processos que moldam o início da vida humana (MOORE; PERSAUD; TORCHIA, 2022).

O período pré-embrionário abrange as três primeiras semanas, durante as quais ocorre, a partir do zigoto, a formação dos blastômeros (clivagem) e a organização da mórula, bem como a formação e implantação do blastocisto, que geralmente ocorre no endométrio. Na 2ª semana temos que as células embrionárias estão organizadas numa estrutura plana, formada por duas camadas de células, o disco embrionário bilaminar (bidérmico). Na 3ª semana será organizado o disco embrionário trilaminar (tridérmico), ou seja, serão formados os três folhetos embrionários (camadas germinativas), o ectoderma, mesoderma e endoderma. Em humanos, assim como em todos os mamíferos, na gastrulação não há formação do blastóporo mas sim da linha primitiva, estrutura localizada na face superior do disco bilaminar, através da qual vão migrar células para organizar o mesoderma e o endoderma. Em seguida surge a notocorda, um bastão celular mediano formado a partir de células mesodérmicas, e que demarca o eixo ântero-posterior do futuro embrião, dando-lhe uma certa rigidez (Figura 01) (SADLER, 2016; SCHOENWOLF et al., 2016).

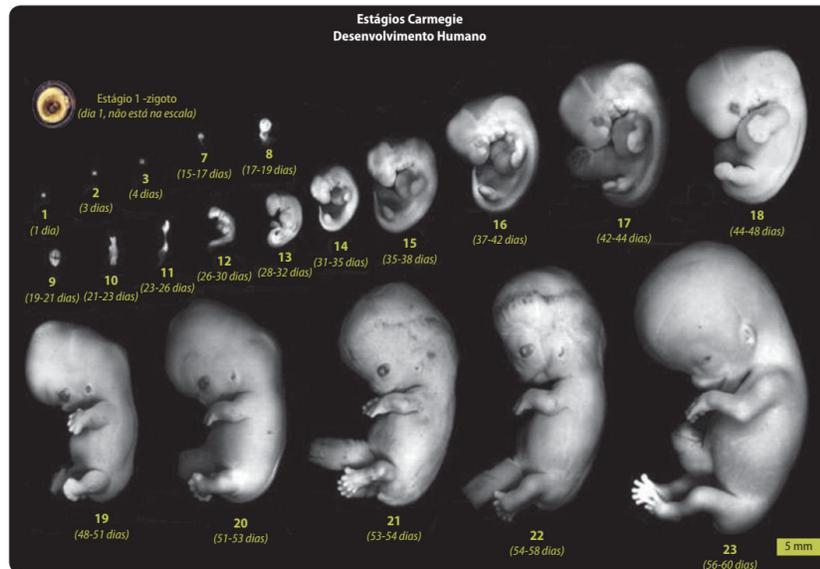
Figura 1 – Representação esquemática dos principais eventos do período pré-embrionário, de acordo com o(s) dia(s) de desenvolvimento



Fonte: Sadler, 2016.

O período embrionário ocorre entre o final da terceira/início da quarta ao final da oitava semana, e é marcado por intensa proliferação e diferenciação celular, transformando o disco embrionário trilaminar plano em um embrião em forma de tubo, processo também conhecido como fechamento do corpo do embrião. Durante esse período se formam os diferentes tecidos e órgãos sendo que na oitava semana são reconhecidas as principais estruturas externas e internas do corpo. É neste período que são adquiridas às características morfológicas externas humanas e o indivíduo em formação passa a ser denominado de embrião. No final da oitava semana, o embrião pesa cerca de 14g e seu comprimento total oscila entre 2,7 a 3,1cm (Figura 02) (MOORE; PERSAUD; TORCHIA, 2022; SADLER, 2016).

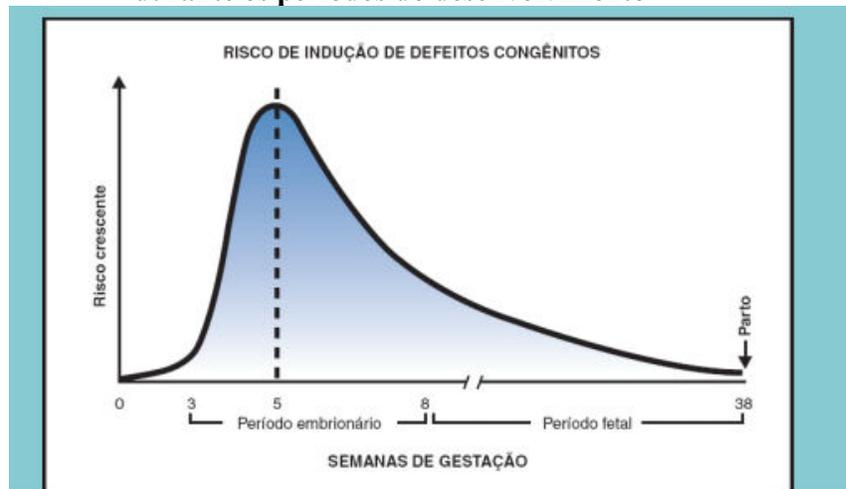
Figura 2 – Panorama geral do desenvolvimento humano. Sistema internacional de estadiamento (sistema Carnegie), baseado nas características morfológicas externas e internas dos indivíduos



Fonte: NAZARI e MULLER, 2011, adaptado de: <www.embryology.med.unsw.edu.au>.

Durante o período embrionário, a exposição do embrião a agentes teratogênicos representa o maior risco para o surgimento de anomalias congênitas severas, muitas das quais podem ser incompatíveis com a vida ou resultar em sequelas graves. Conforme demonstrado no gráfico (Figura 3), o risco é significativamente elevado entre a 5ª e a 8ª semana de gestação, que é o período mais sensível do desenvolvimento para a formação de tais anomalias. Após esse período, embora o risco diminua gradativamente, ainda persiste durante o restante da gestação, mas com menor intensidade (SADLER, 2016).

Figura 3 – Representação da suscetibilidade do embrião/feto aos agentes teratogênicos durante os períodos do desenvolvimento

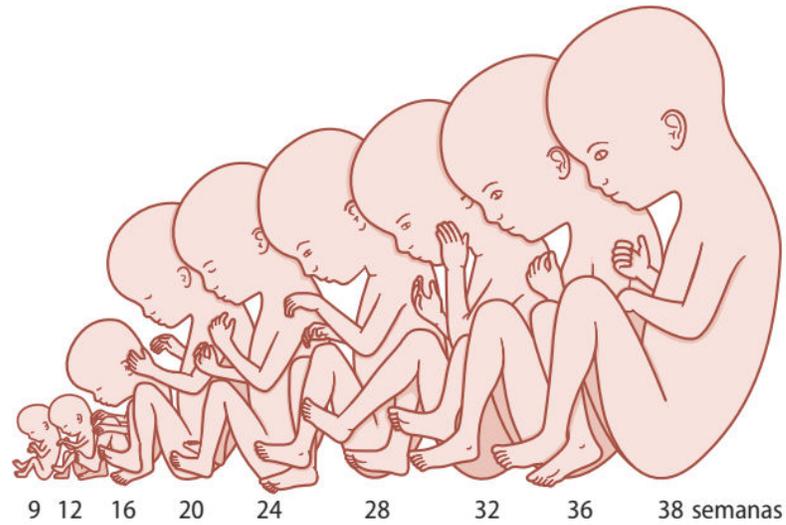


Fonte: Sadler, 2016

O período fetal se estende da nona até a trigésima oitava semana e é caracterizado por rápido crescimento e continuidade na diferenciação de tecidos, órgãos e sistemas. Nesta fase o aumento de peso e a maturação dos órgãos são significativos, e refletem as mudanças morfológicas e funcionais intrínsecas ao desenvolvimento humano, fundamentais para que ao nascimento as funções vitais sejam desempenhadas (MOORE; PERSAUD; TORCHIA, 2022).

O crescimento do feto ocorre principalmente no período compreendido entre o quarto e o sexto mês, enquanto a maior parte do peso é adquirida entre o sétimo e o nono mês (Figura 04). Como o crescimento do feto não ocorre com a mesma intensidade nas diferentes partes do corpo de modo que na nona semana a cabeça corresponde à metade do comprimento cabeça-nádegas e, ao nascimento, a cabeça corresponde a um quarto desse comprimento. Durante os primeiros anos de vida haverá um crescimento diferenciado do corpo para ajuste da relação entre a cabeça e o corpo (SCHOENWOLFF et al., 2016).

Figura 4 – Representação esquemática do crescimento de fetos em vista lateral. Note o expressivo crescimento entre a 12^a e a 16^a semanas e entre a 16^a e a 20^a semanas de desenvolvimento.



Fonte: NAZARI e MULLER, 2011, adaptado de Moore et al., 2002.

Como vimos, no desenvolvimento humano é possível identificar os processos de formação de tecidos, órgãos e sistemas, bem como reconhecer padrões temporais, que caracterizam a morfogênese e organogênese embrionária e fetal. Esse conhecimento tem uma abrangência muito mais ampla; ele desempenha também um papel importante na compreensão da anatomia e fisiologia de indivíduos adultos, bem como na integração entre a ciência básica e a clínica. Na área médica há algumas especialidades onde o conhecimento da embriologia humana é fundamental para o acompanhamento da gestação, do recém-nascido e de portadores de anomalias congênitas (MOORE; PERSAUD; TORCHIA, 2022). Temas relacionados à embriologia humana podem ser complementados com conhecimentos de outras áreas, como da bioquímica, biologia celular, biologia molecular e genética, o que possibilita uma melhor compreensão conceitual, como também um aconselhamento adequado em uma variedade de questões, abrangendo desde aspectos relacionados à reprodução, contracepção e anomalias congênitas até temas como fertilização *in vitro*, células-tronco e clonagem (MUKHERJEE, 2023).

A relevância desses conceitos em contextos amplos e interdisciplinares é destacada quando relacionada a temas como aborto, gravidez na adolescência, uso de drogas e ação de teratogênicos (SILVA, 2017). Os avanços científicos e tecnológicos que ocorreram nas últimas décadas podem apresentar implicações sociais e éticas, o que reforça o papel fundamental da embriologia na compreensão e discussão de temas contemporâneos, como a reprodução assistida (SANTOS; RIBEIRO; PRUDÊNCIO, 2022).

1.2 O Ensino de Embriologia

O ensino de embriologia humana apresenta desafios significativos tanto em ambientes escolares quanto universitários, principalmente devido à complexidade dos conceitos e da nomenclatura específica desta temática (OLIVEIRA et al., 2022). Além disso, compreender a tridimensionalidade do embrião não é tarefa fácil e exige domínio por parte do professor para que possa explicar de maneira simplificada a disposição espacial das estruturas embrionárias. Esses desafios são exacerbados pela falta de recursos didáticos adequados e laboratórios bem equipados, que frequentemente limitam a implementação de metodologias de ensino mais eficazes e interativas. Além destas questões é necessário salientar que nem sempre os professores têm domínio do conteúdo de embriologia, exigindo um valioso tempo para preparação das aulas, de maneira a torná-las interessantes e instigantes (SANTOS, RIBEIRO e PRUDÊNCIO, 2022).

Este cenário é agravado em cursos de graduação, onde professores muitas vezes não são instrumentalizados e nem incentivados a utilizar materiais alternativos em suas aulas. Como resultado, a falta de experiência e insegurança na abordagem do conteúdo, acaba levando o professor a uma dependência de metodologias tradicionais, como o uso predominante do quadro negro ou branco e dos livros didáticos (SOUZA et al., 2020).

Os livros didáticos são um recurso importante no ensino, pois é uma maneira de os estudantes matriculados em escolas públicas localizadas em diferentes regiões brasileiras terem acesso ao mesmo conteúdo. Sem dúvida a leitura de textos curtos e a interpretação de gráficos e imagens, incentivam a produção textual, no entanto não é oportuno que seja o único recurso utilizado como material didático. Essa prática pode ser particularmente limitante no ensino de embriologia da educação básica, onde os livros didáticos frequentemente oferecem uma visão superficial dos complexos processos biológicos envolvidos. Esses materiais tendem a resumir todo o processo de desenvolvimento embrionário em apenas algumas páginas, omitindo informações importantes para a compreensão integral do assunto. Além disso, a qualidade e a precisão das ilustrações, que são cruciais para visualizar estruturas e processos embriológicos, muitas vezes são inadequadas. Essas lacunas na informação e as deficiências nas ilustrações podem dificultar que os estudantes desenvolvam uma compreensão clara e precisa da organização e do desenvolvimento embrionário (MARONN; HERMEL, 2020).

A embriologia também é cercada por tabus e informações equivocadas, sendo responsabilidade dos professores desmistificar o tema e adotar metodologias diversificadas que

favoreçam a compreensão dos alunos, tanto na educação básica quanto no ensino superior. Nesse contexto, professores muitas vezes recorrem à internet em busca de recursos como imagens e vídeos, que nem sempre são confiáveis. Conseqüentemente, muitos professores reconhecem a necessidade de desenvolver e implementar estratégias pedagógicas mais eficazes para ensinar embriologia, superando as barreiras presentes nesse campo do ensino (RIBEIRO, 2018).

O artigo de autoria de Oliveira et al. (2022) enfatiza a importância de enriquecer o ensino de embriologia geral e a embriologia humana durante o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, possibilitando aos futuros professores uma formação mais abrangente, completa e interdisciplinar. Isso não apenas aprimoraria sua capacidade de transmitir conhecimento, mas também os habilitaria a abordar questões complexas e relevantes relacionadas à biologia humana e reprodução, promovendo um aprendizado mais contextualizado para seus futuros alunos.

A integração de recursos didáticos alternativos e metodologias ativas de ensino é essencial para superar as limitações tradicionais e engajar efetivamente os estudantes em uma experiência educativa mais dinâmica e significativa. Assim, a ideia de desenvolver um Guia Didático de Embriologia Humana surgiu como uma ferramenta para auxiliar na construção desse conhecimento, visando atrair o interesse dos estudantes e conseqüentemente, envolvê-los em uma aprendizagem significativa.

Logo, direciono a atenção ao processo de ensino aprendizagem da embriologia, propondo o uso de metodologias ativas que explorem a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos fundamentais e desenvolver habilidades, possibilitando, assim que os estudantes explorem os diversos processos do desenvolvimento humano, desde a concepção até o nascimento, ampliando não apenas o entendimento sobre a complexidade da vida, mas também estimulando a curiosidade e promovendo uma compreensão mais significativa do percurso educacional.

1.3 As metodologias ativas

Ao longo do tempo, a educação passou por várias mudanças, incluindo a incorporação de tecnologias digitais e métodos de ensino mais interativos. No entanto, o processo de ensino e aprendizagem em muitas instituições ainda segue um modelo tradicional e sistemático, onde as aulas expositivas, demasiadamente centradas no professor, pouco contribuem para que os estudantes sejam os atores do seu aprendizado. Para que essa mudança aconteça, retirando o

aluno do papel passivo de receptor da informação, e o professor do papel exclusivo de transmissor do conhecimento, é necessário uma reflexão contínua sobre o modelo de ensino adotado em grande parte das escolas brasileiras, buscando o aprimoramento de práticas e metodologias ativas, que estimulem a autonomia e a independência dos estudantes (SCARPA e CAMPOS, 2018).

Consonante as metodologias ativas, o Ensino Investigativo surge como uma abordagem didática em que as estratégias utilizadas buscam envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem. Scarpa e Campos (2018) propõem que, em sala de aula, o processo de ensino seja conduzido por meio de um ciclo investigativo, que incorpora etapas importantes do método científico.

Essas etapas começam com a problematização, que busca despertar a curiosidade dos estudantes sobre determinado assunto. Segue-se a formulação de hipóteses, na qual os estudantes propõem possíveis explicações para a problemática apresentada. A investigação ocorre na sequência, com a coleta de dados e informações através de variadas estratégias. Após isso, na etapa de interpretação dos dados, os conceitos são utilizados para analisar os dados coletados, permitindo a construção de novos conhecimentos. Por fim, na fase de conclusão, espera-se que os estudantes elaborem explicações, afirmações ou posicionamentos que respondam efetivamente à questão inicialmente investigada. Este ciclo investigativo não apenas engaja os alunos na aprendizagem, mas também promove o desenvolvimento de habilidades essenciais de pensamento crítico e resolução de problemas (SCARPA e CAMPOS, 2018). As autoras argumentam que o propósito do ensino investigativo não é necessariamente formar cientistas ou replicar métodos científicos na escola. Em vez disso, esse método tem como foco proporcionar um ambiente educacional onde os estudantes possam ativamente questionar e interagir, permitindo-lhes refletir sobre os fenômenos enquanto desenvolvem habilidades, conhecimento e autonomia de pensamento.

Trivelato e Tonidandel (2015) enfatizam a importância de ir além da simples aquisição de conteúdos científicos, direcionando o ensino para a integração dos estudantes na cultura científica e o desenvolvimento de habilidades ligadas ao "fazer científico". Eles argumentam que, além dos procedimentos práticos, é crucial motivar os alunos e estimulá-los à reflexão, discussão, explicação e relato, componentes essenciais da investigação científica. Os autores exemplificam essa abordagem com a implementação de sequências de ensino de biologia baseadas em investigação, que utilizam representações gráficas, esquemáticas ou modelos como evidências para demonstrar novos conhecimentos. Essas sequências visam desenvolver habilidades de argumentação e aproximação dos estudantes com a cultura científica, marcando

uma transição no foco educacional para uma participação mais ativa na construção do seu próprio conhecimento.

É importante destacar que as percepções acerca do significado do "fazer científico" passaram por transformações significativas nas últimas décadas. O procedimento científico transcende a simples demonstração ou execução de experimentos e utilização de equipamentos de laboratório, uma visão limitada e enganosa que sugere que a linguagem é meramente um meio de relatar descobertas, omite sua função na construção de novas ideias e conhecimentos gerados nas atividades científicas. As interações discursivas possibilitam a construção de relações, generalizações e contextualizações do conhecimento científico, permitindo identificar as dificuldades do aluno a partir dos significados já construídos (CORAZZA; MAGALHÃES JÚNIOR; LORENCINI JR., 2014).

Estudos no âmbito educacional destacam a importância da prática da argumentação em sala de aula. Essas pesquisas enfatizam, também, a necessidade de incorporar abordagens investigativas como estratégia para abordar problemas e criar ambientes propícios à construção do conhecimento científico. O ensino através de atividades investigativas parte do pressuposto de proporcionar, aos alunos, mais do que o trabalho centrado apenas na resolução prática de problemas, buscando também fornecer o contato com uma variedade de temas científicos, com foco principalmente nas dimensões sociais e naturais associadas ao uso destes conhecimentos e dos adventos deles provenientes (SASSERON, 2020; MUNFORD e SILVA, 2015)

Nesse contexto, torna-se essencial proporcionar aos alunos experiências que vão além da teoria, permitindo que eles mergulhem em práticas e processos dinâmicos que impulsionam o avanço do conhecimento científico e tecnológico. Conforme destacado por Tonidandel (2008, 2013), a promoção dessas situações não apenas instiga a compreensão dos conceitos, mas também capacita os alunos a participarem ativamente do processo de construção do conhecimento.

A elaboração e aplicação de atividades, cuidadosamente selecionadas para fomentar a reflexão e a discussão entre os estudantes, e sempre que possível abordando temas integrados ao cotidiano escolar e à vivência, ilustra de forma direta o uso de metodologias ativas de aprendizagem. Essa abordagem visa colocar o aluno no papel de protagonista do seu próprio conhecimento. Para além de ser uma prática construtiva que favorece a autonomia do discente, essa estratégia estimula a curiosidade e promove o envolvimento, tanto a nível individual quanto coletivo, conforme destacado por Borges e Alencar (2014).

1.4 Recursos didáticos e o ensino de Embriologia.

O ensino de embriologia para estudantes do ensino médio sem dúvida é complexo e abstrato, marcado por dificuldades e desafios, relacionados tanto à apresentação do conteúdo pelos docentes, quanto pela compreensão e interesse dos estudantes. No que se refere aos objetos de conhecimento, só a fase inicial que engloba a gametogênese feminina e masculina, já abrange uma série de eventos, seguidos dos processos biológicos que vão desde a fecundação do ovócito pelo espermatozoide até a formação de um organismo completo, passando sequencialmente pela clivagem do zigoto, fases de mórula, blástula, gástrula e organogênese (AMABIS e MARTHO, 2016).

A forma como o professor aborda esses conteúdos nas aulas, pode ser um fator primordial para a falta de interesse do estudante. O ensino pautado no repasse de informações, onde o professor é comunicador e seus estudantes ouvintes, incentiva a memorização de conteúdos – estes agregados a nomenclaturas e conceitos complexos, que podem contribuir para a falta de motivação e o desinteresse destes conteúdos por parte dos estudantes (BOZZA, 2016).

No que diz respeito as estratégias alternativas de ensino de embriologia, cabe mencionar que a falta de recursos laboratoriais, tecnológicos e didáticos na maioria das escolas públicas, também é um fator propulsor das dificuldades de aprendizagem, pois as aulas ficam restritas a teoria e livro didático, distanciando ainda mais a atenção, participação e curiosidade dos discentes pela busca do conhecimento (MARONN e HERMEL, 2020).

Esta dificuldade é ainda mais intensificada pelas dimensões microscópicas das estruturas embrionárias no início do desenvolvimento e a quantidade de detalhes e nomenclaturas específicas presentes nessa área de estudo (KRAMER e SOLEY, 2002). Segundo os mesmos autores, informações que são meramente decoradas, sem uma compreensão ou visualização adequada, não promovem um aprendizado duradouro. Isso ocorre porque há uma grande dificuldade em relembrar conteúdos que foram apenas memorizados sem uma real compreensão.

Visualizar a sequência de eventos que caracteriza o processo de desenvolvimento embrionário no âmbito apenas imaginário, é algo que torna a aprendizagem pouco ou nada compreensiva. Desta forma, a elaboração e a produção de materiais didáticos, que atendam às necessidades dos estudantes no processo educacional, são de fundamental importância, pois visa contornar o problema do desinteresse nos alunos e potencializar a aprendizagem significativa (OLIVEIRA et al., 2012).

Uma alternativa educacional para colocar em prática a metodologia ativa no ensino da embriologia, é a construção de modelos didáticos, definido por Paz et al. (2006) como uma representação física tridimensional, que objetiva proporcionar uma visualização espacial das estruturas e dos processos que ocorrem ao longo do desenvolvimento, buscando uma participação mais efetiva dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, é necessário repensar como os modelos podem ser trabalhados de maneira a serem compreendidos e não apenas visualizados ilustrativamente.

Além disso, a exploração do desenvolvimento embrionário através de pranchas de embriões em diferentes estágios e a representação das variações de tamanho do feto, são atividades importantes para o ensino de embriologia, pois facilitam também a compreensão visual e concreta das etapas e mudanças físicas ocorridas durante a gestação, reforçando a aprendizagem através da observação direta.

Adicionalmente as experiências visuais e interativas, um ponto importante, é a abordagem de temas contemporâneos, que levam questões sociais e éticas para reflexão e discussão, ultrapassando a dimensão conceitual e contribuindo para a construção da identidade dos estudantes (SANTOS; RIBEIRO; PRUDÊNCIO, 2022).

Conforme Silva, Macedo e Martins (2019), ensinar é criar métodos que tenham potencial para mobilizar a atenção, participação e curiosidade dos alunos na construção de novos conhecimentos. Essas estratégias são fundamentais para desenvolver um pensamento crítico e científico e preparar os estudantes para enfrentar desafios futuros, com o objetivo de formar cidadãos conscientes e ativamente engajados na sociedade.

De acordo com Bueno et al. (2018), aulas inovadoras, as quais englobam metodologias ativas, que se distanciam do ensino tradicional, aumentam o interesse pelo aprendizado e incentivam a busca pelo conhecimento, tornando o aluno protagonista de seu próprio saber. Esse enfoque não apenas incentiva os alunos, mas também os capacita a pensar e aprender de forma mais crítica e autônoma.

Nesse sentido, propõe-se a introdução de uma variedade de atividades com uso de metodologias ativas para que o professor possa escolher aquelas que melhor se alinham aos objetivos educacionais específicos e ao perfil da turma. Essa flexibilidade permite uma personalização do processo de ensino, tornando possível adaptar as atividades a diferentes realidades de professores, alunos e da infraestrutura disponível nas escolas públicas brasileiras

A elaboração de recursos didáticos que visam tornar mais efetivo o processo de ensino-aprendizagem de embriologia humana no Ensino Médio é de extrema importância, especialmente diante da escassez de materiais adequados nesta área. Ao adotar tal estratégia,

espera-se não apenas tornar o ensino de embriologia mais acessível e envolvente, mas também enriquecer a experiência educativa tanto para professores quanto para estudantes, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de uma formação científica e cidadã.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um material complementar aos livros didáticos, visando enriquecer o ensino de Embriologia Humana, oferecendo aos professores recursos que promovam um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e significativo.

2.2 Objetivos Específico

- Analisar a abordagem do desenvolvimento embrionário humano nos livros didáticos, por meio de uma pesquisa bibliográfica que inclua a análise dos conteúdos de embriologia presentes nesses livros e em outras fontes, como artigos científicos, dissertações e teses.
- Incentivar e estimular o protagonismo dos estudantes por meio de atividades diversificadas para o estudo de embriologia.
- Elaborar um Guia Didático de Embriologia Humana como recurso educacional, que pode tornar o processo de ensino aprendizagem da temática mais envolvente, enriquecedor e efetivo.

3 METODOLOGIA

Para buscar respostas à indagação sobre como desenvolver um material didático, visando tornar mais efetivo o processo de ensino-aprendizagem de embriologia no Ensino Médio, optou-se pela pesquisa de caráter qualitativo, pautada em GONZÁLEZ (2020), por se tratar de um processo dinâmico que busca analisar diretamente as contribuições para a aprendizagem. Para isso, foi realizada a pesquisa bibliográfica, que de acordo com Sousa et al. (2021) é uma importante metodologia no âmbito da educação, a partir de conhecimentos já estudados, o pesquisador busca analisá-los para responder seu problema do objeto de estudar ou comprovar suas hipóteses, adquirindo novos conhecimentos sobre o assunto pesquisado.

O percurso metodológico deste trabalho foi organizado em três etapas

1. Levantamento bibliográfico: para estabelecer uma base sólida de conhecimento existente sobre o tema em questão, permitindo uma compreensão abrangente e fundamentada, além de subsidiar a criação de materiais didáticos adequados.
2. Planejamento e organização das atividades didáticas: onde foram estabelecimento de metas e ações específicas, e definição das estratégias pedagógicas a serem utilizadas.
3. Organização e elaboração do recurso educacional: concepção dos conteúdos do Guia de Ensino de Embriologia.

3.1 Levantamento bibliográfico dos conteúdos de Embriologia

Consistiu em:

- Pesquisa bibliográfica de livros acadêmicos de embriologia geral e embriologia humana;
- Pesquisa bibliográfica de artigos acadêmicos que abordam metodologias ativas na área de ciências ou ensino de embriologia;
- Pesquisa bibliográfica seguida de uma análise crítica dos conteúdos de embriologia geral e embriologia humana, de livros didáticos da educação básica. Foram escolhidos três livros que fazem parte das coleções da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático-PNLD 2021. Essas coleções são utilizadas nas escolas públicas onde lecionei nos anos de 2022 e 2023 e foram trabalhados nas aulas de embriologia (Figura 05).

Figura 5 – Coleções Moderna Plus, Multiversos e Ciências da Natureza - LOPES E ROSSO aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático-PNLD 2021.



Fonte: Guia digital PNLD 2021. Disponível em: https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia_pnld_2021_didatico_pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias.pdf Acesso em 10 nov. 2023.

A avaliação dos livros foi conduzida por uma pesquisa exploratória para identificar os materiais de estudo disponíveis; e uma leitura analítica, na qual foram estabelecidos critérios para análise dos conteúdos específicos de embriologia humana e dos aspectos didático metodológicos pertinentes ao processo de ensino e aprendizagem da temática em questão (Quadro 1) (Souza et al., 2020).

Quadro 1 – Critérios adotados na leitura crítica dos livros didáticos

CRITÉRIOS	ESPECIFICAÇÕES
Conteúdo e Organização	Avaliação do material didático, com base no conteúdo educacional e na forma como esse conteúdo é organizado e apresentado, considerando aspectos como relevância e abordagem do conteúdo.
Nível de profundidade e interdisciplinaridade.	Análise da extensão e profundidade com que os conceitos são apresentados, se o livro aborda temas de forma interdisciplinar, conectando conceitos e conteúdo de diferentes disciplinas.
Recursos Visuais: imagens, escalas, infográficos, tabelas etc.	Análise dos elementos gráficos presentes em um livro didático. Os elementos visuais devem ser claros e legíveis, e estar alinhados e integrados ao conteúdo textual.
Sugestões de materiais complementares: atividades, jogos etc.	Verifica a oferta de recursos adicionais que podem enriquecer e aprofundar a aprendizagem dos alunos. Esses materiais complementares podem incluir uma variedade de elementos, como atividades práticas, jogos educativos, leituras adicionais, vídeos, sites recomendados, entre outros.

Fonte: elaborado pela autora (2023); baseado no trabalho de SOUZA et al., 2020.

Além da parte específica de embriologia, a pesquisa também abordou as metodologias ativas e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem. Para isso, realizou-se um levantamento nas principais bases de dados, incluindo EduCapes, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os descritores - metodologias ativas. Esta busca resultou na identificação dos tipos de metodologias ativas mais comumente utilizados e na análise de sua importância para o ensino. Os trabalhos selecionados estão diretamente relacionados ao tema estudado, permitindo uma análise de como essas abordagens pedagógicas contribuem para o objeto investigado.

3.2 Planejamento das atividades

Nesta etapa do processo, foi realizado um levantamento das práticas voltadas para o desenvolvimento de atividades investigativas, conforme os critérios propostos por Carvalho (2013) e Sasseron (2015), definindo claramente os objetivos específicos de cada atividade, alinhados às competências e habilidades da BNCC (BRASIL, 2017).

3.2.1 Recursos didáticos e abordagens norteadoras para a elaboração das atividades:

1. Pranchas de figuras e esquemas didáticos de embriões humanos em diferentes etapas/fases para caracterização da temporalidade do desenvolvimento;
2. Construção de Modelos Tridimensionais (massinha de modelar, papel colorido e outros materiais), para representação das estruturas embrionárias do período inicial e do período embrionário;
3. Esquemas e tabelas de fetos de diferentes idades (3º ao 6º mês) representando visualmente as mudanças no tamanho do feto até o nascimento, para compreensão das dimensões e do crescimento progressivo;
4. Textos e estudo de casos relacionados à embriologia, para discussão da influência de fatores ambientais no desenvolvimento embrionário;
5. Problematização dos conteúdos: Através de perguntas norteadoras, os estudantes são estimulados a questionar, explorar e conectar conceitos, promovendo a busca autônoma por informações e o desenvolvimento de habilidades críticas.

O trabalho envolveu a construção de atividades fundamentadas no ensino investigativo, que integrem os conteúdos de forma dinâmica e contextualizada, visando não só apoiar os professores na abordagem do conteúdo, mas também incentivar a autonomia dos alunos.

As metodologias ativas contempladas nesta pesquisa enfatizam o desenvolvimento de habilidades manuais através de atividades como desenho, modelagem, recorte e montagem. Adicionalmente, métodos que promovem o trabalho colaborativo, tais como exposições e apresentações orais, foram igualmente destacados. Entre os recursos pedagógicos selecionados, destacam-se a Problematização, baseada no Arco de Charles Maguerez, a Aprendizagem Baseada em Problemas (problem-based learning - PBL), a Aprendizagem Baseada em Equipe (team-based learning -TBL), o uso de Modelos Didáticos, a Gallery Walk (caminhar pela galeria) e os Estudos de Casos. É importante destacar que as metodologias ativas não consistem em abordagens isoladas ou únicas; elas são caracterizadas principalmente pela promoção da autonomia do aluno, ao trazê-lo para o centro do processo educativo, buscando envolvê-lo ativamente no seu próprio processo de ensino aprendizagem.

Resumindo, as metodologias ativas abordadas neste trabalho representam apenas uma seleção das várias abordagens disponíveis que os professores podem utilizar para enriquecer suas aulas e contribuir para o desenvolvimento educacional de seus alunos.

Cada atividade desenvolvida é acompanhada de uma descrição clara de seus objetivos, da proposta pedagógica, dos materiais necessários e dos procedimentos a serem seguidos. Esta estruturação busca facilitar a implementação das atividades pelos professores.

3.2.2 Avaliação das atividades propostas

Ao mesmo tempo que foram elaboradas atividades diversificadas para o ensino de embriologia humana, procurou-se também contemplar diferentes estratégias avaliativas. O processo inicia com uma avaliação diagnóstica para entender o conhecimento prévio dos estudantes, identificar lacunas, e compreender o contexto em que estão inseridos. A avaliação diagnóstica permite adaptar o ensino de forma significativa às necessidades dos alunos.

À medida que as atividades são realizadas, é essencial que o professor acompanhe o progresso dos alunos e documente as evidências de aprendizagem. Esse acompanhamento contínuo, conhecido como avaliação formativa, inclui fornecer feedback regular e é importante para identificar áreas que podem necessitar de reforço adicional. Além disso, incentiva os estudantes a refletirem sobre seu próprio aprendizado, facilitando ajustes e melhorias contínuas no processo educativo.

O planejamento das atividades futuras é ajustado com base na análise das evidências de aprendizagem coletadas, assegurando que ele esteja alinhado com o desenvolvimento observado na turma. O ciclo de ensino conclui com uma avaliação somativa para determinar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados. É importante notar que, independentemente do formato dessa avaliação — seja uma prova tradicional ou outro método —, o elemento fundamental é utilizar os resultados para reflexão e aprimoramento de práticas educativas futuras.

Espera-se que, por meio dessas estratégias, os alunos desenvolvam competências e habilidades delineadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Isso inclui pensar criticamente sobre processos biológicos complexos, aplicar conhecimento teórico em situações práticas e trabalhar colaborativamente em tarefas que demandam a integração de diversas perspectivas. Essa combinação de avaliação contínua e desenvolvimento de habilidades estratégicas é projetada para fornecer aos estudantes as ferramentas necessárias para um aprendizado profundo e duradouro.

3.3 Organização e elaboração do Recurso Educacional

O projeto tem como produto o Guia Didático de Embriologia Humana (digital e impresso), que tem como objetivo principal a elaboração de um roteiro de atividades que pode ser reproduzido e/ou adaptado por professores do ensino médio, tornando a abordagem da temática “Embriologia” mais significativa e participativa, auxiliando a prática pedagógica dos docentes.

Cada segmento do guia foi delineado para proporcionar uma compreensão clara e sistemática dos principais eventos do desenvolvimento humano, facilitando assim a mediação do conhecimento aos alunos de maneira eficaz e significativa. A exposição textual do conteúdo é organizada cronologicamente, abordando os eventos desde a fecundação até o nascimento, iniciando com uma introdução contextualizando os conceitos básicos, seguido por explorações detalhadas de cada período do desenvolvimento embrionário humano. Além disso, foram incluídas as sugestões de atividades para serem trabalhadas em sala de aula, de forma que o professor possa utilizá-las na sequência como foi planejada ou adaptá-las de acordo com sua realidade.

Para a construção do guia didático, foi utilizado o Canva, um editor gráfico online gratuito, que também está disponível para download em dispositivos Android e iOS. Este software permite a criação de designs e artes de maneira intuitiva, oferecendo modelos prontos

ou a possibilidade de desenvolver layouts personalizados. A escolha do Canva como ferramenta de design foi motivada pela sua acessibilidade e facilidade de uso, o que facilita a produção de materiais didáticos visuais.

As imagens e micrografias integradas ao guia foram cuidadosamente selecionadas e adaptadas a partir de renomadas obras de referência no campo da embriologia, como Larsem (2016), Moore, Persaud e Torchia (2016), Nazari e Müller (2011) e Red-Horse et al. (2004). É importante destacar que a seleção das imagens foi feita com base em sua relevância científica e clareza, garantindo que cada representação visual contribuísse significativamente para o entendimento dos conceitos de embriologia por parte dos alunos.

O Recurso Educacional surgiu da necessidade de elaborar atividades inovadoras e, sempre que possível contemplando a abordagem investigativa. Assim, optou-se por dedicar a carga horária disponível ao longo de 12 meses para leituras, planejamento e elaboração das atividades didáticas e do guia, de maneira que ele não foi aplicado em sala de aula. Salientamos que há um interesse contínuo em implementar essas estratégias em um contexto educacional futuro para avaliar sua eficácia (ANEXO 1).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma análise crítica dos conteúdos de embriologia presentes em livros didáticos da educação básica, com ênfase nas coleções adotadas nas escolas onde ministrei aulas em 2022 e 2023. Nesta análise ficaram evidentes as limitações textuais e de representações (figuras, gráficos, desenhos esquemáticos) para a compreensão dos conteúdos de embriologia geral e embriologia humana, apontando para a necessidade de abordagens mais ampliadas e contextualizadas.

Além disso, foi conduzida uma pesquisa para o planejamento e a elaboração de atividades didáticas que incorporam metodologias ativas, visando enriquecer o processo de ensino e aprendizagem da embriologia humana. A organização e a elaboração do recurso educacional culminaram na produção de um Guia Didático de Embriologia Humana, o qual foi estruturado para fornecer aos educadores um suporte, facilitando a aplicação do conteúdo em sala de aula.

4.1 Análise do levantamento bibliográfico dos conteúdos de Embriologia

A análise dos conteúdos de embriologia presentes nos livros didáticos revela lacunas significativas, principalmente na contextualização com o cotidiano do estudante e no estímulo ao pensamento crítico (Quadro 2). Embora possa ser desafiador contextualizar certos temas com o cotidiano, é essencial reconhecer a importância de desenvolver as habilidades e competências estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Portanto, é recomendável que sejam propostas pelo menos algumas atividades ou tarefas que promovam essa conexão, fomentando um aprendizado mais significativo para os estudantes.

Quadro 2 – Análise dos Livros didáticos utilizados como referência no presente estudo

LIVROS/ PARÂMETROS	Volume 1: Coleção “Moderna Plus – ciências da natureza e suas tecnologias”. Autores: Jose Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho. Editora Moderna, São Paulo, 1ª edição, 2020.	Volume 2: Coleção “Multiversos - ciências da natureza”. Autores: Wolney Candido de Melo; Rosana Maria Dell Agnolo; Leandro Pereira de Godoy. Editora FTD, São Paulo, 1ª edição de 2020.	Volume 5: Coleção “Ciências da Natureza – Lopes & Rosso”. Autores: Sônia Lopes e Sergio Rosso. Editora Moderna, São Paulo, 1ª edição, 2020.
Conteúdo e Organização	Capítulo 13: “Reprodução, Meiose e Embriologia Animal” Carência de ênfase na embriologia humana; exemplos e ilustrações apenas de outras espécies.	Tema 3: “Gestação, contracepção e prevenção de ISTs” Falta de informações importantes e detalhes sequenciais na abordagem apresentada.	Tema 6: “Adolescência, puberdade e saúde reprodutiva” Conteúdo específico de embriologia não é tratado.
Nível de profundidade e interdisciplinaridade.	Baixo nível de profundidade e interdisciplinaridade ao abordar os tópicos.	Baixo nível de profundidade e interdisciplinaridade ao abordar os tópicos.	Baixo nível de profundidade e interdisciplinaridade ao abordar os tópicos.
Recursos Visuais: imagens, escalas, infográficos, tabelas etc.	Nenhuma imagem específica do desenvolvimento embrionário humano; poucas imagens, incluindo escalas numéricas, porém não apresentam um referencial de tamanho real.	Imagens referente apenas as etapas iniciais; poucas imagens, as quais incluem escalas numéricas, porém não apresentam um referencial de tamanho real.	Não apresenta nenhuma imagem relacionada ao tema específico.

Sugestões de materiais complementares: atividades, jogos etc.	A quantidade de exercícios é extremamente limitada; os poucos exercícios disponíveis não oferecem exemplos práticos aplicáveis.	Os exercícios estão vinculados às avaliações de vestibulares e do ENEM, e carecem de aplicabilidade em situações cotidianas dos alunos.	Não apresenta atividades ou material suplementar relacionados ao tema específico.
----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Fonte: elaborado pela autora (2023).

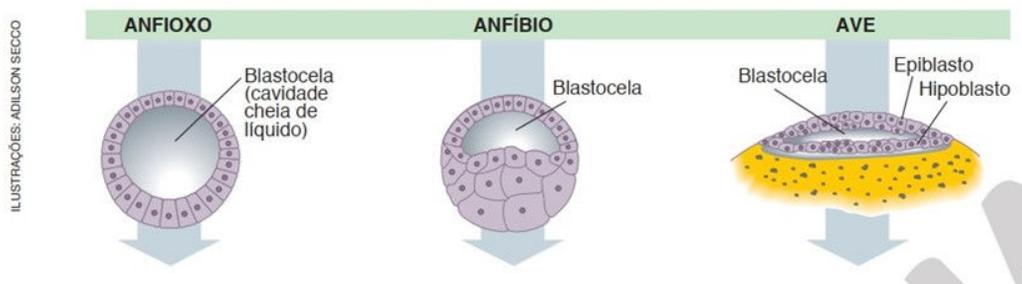
Uma das principais limitações identificadas é a abordagem superficial adotada pelos livros didáticos. Estes, muitas vezes, deixam de oferecer exemplos práticos e aplicados da embriologia humana, ou mesmo de embriologia geral, fazendo com que os alunos não visualizem como os conceitos se relacionam com as situações do mundo real. Conforme Souza e colaboradores (2020), os exemplos e contextos fornecidos pelos livros devem servir como fundamentos para vincular o ensino de Embriologia Humana à realidade dos alunos.

A abordagem dos conteúdos de embriologia nos livros didáticos é frequentemente apresentada com superficialidade, com a explanação do tema restrito a apenas duas ou, no máximo, três páginas e pouco contextualizado. Esta limitação espacial não permite um desenvolvimento adequado dos conceitos, resultando em uma exposição excessivamente simplificada dos processos do desenvolvimento embrionário humano, de maneira que sua compreensão é dificultada, levando inclusive ao pouco interesse dos alunos pelo conteúdo trabalhado. Adicionalmente, em alguns livros, como no caso da coleção “Ciências da Natureza – Lopes & Rosso” o conteúdo de embriologia é completamente omitido, com o foco sendo deslocado exclusivamente para a saúde reprodutiva e métodos contraceptivos. Essa abordagem não só negligencia a importância fundamental da embriologia na compreensão da biologia humana, mas também destaca a falta de profundidade com que os conceitos são explorados, limitando significativamente o entendimento dos estudantes sobre aspectos da vida e desenvolvimento humano, ou seja, se perde a oportunidade de os estudantes se conhecerem melhor, de responder à pergunta “como fomos formados”. Assim, esta falta de informações e contextualização pode comprometer a compreensão efetiva da temporalidade das fases do desenvolvimento humano, de entender que nas três primeiras semanas vários eventos já ocorreram, mas é com oito semanas, que reconhecemos externamente no embrião as características morfológicas humanas.

É notável também a carência de ênfase na embriologia de mamíferos/humana, uma vez que a maioria dos exemplos e ilustrações foca em outras espécies, e não relaciona os principais eventos do desenvolvimento de vertebrados (principalmente anfíbios e aves) com mamíferos

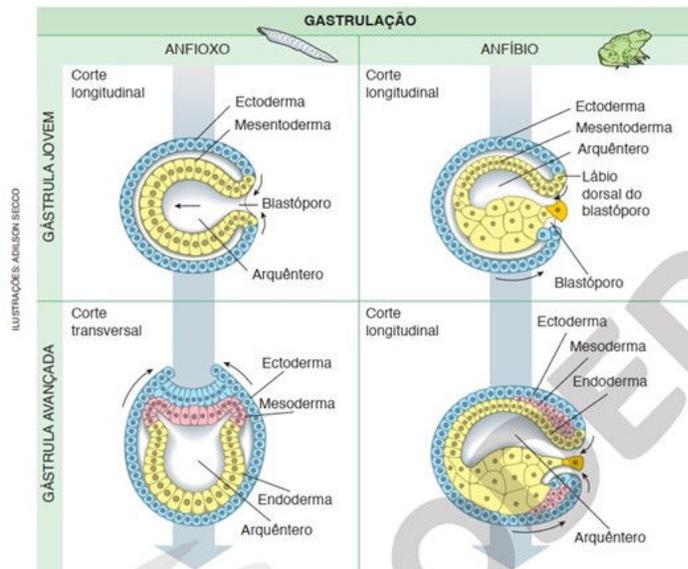
(camundongos e humanos). Por exemplo, no livro da coleção "Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias", a abordagem é primariamente voltada para anfioxos, anfíbios e aves, sem incluir referências ao desenvolvimento embrionário humano. Exemplificando, as figuras 06 e 07 foram retiradas do livro de *Biologia do Desenvolvimento* de Scott Gilbert, uma referência acadêmica para os programas de pós-graduação na área. Contudo, no livro didático foram apenas inseridas imagens soltas, e o professor terá dificuldade de trabalhar o conteúdo representado e os alunos compreenderem as informações que as imagens e legenda estão evidenciando.

Figura 6– Representação esquemática, em corte, de tipos de blástula
Representação esquemática, em corte, de tipos de blástula



Fonte: Livro Coleção “Moderna Plus – ciências da natureza e suas tecnologias” Volume 1. Adaptada de GILBERT, S. F. *Developmental Biology*. 9. ed. Sunderland (MA): Sinauer, 2010

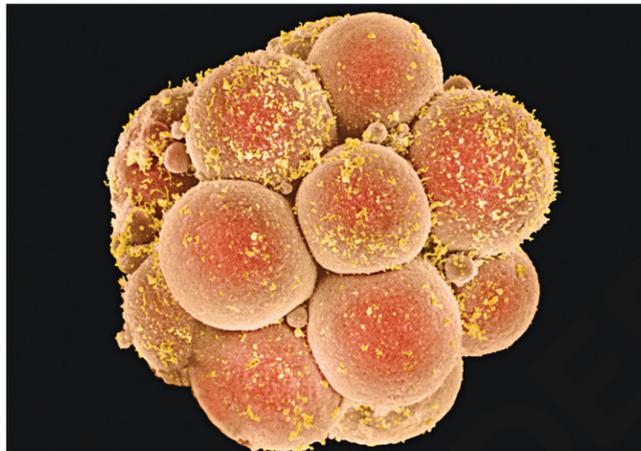
Figura 7– Representação esquemática em que se comparam os processos de gastrulação em anfioxo e anfíbio.



Fonte: Livro Coleção “Moderna Plus – ciências da natureza e suas tecnologias” Volume 1. Adaptada de GILBERT, S. F. *Developmental Biology*. 9. ed. Sunderland (MA): Sinauer, 2010.

Outra observação a ser feita é a imagem da fase de mórula apresentada no livro *Moderna Plus – ciências da natureza e suas tecnologias*, de autoria de Jose Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho.

**Figura 8 – Pré-embrião na fase de mórula.
(Imagem de microscopia eletrônica aumento $\approx \approx$)**



Fonte: Livro Coleção “Moderna Plus – ciências da natureza e suas tecnologias” Volume 1.

Sem dúvida a figura de uma mórula visualizada em microscopia de varredura apresenta detalhes importantes que colaboram para compreender essa fase importante do desenvolvimento. Contudo, é a única imagem do desenvolvimento humano apresentado no capítulo, as demais fases estão representadas por imagens de outros grupos de vertebrados, o que pode dar a compreensão equivocada que o desenvolvimento humano é exatamente igual ao de anfíbios ou aves. É verdade que todos os grupos apresentam as mesmas fases de desenvolvimento, mas os processos envolvidos na organização de cada fase em cada grupo tendem a apresentar certa diferença, como exemplo podemos citar o blastóporo, já comentado na introdução, estrutura presente em muitos grupos mas não em mamíferos.

Um aspecto importante também a ser ressaltado é que a maioria dos livros didáticos frequentemente enfatizam o início do desenvolvimento embrionário, como observado no Volume 2 da Coleção “Multiversos - Ciências da Natureza”, e posteriormente há uma redução significativa na abordagem dos períodos embrionário e fetal. Este livro, por exemplo, apresenta apenas as fases de zigoto, mórula e blástula, avançando rapidamente para temas relacionados ao parto e amamentação, negligenciando etapas intermediárias, tais como gastrulação, morfogênese e organogênese.

O período embrionário, que ocorre entre a quarta e oitava semana, caracterizado por intensas transformações morfológicas do embrião, é essencial para entender as mudanças significativas que antecedem a transição para o período fetal. Este conhecimento é indispensável para compreender o desenvolvimento que ocorre até o nascimento. No período fetal, que se estende da nona semana até o nascimento, as mudanças, embora menos acentuadas do que nas etapas anteriores, incluem a diferenciação e o crescimento de tecidos e órgãos, bem como um aumento notável na taxa de crescimento corporal (Moore, Persaud, Torchia, 2022). Consequentemente, esses aspectos fundamentais deveriam ser destacados com maior ênfase nos livros didáticos.

Outro ponto de destaque refere-se à deficiência nas ilustrações apresentadas nos materiais analisados. Como imagens e gráficos muitas vezes não estão em conformidade com as dimensões reais, falham em fornecer informações claras sobre tais dimensões, carecem de detalhes essenciais ou são visualmente pouco elucidativos. Muitas vezes as ilustrações parecem que foram colocadas nos livros unicamente para torná-lo visualmente atrativo, sem haver preocupação de apresentar informações importantes que contribuam para a compreensão das informações. Esta carência pode representar um obstáculo significativo para a assimilação dos conceitos pelos alunos.

Conforme Oliveira et al. (2012), há uma predominância de recursos didáticos não interativos sobre o tema da embriologia, pautando-se basicamente em sequência de imagens estáticas, que muitas vezes introduzem os processos do desenvolvimento de modo superficial e esquemático, bastante distante da realidade dos estudantes.

Além disso, observe-se uma ausência de estímulo à reflexão crítica nos livros didáticos. A falta de perguntas problematizadoras ou atividades que incentivam os alunos a refletirem sobre os conceitos é uma lacuna que compromete o desenvolvimento da capacidade analítica e crítica dos estudantes.

4.2 Metodologias ativas em ação: as atividades que compõem o Guia Didático

A introdução de metodologias ativas, particularmente o ensino por investigação, tem se mostrado extremamente benéfico no desenvolvimento de habilidades essenciais como busca de informações, formulação de hipóteses sobre um problema, análise de dados, organização de trabalho em equipe e resolução de problemas. Essa abordagem não só enriquece o ambiente de aprendizagem em sala de aula, mas também prepara os alunos de maneira mais eficaz para enfrentar desafios práticos e teóricos.

Partindo desse pressuposto, foram elaboradas 5 atividades que incentivam principalmente o protagonismo do estudante. Estas atividades incluem técnicas de modelagem, recorte e montagem de pranchas. Destacam-se também atividades que combinam estudos de caso com abordagens investigativas, estimulando a capacidade dos estudantes de assimilar conceitos de embriologia e, sempre que possível, aplicá-los em situações reais do cotidiano. Adicionalmente, algumas atividades são acompanhadas de materiais de apoio, como ilustrações para montagem ou análise.

As temáticas abordadas nas atividades foram selecionadas de forma a fomentar a reflexão e a discussão entre os estudantes, envolvendo temas que fazem parte do cotidiano escolar ou que estão inseridos na vivência dos alunos. A elaboração dessas atividades foi cuidadosamente conduzida pela pesquisadora e orientadora, buscando abranger tanto o conteúdo de embriologia quanto a interdisciplinaridade de temas correlatos.

Para construir as atividades, a pesquisadora se baseou em uma ampla pesquisa bibliográfica, consultando artigos acadêmicos que discutem a aplicação de metodologias ativas no ensino de ciências e, especificamente, de embriologia. Esta abordagem foi adotada para suprir a carência de atividades interativas nos livros didáticos, que frequentemente limitam-se a propor questões objetivas focadas unicamente na fixação de conteúdos. Ao invés disso, as

atividades desenvolvidas buscaram engajar os alunos de maneira mais significativa, incentivando-os a explorar e compreender os conceitos de embriologia de forma crítica e aplicada, ultrapassando a mera memorização para realmente integrar o conhecimento em seu contexto mais amplo.

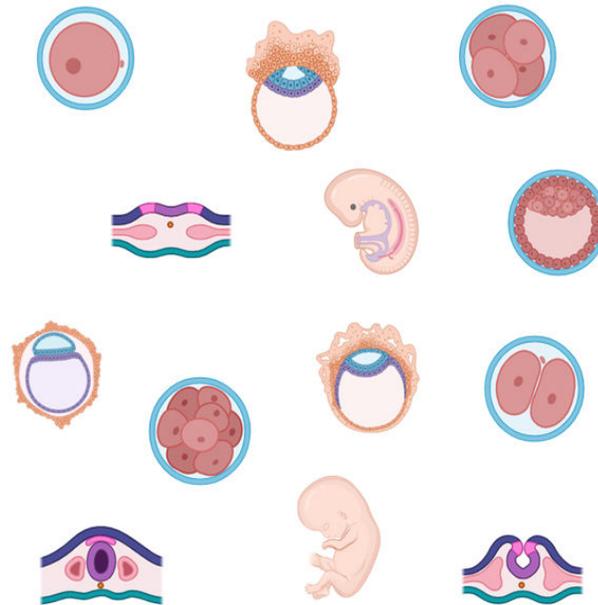
4.3 Principais enfoques destacados e trabalhados nas atividades

4.3.1 Atividade: Explorando o desenvolvimento embrionário através de pranchas de embriões em diferentes estágios

A atividade consiste na elaboração uma prancha do desenvolvimento embrionário humano (dias ou semanas), seja digital ou em papel, a partir de um conjunto de imagens que contemplam diferentes fases do desenvolvimento embrionário humano. O objetivo é montar uma sequência temporal que ilustre o desenvolvimento humano, destacando as principais estruturas e eventos ao longo do tempo (Figura 09).

Esta abordagem não apenas facilita a compreensão de conceitos fundamentais, mas também desenvolve habilidades importantes na área de embriologia, a observação detalhada das formas e estruturas nas imagens, o pensamento crítico, o trabalho em equipe e a capacidade de aplicar conhecimento teórico de maneira prática são especialmente valorizados.

Figura 9 – Imagens (dispostas aleatoriamente) de embriões em diferentes períodos (micrografias, vista externa, cortes, modelos), para que os estudantes organizem na sequência do desenvolvimento embrionário e relacione com alguns eventos.



Fonte: Imagens adaptadas de <https://www.biorender.com>

4.3.2 Atividade: Criando representações do desenvolvimento embrionário humano

A atividade envolve a construção de modelos tridimensionais do desenvolvimento embrionário humano como forma de trabalhar conceitos biológicos complexos através de experiências visuais e interativas. Ao envolver os alunos na criação desses modelos, eles podem visualizar e entender melhor as formas e as relações espaciais entre as diferentes estruturas do embrião ao longo do seu desenvolvimento.

Esta metodologia promove uma compreensão de processos que são muitas vezes difíceis de visualizar e compreender através apenas de descrições textuais. Além disso, incentiva o aprendizado ativo, estimula o desenvolvimento de habilidades manuais, planejamento e execução de projetos, enquanto fomenta o pensamento crítico e a resolução de problemas. A atividade também reforça o trabalho em equipe e a aplicação prática de conhecimentos teóricos, tornando o processo educativo mais envolvente.

4.3.3 Atividade: Observando e compreendendo como modifica o tamanho do embrião e feto ao longo da gestação.

É uma atividade que trabalha a representação da variação de tamanho do feto durante o desenvolvimento embrionário, e consiste geralmente em representar visualmente as mudanças no tamanho do feto até o nascimento (Quadro 03) (Figuras 10, 11 e 12).

A representação do crescimento fetal com uma certa proporcionalidade real, facilita a compreensão das dimensões e do crescimento progressivo do feto, aspectos frequentemente difíceis de visualizar apenas por meio de descrições teóricas.

Quadro 3 – Crescimento fetal

Idade Gestacional (Semanas de Desenvolvimento)	Comprimento CR¹ aproximado (cm)	Peso Aproximado (g)
9 - 12 semanas	5 – 8,7	10 – 45
13 - 16 semanas	9 – 14	60 – 200
17 - 20 semanas	15 – 19	250 – 450
21 - 24 semanas	20 – 23	500 – 820
25 - 28 semanas	24 – 27	900 – 1.300
29 - 32 semanas	28 – 30	1.400 – 2.100
33 - 36 semanas	31 – 34	2.200 – 2.900
37 - 38 semanas	35 – 36	3.000 – 3.400

¹Comprimento CR (cabeça-nádega).

Figura 10 – Ilustração do método utilizado para mensurar o comprimento do feto.

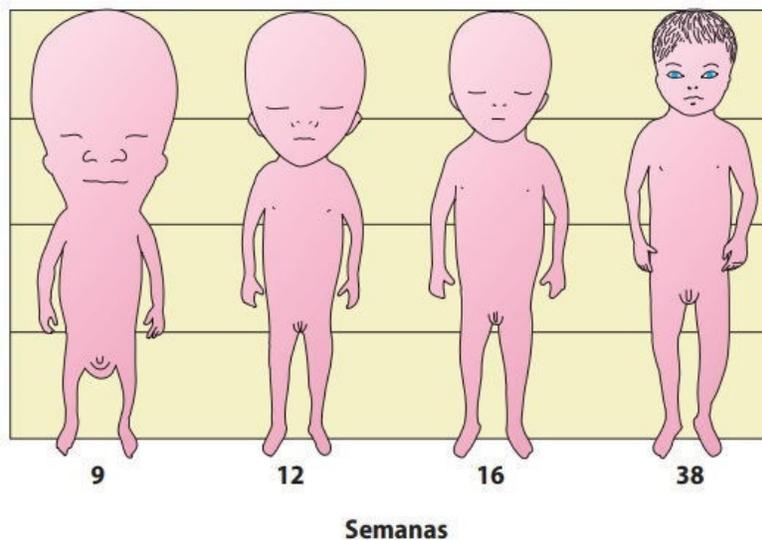


Figura 11 – Representação comparativa do tamanho do embrião com aproximadamente 56 dias (final do período embrionário)



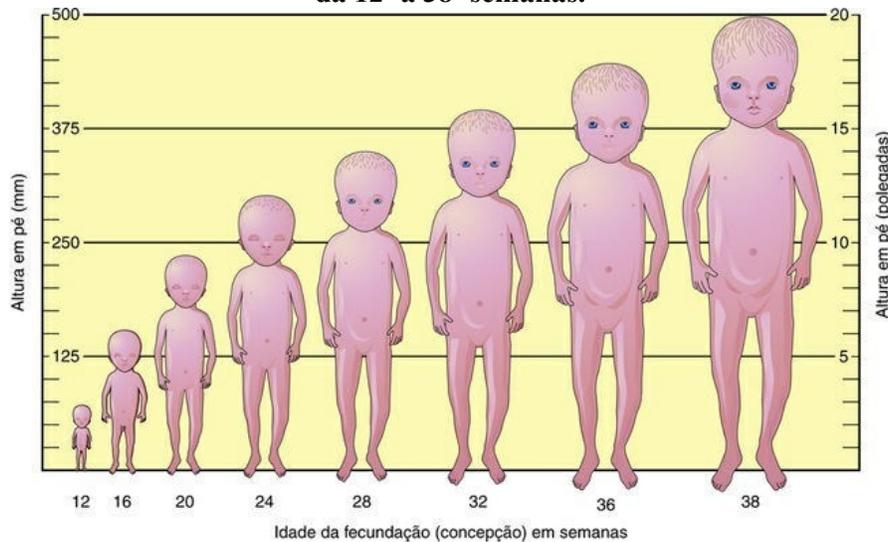
Fonte: Nazari e Müller (2011)

Figura 12 – Esquema ilustrando as mudanças nas proporções do corpo durante o período fetal. O crescimento do feto é acompanhado por mudanças drásticas na proporção: na 9ª semana, a cabeça do feto representa cerca da metade do seu comprimento cabeça nádegas (a “altura do feto sentado”), enquanto ao nascimento ela representa cerca de um quarto do comprimento cabeça nádegas



Fonte: Adaptado de Moore, Persaud e Torchia (2022).

Figura 13 – Esquema em escala, ilustrando as alterações de tamanho dos fetos humanos da 12^a a 38^a semanas.



Fonte: Adaptado de Moore, Persaud e Torchia (2022).

4.3.4 Atividade: De que maneira os agentes teratogênicos influenciam o desenvolvimento embrionário e fetal ao longo da gestação?"

A atividade relaciona estudos de caso com métodos investigativos para analisar os efeitos de agentes teratogênicos durante a gestação. Essa abordagem foca na investigação e análise dos impactos de substâncias e comportamentos podem ter no desenvolvimento embrionário e fetal, incluindo uso de drogas, álcool, certos medicamentos e radiações (Quadro 04).

Discutir os efeitos desses agentes teratogênicos com estudantes do ensino médio é crucial para fomentar uma conscientização precoce sobre a importância da saúde reprodutiva e incentivar escolhas responsáveis. Durante esta fase educativa, os jovens estão formando atitudes e comportamentos relacionados à saúde e ao bem-estar. Ao entenderem as consequências do consumo de substâncias nocivas, os alunos são capacitados para tomar decisões informadas que impactarão positivamente suas vidas futuras e a saúde das gerações seguintes.

Quadro 4 – Relação de agentes teratogênicos e anomalias congênicas correspondentes

Agente Teratogênico	Anomalia Congênita
Droga/medicamento	
Álcool	Síndrome do alcoolismo fetal: retardo do crescimento intrauterino, retardo mental, microcefalia, anomalias oculares e fissuras palpebrais curtas.
LSD	Defeitos dos membros e do sistema nervoso central.
Cocaína	Retardo do crescimento intrauterino, microcefalia, anomalias urogenitais e distúrbios neurocomportamentais.
Talidomida	Desenvolvimento anormal dos membros, anomalias faciais, cardíacas e dos rins.
Ácido retinoico	Anormalidades craniofaciais e cardiovasculares e defeitos do tubo neural.
Tetraciclina	Dentes manchados.
Tabaco	Defeitos congênicos do coração, cérebro e face.
Metais pesados	
Metilmercúrio	Atrofia cerebral e retardo mental.
Chumbo	Retardo de crescimento e distúrbios neurológicos.
Agentes infecciosos	
Citomegalovírus	Microcefalia, hidrocefalia, retardo mental e anomalias do fígado.
Toxoplasma	Microcefalia, microftalmia, perda da audição e perturbações neurológicas.
Treponema	Hidrocefalia, dentes e ossos anormais.
HIV	Ausência de crescimento, microcefalia, anormalidades faciais e do crânio.
Rubéola	Retardo do crescimento intrauterino e pós-natal, anormalidades cardíacas, microcefalia, microftalmia, catarata, glaucoma, retardo mental e distúrbios dos ossos e do fígado.
Herpes simples	Aumento do fígado, hidrocefalia e anemia.
Agentes físicos/Radiação Ionizante	
Raio X	Microcefalia, espinha bífida, fenda palatina e defeitos dos membros.

Fonte: Adaptado de Nazari e Müller (2011).

4.3.5 Atividade: Uma jornada de investigação e protagonismo

Os alunos são incentivados a questionar, explorar e conectar ideias, com o auxílio de perguntas norteadoras que orientam a busca por informações e estimulam a iniciativa, fomentando o desenvolvimento de autonomia e responsabilidade. Essa abordagem conduz os alunos a realizar pesquisas bibliográficas (busca de informações), formulação de hipóteses sobre um problema, análise de informações científicas, síntese de conhecimentos, organização de trabalho em equipe e resolução de problemas, aprimorando habilidades essenciais como pensamento crítico, análise e comunicação científica.

As questões norteadoras, por sua vez, integram parte essencial da atividade proposta, pois incentivam o professor a explorar as percepções dos alunos sobre o tema estudado em sala

de aula e, ao mesmo tempo, problematizar o conteúdo. Como exemplo, temos as seguintes perguntas problematizadoras:

"Como é possível que uma única célula origine mais de 10 trilhões de células que compõem o corpo humano?"

Além disso, vale questionar argumentos comuns, como: "A ideia de que dois espermatozoides e um ovócito podem formar gêmeos. Qual o equívoco da afirmação?"

Outro ponto de discussão é a terminologia empregada em textos e imagens de embriologia, que frequentemente usam os termos "embrião" e "feto". Uma questão pertinente é: "Vamos explorar e compreender o significado destas palavras e suas implicações no desenvolvimento humano?"

As atividades propostas colocam os estudantes em um papel ativo, incentivando-os a investigar, questionar e discernir as modificações que ocorrem nas fases do desenvolvimento embrionário. Isso é realizado através de um processo de observação e pesquisa detalhada. Além de fomentar a curiosidade científica, estas atividades também promovem a comunicação e interação entre os estudantes, incentivando trabalhos em grupo. Essas dinâmicas colaborativas não apenas desenvolvem habilidades sociais importantes, como comunicação e cooperação, mas também criam um ambiente de aprendizagem mais interativo e cooperativo. Dentro deste contexto, os professores atuam como facilitadores, oferecendo suporte aos estudantes para que tomem a iniciativa em seu próprio processo educacional.

As instruções para cada atividade são detalhadas de maneira a permitir que sejam facilmente replicadas e/ou adaptadas pelo professor, que pode escolher implementar a sequência completa ou selecionar atividades específicas, conforme as necessidades do currículo e o tempo disponível.

4.3 Elaboração do Guia Didático

O Guia Didático de Embriologia Humana é uma produção em resposta aos desafios enfrentados por educadores e alunos nas aulas de embriologia. Livros didáticos frequentemente apresentam este tema de maneira superficial, com pouco estímulo à reflexão crítica. Além disso, a escassez de produção de materiais didáticos, que pode ser atribuída principalmente a complexidade dos conceitos envolvidos. Nesse contexto, a proposta de desenvolver um guia educacional surge como uma solução estratégica, que visa oferecer aos professores do ensino

médias ferramentas práticas e teóricas que facilitam a transmissão dos conceitos de embriologia de uma forma mais interessante e significativa. Os relatos apresentados sobre a dificuldade de trabalhar os conteúdos de embriologia no ensino superior, nos levam a acreditar que o Guia também possa ser utilizado por professores universitários na ministração de disciplinas que contemplam conteúdos de embriologia, com destaque para graduandos dos cursos de Licenciatura em Ciências e Licenciatura em Ciências Biológicas.

O Guia inicia com uma apresentação e introdução, a qual contextualizam o seu propósito, destaca a importância do ensino de embriologia na formação dos alunos e justifica sua criação ao abordar lacunas identificadas no ensino atual e nas necessidades dos professores.

Em seguida, as seções de conteúdo são organizadas em tópicos, seguindo a apresentação de uma linha do tempo que tem como objetivo fornecer uma representação visual organizada e cronológica dos eventos do desenvolvimento embrionário humano.

Cada seção de conteúdo aborda um tópico específico da linha do tempo, fornece ilustrações e recursos complementares relevantes ao ensino da temática. Após a descrição das fases do desenvolvimento embrionário, o guia traz uma seção voltada exclusivamente para o professor trabalhar em sala de aula, que apresenta sugestões de atividades relacionadas a temática. Essa abordagem busca oferecer aos professores uma estrutura clara e abrangente para a exploração do conteúdo, promovendo uma compreensão aprofundada e facilitando a transmissão eficaz desses conhecimentos aos alunos.

Em linhas gerais, entendemos que à análise criteriosa dos conteúdos de embriologia geral e humana presentes em livros didáticos da educação básica destacou significativas limitações, como já apontado por SOUZA et al. (2020), sendo que algumas delas tentamos superar através da elaboração de atividades inovadoras e construção do Guia Didático. Embora alguns livros utilizem métodos didáticos relevantes, a maioria não oferece contextualização adequada e apresenta o desenvolvimento embrionário de maneira superficial e restrita. NOGUEIRA (2020) reforça essas constatações, enfatizando que a abordagem nos livros didáticos muitas vezes não cobre de forma eficaz as rápidas e complexas mudanças morfológicas que ocorrem durante o desenvolvimento embrionário, dificultando a compreensão dos alunos sobre o processo, desde a fecundação até o nascimento.

Além disso, NOGUEIRA (2020) critica a falta de ilustrações adequadas e atividades didáticas que poderiam enriquecer o entendimento dos conceitos de embriologia. A escassez de recursos visuais detalhados e a ausência de atividades interativas que promovam uma aprendizagem ativa são vistas como barreiras significativas no ensino dos conteúdos. Este

cenário reflete a importância de desenvolver recursos didáticos mais completos e interativos para facilitar o ensino e a aprendizagem desta ciência dinâmica e complexa.

A pesquisa de RIBEIRO (2018) exemplifica uma abordagem inovadora ao uso de metodologias ativas no ensino de embriologia humana, através de um modelo de sala de aula invertida combinado com atividades práticas e teóricas. Essa estratégia promove uma melhor integração dos conhecimentos e uma maior interação entre estudantes e professores, sugerindo que a aplicação mais ampla dessas técnicas poderia ser extremamente benéfica.

Da mesma forma, GALVES JUNIOR E RIOS (2020) destaca a importância de desenvolver e implementar recursos didáticos mais completos e interativos para facilitar o ensino de embriologia. Em seu estudo eles evidenciam como o uso de metodologias ativas, como situações-problema, pode ser significativamente benéfico na educação em embriologia. Ao aplicar tais métodos, os alunos são incentivados a conectar conceitos científicos com situações da vida real, potencializando assim o processo de aprendizado ao torná-lo mais relevante e engajador. Essa abordagem não apenas enriquece a experiência educacional, mas também prepara os estudantes para aplicar seu conhecimento de maneira mais efetiva e consciente.

Já BERNARDO E TAVARES (2017) destacam a importância de recursos didáticos, como modelos tridimensionais, no ensino de embriologia, apontando que a ausência desses materiais contribui para o desinteresse dos alunos. Isso se deve principalmente à dificuldade em visualizar as estruturas abstratas e complexas do desenvolvimento embrionário humano. Eles propõem a criação de modelos didáticos como uma estratégia eficaz para aprimorar a compreensão dos estudantes. Esses modelos, aliados a metodologias ativas, são vistos como ferramentas importantes que podem tornar o aprendizado mais palpável e relevante, fomentando a participação ativa dos alunos e melhorando significativamente o processo educacional em embriologia.

Esses estudos coletivamente destacam a importância de incorporar metodologias ativas e alternativas pedagógicas nos recursos didáticos, superando as limitações atuais no processo de ensino e aprendizagem da embriologia humana. Além disso, a criação do Guia de Ensino de Embriologia como resposta direta às lacunas identificadas em livros didáticos e práticas pedagógicas atuais é uma estratégia essencial para proporcionar uma visão mais completa e integrada do desenvolvimento embrionário, melhorando significativamente a compreensão dos alunos sobre o tema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho reflete a importância de desenvolver e aplicar recursos didáticos alternativos no ensino de embriologia, impulsionados pela prática docente reflexiva. A pesquisa revelou que os métodos tradicionais muitas vezes não conseguem captar adequadamente a complexidade dos processos embriológicos, e muito menos atrair os estudantes para o processo de ensino aprendizagem, demonstrando a necessidade de abordagens mais eficazes para um entendimento completo. A adoção de ferramentas inovadoras, como modelos didáticos interativos, estudos de casos e estratégias baseadas em problematizações, tem o potencial de revolucionar a experiência educacional, tornando o aprendizado mais interativo e menos dependente de memorização. Esses recursos enriquecem o currículo e aumentam o engajamento dos alunos, fomentando a curiosidade e incentivando a exploração ativa dos temas estudados.

Assim, as metodologias ativas adotadas facilitam a compreensão e estimulam o envolvimento e a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem. Ao centralizar os alunos no processo educativo e permitir que interajam diretamente com os conceitos de embriologia, promove-se não apenas uma retenção de conhecimento mais efetiva, mas também o desenvolvimento de habilidades críticas de pensamento e análise.

Por fim, este trabalho reitera a necessidade de continuar a explorar e expandir o uso de práticas pedagógicas inovadoras, visando enriquecer a formação dos estudantes de maneira mais participativa e relevante.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA A.; STANGE C. E. B.; SANTOS JM. T. **Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica.** III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia. Ponta Grossa PR. 2012.

BERNARDO J. M. P.; TAVARES R. O. **Desenvolvimento de modelos didáticos auxiliares no processo de ensino-aprendizagem em embriologia humana.** Educação em Debate, Fortaleza, ano 39, nº 74 - jul./dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Educação é a base. MEC, 2018.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante:** o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em revista, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014.

BOZZA, E. C. **Ciências versus biologia: (des)encontro entre ensino fundamental e ensino médio, 2016.** 133 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Curitiba, 2016.

BUENO, A. J. A. et al. **Atividades práticas/experimentais para o Ensino de Ciências além das barreiras do laboratório desenvolvidas na Formação inicial de professores.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 4, p. 94-109, 2018.

CORAZZA, M. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; LORENCINI JR, A. **As interações discursivas professor-aluno e a formação de conceitos em aulas de ciências.** In: CORAZZA, M. J.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; LORENCINI JR, A. (Org). Ensino de Ciências: múltiplas perspectivas, diferentes olhares. Curitiba: CRV, 2014.

FERNANDES, C. E. SILVA DE SÁ M. F. Tratado de Obstetrícia Febrasgo - Federação Brasileira das Associações de Ginecologia e Obstetrícia. 1ª Ed. Elsevier, 2018.

GALVES JUNIOR, W.; RIOS, F. S. **O uso de situação-problema na abordagem de agentes teratogênicos no ensino de embriologia para alunos do ensino médio.** KUR'YT'YBA. Revista Científica do Colégio Militar de Curitiba. Ano XII, Nº 1, 2020 - Curitiba: Colégio Militar de Curitiba, p 06-21, 2020.

GONZÁLEZ. F. E. **Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa.** Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v.8, n.17, p. 155-183, ago. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fredy-Gonzalez-9/publication/346063651_Reflexoes_sobre_alguns_conceitos_da_pesquisa_qualitativa/links/5fc524b74585152e9be4a8fc/Reflexoes-sobre-alguns-conceitos-da-pesquisa-qualitativa.pdf. Acesso em: 04 nov 2023.

KRAMER B.; SOLEY J. T. **Medical students perception of problem topics in Anatomy.** East African Med J. 2002;79(8):408-14.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino em Biologia**. São Paulo: editora da universidade de São Paulo, 2008.

MARONN, T. G.; HERMEL, E. E. S. **A Embriologia Humana, sob uma perspectiva temporal, nos livros didáticos de Ciências: uma análise do conteúdo e das imagens**. Revista Insignare Scientia, Cerro Largo – RS, v. 3, n. 5, 2020.

MUKHERJEE, SIDDHARTHA. **A Canção da Célula**. Companhia das Letras, São Paulo, 1ª edição, 527 páginas, 2023.

MEIRA, M. S. **O uso de modelos tridimensionais no ensino de embriologia humana: contribuição para uma aprendizagem significativa**. 2015. Tese (doutorado). Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, 2015.

MELVILLE, W. et al. **Experience and reflection: preservice science teachers capacity for teaching inquiry**. Journal of Science Teacher Education, v.19, n.5, p.477-94, 2008.

MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N.; TORCHIA, M. G. Andréa Leal Affonso. **Embriologia básica**. 10 edição. Rio de Janeiro: GEN | Grupo Editorial Nacional S.A. Publicado pelo selo Editora Guanabara Koogan Ltda., 2022, 835 p.

MUNFORD, D. & SILVA, A.P.S. **Argumentação e a construção de oportunidades de aprendizagem em aulas de ciências**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 17, p. 161-185.2015.

NAZARI, E. M.; MULLER, Y. M. R. **Embriologia humana - Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC**, 2011.

NASCIMENTO, L.A. & SASSERON, L.H. **A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 21, e10548. Epub April 25, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210104>. Acesso em: 11 nov 2023.

NOGUEIRA, B. S. **Análise de conteúdos de embriologia em livros didáticos do ensino médio**. Orientadora: Prof. Dra. Flavia Sant'Anna Rios. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

OLIVEIRA, M. S. et al. **Uso de material didático sobre embriologia do sistema nervoso: avaliação dos estudantes**. Revista brasileira de educação médica, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 83-92, 2012.

PAULA DE OLIVEIRA, D.; DE SOUZA FERNANDES, B.; DOS SANTOS PEREIRA, D.; RIBEIRO RAMOS, M.; CAGLIONI, E. **Ensino-aprendizagem de embriologia na visão de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública brasileira**. Revista Insignare Scientia - RIS, v. 5, n. 3, p. 212-225, 2022.

RIBEIRO, L. C. V. **Testando novas metodologias de aprendizagem para o ensino de embriologia humana: relato de experiência e percepção dos discentes**. Rev. Docência Ens. Sup., Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 151-165, jan./jun. 2018.

- PAZ, A. M. et al. **Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar.** Revista Ensaio. v. 8, n. 2, p. 133-146, 2006.
- SADLER, T. W. **Langman, embriologia médica**/T. W. Sadler; revisão técnica Estela Bevilacqua. - 13. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- SANTOS L. C.; RIBEIRO K. S.; PRUDÊNCIO CA. V. **Desafios no ensino de embriologia: interlocuções entre formação inicial e escola.** Interfaces da Educação, Paraíba, V 13, N. 38, p. 95 a 116, 2022.
- SASSERON LH.; CARVALHO AM. P. C. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de toulmin.** Ciência & Educação, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>. Acesso em: 11 nov 2023.
- SASSERON LH. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) 17 (spe). Nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 11 nov 2023.
- SASSERON LH. **Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios.** Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210135>. Acesso em: 11 nov 2023.
- SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação.** Ensino de Ciências, Estud. av. 32 (94) Sep-Dec 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso em: 12 ago 2023.
- SCHOENWOLF, Gary C. et al. **Larsen Embriologia Humana.** 5ª edição. RIO DE JANEIRO: Guanabara Koogan, 2016, 555 p.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 3ª edição revisada e atualizada. UFSC/PPGEP/LED. Florianópolis 2001.
- SILVA, D. L. S; MACEDO, M. J; MARTINS, G. V. F. A importância da utilização de estratégias didáticas no ensino de embriologia. Anais IV CONAPESC. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/56376>.
- SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, S. O.; ALVES, L H. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos.** Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021. Disponível em: [file:///C:/Users/IEE%20-%20NOT%20023/Downloads/2336-Texto%20do%20Artigo-8432-1-10-20210308%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/IEE%20-%20NOT%20023/Downloads/2336-Texto%20do%20Artigo-8432-1-10-20210308%20(1).pdf). Acesso em: 12 ago 2023.
- SOUZA L. F. O. et al. **A importância de ensinar Embriologia Humana no Ensino Médio: uma análise de livros didáticos de Biologia recomendados pelo PNLD 2018.** Rev. Eletrônica Pesquiseduca. Santos, Volume 12, número 26, p. 208-225, jan.-abril, 2020.
- TONIDANDEL, S. M. **Escrita argumentativa de alunos do ensino médio.** 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de educação da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

TONIDANDEL, S. M. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica**: o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação. 2013. 342 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

TRIVELATO S. L. F.; TONIDANDEL S. M. R. **Ensino por investigação**: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)* 17 (spe), Nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Acesso em: 11 nov 2023.

ANEXOS

Anexo 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA PROFBIO/UFSC

MESTRANDA: PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA

TÍTULO TCM: EMBRIOLOGIA HUMANA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS INOVADORAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

ASSUNTO: Aspectos Éticos da Pesquisa

Informo, no papel de professora orientadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado acima mencionado, que a pesquisa foi totalmente desenvolvida sem a coleta de dados de participantes.

A pesquisa em questão produziu um guia didático sobre embriologia humana, incluindo sugestões de atividades para o professor, e discutiu as potencialidades e limitações do mesmo.

Desta forma, por não haver envolvimento de seres humanos para coleta de dados, o projeto não foi submetido ao CEP para análise.

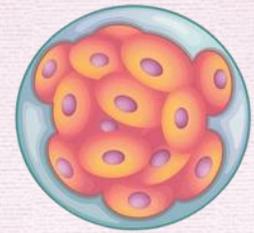
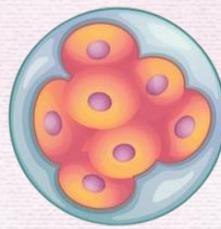
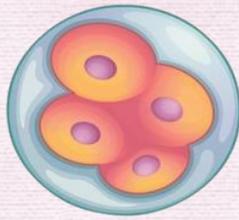
Florianópolis, 28 de junho de 2024



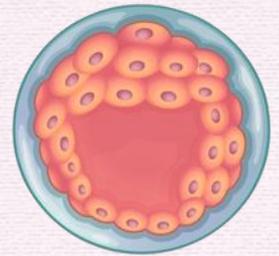
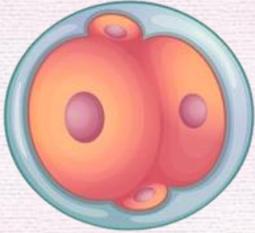
Documento assinado digitalmente
Yara Maria Rauh Muller
Data: 28/06/2024 16:57:15-0300
CPF: ***.889.889-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa.

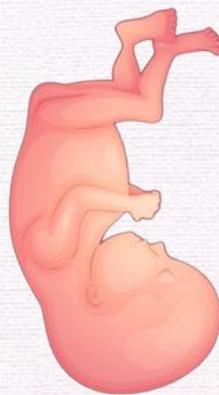
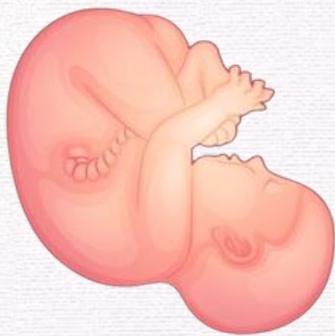
Orientadora



EMBRIOLOGIA HUMANA



GUIA DIDÁTICO PARA PROFESSORES



***PRISCILLA DE OLIVEIRA SILVA
YARA MARIA RAUH MULLER***

EMBRIOLOGIA HUMANA

Guia Didático para Professores



PROFBIO

Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

Este guia didático é um recurso educacional elaborado a partir do trabalho de conclusão de mestrado (TCM) desenvolvido no programa ProfBio da Universidade Federal de Santa Catarina, orientado pela professora Doutora Yara Muller

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Florianópolis, 2024

SUMÁRIO

▪ INTRODUÇÃO	5
▪ PERÍODO PRÉ-EMBRIONÁRIO	8
PRIMEIRA SEMANA	8
SEGUNDA SEMANA	10
TERCEIRA SEMANA	12
▪ PERÍODO EMBRIONÁRIO	15
QUARTA A OITAVA SEMANA – ADQUIRINDO FORMA HUMANA	15
▪ PERÍODO FETAL	18
NONA SEMANA AO NASCIMENTO	18
▪ SUGESTÕES DE ATIVIDADES PARA TRABALHAR EM SALA	20
ATIVIDADE 1: EXPLORANDO O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO ATRAVÉS DE PRANCHAS DE EMBRIÕES EM DIFERENTES ESTÁGIOS	20
ATIVIDADE 2: CRIANDO REPRESENTAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO	24
ATIVIDADE 3: COMPREENDENDO O CRESCIMENTO DO EMBRIÃO E FETO AO LONGO DA GESTAÇÃO	28
ATIVIDADE 4: DE QUE MANEIRA OS AGENTES TERATOGÊNICOS INFLUENCIAM AS ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E FETAL AO LONGO DA GESTAÇÃO?	32
ATIVIDADE 5: UMA JORNADA DE INVESTIGAÇÃO E PROTAGONISMO	34
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA	36

APRESENTAÇÃO

Este recurso educacional foi elaborado a partir do Trabalho de Conclusão de Mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), intitulado "EMBRIOLOGIA HUMANA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS INOVADORAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM". O recurso se constitui de um guia educacional, que visa disponibilizar contribuições para a prática profissional de professores de Ciências e Biologia e que em suas aulas ou em outras atividades didáticas trabalham conteúdos de embriologia humana.

No cotidiano das aulas de embriologia, tanto alunos como nós professores, perpassamos por dificuldades no processo de ensino aprendizagem, pois muitos conteúdos envolvem conceitos abstratos e de difícil visualização, necessitando de materiais didáticos direcionados para dinamizar esse ensino. Diante desse desafio, a ideia de desenvolver um guia educacional de embriologia surgiu como uma ferramenta para auxiliar os professores na construção desse conhecimento, visando atrair o interesse dos estudantes e conseqüentemente, envolvê-los em uma aprendizagem significativa.

O guia didático inicia com uma introdução, a qual contextualiza o propósito do guia e destaca a importância do ensino de embriologia na formação dos alunos. Em seguida, as seções de conteúdo são organizadas em tópicos, seguindo uma linha do tempo que tem como objetivo fornecer uma representação visual organizada e cronológica dos eventos do desenvolvimento embrionário humano. E, após a descrição das fases do desenvolvimento embrionário, o guia traz uma seção voltada exclusivamente para você professor, trabalhar em sala de aula, com sugestões de atividades utilizando as metodologias ativas como recurso didático a sua prática docente.

INTRODUÇÃO

O ensino de embriologia na formação básica do estudante, proporciona uma compreensão fundamental dos processos envolvidos na formação dos seres vivos. Estudar como o ser humano se desenvolve ao longo da gestação e entender como nós e outros seres vivos são estruturados, não só desperta a curiosidade dos estudantes, como também o interesse em investigar e compreender os processos que originam um novo indivíduo.

O desenvolvimento embrionário humano é um processo complexo e fascinante que marca a origem e formação de um novo ser. Durante este período inicial do ciclo da vida, o zigoto — uma célula resultante da fusão dos gametas masculino e feminino — passa por uma série de eventos celulares coordenados, incluindo a proliferação (divisões celulares), migração, diferenciação e apoptose (morte celular programada) para a formação dos folhetos embrionários. A partir da diferenciação dos folhetos são formados os tecidos, que posteriormente se organizam em órgãos e nos sistemas orgânicos. Esses eventos interligados são essenciais para que o zigoto se desenvolva em um organismo completamente formado e funcional (SCHOENWOLF et al., 2016).

O desenvolvimento humano é um processo altamente regulado, que é dividido em períodos sequenciais, tanto na área biológica como na clínica de maneira a facilitar a sua compreensão. Embora alguns eventos possam se sobrepor, a separação em períodos distintos ajuda a reconhecer as características de cada etapa do desenvolvimento. De acordo com a bibliografia específica, o desenvolvimento humano, corresponde ao total de 38 semanas, que estão organizadas em três períodos: pré-embrionário, embrionário e fetal (Quadro 01). Cada um desses períodos abrange etapas específicas na formação de tecidos, órgãos e sistemas que compõem o organismo, refletindo as mudanças morfológicas e funcionais que ocorrem ao longo do desenvolvimento (MOORE, PERSAUD e TORCHIA, 2016).

O período pré-embrionário, também chamado de desenvolvimento inicial, que ocorre entre a primeira semana e a metade da terceira semana de desenvolvimento, envolve a formação dos blastômeros (células resultantes das divisões celulares), a formação do blastocisto bem como a sua implantação no útero (endométrio) e a organização dos discos embrionários bilaminar (2 camadas de células) e trilaminar (os folhetos embrionários – ectoderma, mesoderma, endoderma).

O período embrionário, estendendo-se do final da terceira semana até a oitava semana de desenvolvimento, esta fase é caracterizada pela morfogênese e organogênese, caracterizada pela diferenciação dos folhetos embrionários em tecidos, que por sua vez se organizam em órgãos e sistemas.

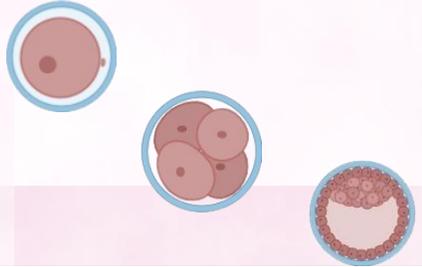
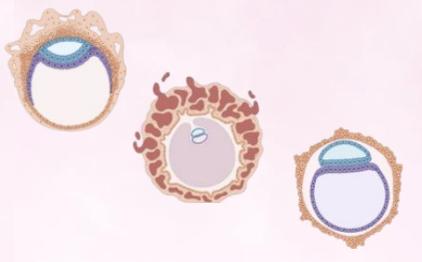
Mudanças significativas na forma do disco embrionário ocorrem durante esse período, que consiste

no dobramento do disco trilaminar plano em um estrutura em forma de tubo, processo também conhecido como fechamento do corpo do embrião.

É neste período que ocorre a morfogênese externa, com destaque na formação da face e dos membros, características essenciais para o reconhecimento do aspecto humano do indivíduo em formação, que passa a ser denominado de **embrião**. Já na organogênese temos a organização dos tecidos em órgãos e sistemas, onde o coração, pulmões, fígado, sistema nervoso central, e outros órgãos vitais começam a se formar e a adquirir as suas formas e funções iniciais. Esse processo é crucial para a formação de um organismo funcional ao final do período embrionário.

Por fim, o período fetal, que vai da nona à trigésima oitava semana de desenvolvimento, é caracterizado inicialmente pelo crescimento corporal rápido e continuidade da diferenciação dos tecidos, órgãos e sistemas, seguido de aumento de peso e maturação dos órgãos, preparando o feto para a sobrevivência fora do útero.

Quadro 01 – Principais características do desenvolvimento humano.

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO			
PERÍODO PRÉ-EMBRIONÁRIO	Primeira Semana	Fecundação	
		Clivagens	
		Formação e Início da Implantação do Blastocisto	
	Segunda Semana	Término da Implantação do Blastocisto	
		Diferenciação do Trofoblasto e Embrioblasto	
	Terceira Semana	Gastrulação	
		Formação da Notocorda	
		Neurulação	
			Dobramentos do corpo do embrião

PERÍODO EMBRIONÁRIO	Quarta a Oitava Semana	Morfogênese externa	
		Organogênese	
		Aquisição do aspecto humano	
PERÍODO FETAL	Nona Semana até o Nascimento	Crescimento e Maturação dos Sistemas do Corpo	
		Preparação para o nascimento	

Fonte: a autora. Imagens adaptadas de: <https://app.biorender.com/>

Sem dúvida, o conhecimento em embriologia desempenha um papel importante na compreensão de Temas Contemporâneos Transversais, como a fertilização *in vitro*, clonagem e terapias genéticas. Esses temas não só são interessantes do ponto de vista científico, mas também levantam questões sociais e éticas significativas (SANTOS; RIBEIRO; PRUDÊNCIO, 2022).

Este guia tem como propósito explorar e descrever o desenvolvimento embrionário humano, destacando os eventos fundamentais que evidenciam o início da vida e a transição de uma célula única em um indivíduo estrutural e funcionalmente complexo. Destina-se a professores do ensino médio interessados em enriquecer suas práticas educacionais, proporcionando uma compreensão mais detalhada e contextualizada do desenvolvimento embrionário.

PERÍODO PRÉ-EMBRIONÁRIO

PRIMEIRA SEMANA

O desenvolvimento embrionário humano inicia-se na fecundação, quando um espermatozoide se une ao **! Ovócito II** para formar uma única célula, o **zigoto**. Essa célula, totipotente, tem capacidade de se diferenciar em todos os tipos de células somáticas do corpo do futuro embrião.

Após a fecundação, que ocorre na tuba uterina, o **zigoto** inicia uma série de divisões celulares, que não são acompanhadas por crescimento celular, sendo as células resultantes denominadas de **blastômeros**. Esse tipo de mitose onde a cada divisão as células se tornam menores é chamado de **clivagem**, em que as fases G1 e G2 do ciclo celular são muito curtas de maneira que as células passem rapidamente da mitose (fase M) para a próxima divisão celular sem um período significativo de crescimento ou síntese de novos componentes celulares. Essa rápida sucessão de divisões mitóticas sem o crescimento celular é o que leva ao aumento no número de blastômeros mantendo porém o volume total até a formação da mórula constante.

A primeira clivagem divide o zigoto formando dois blastômeros, a segunda clivagem, se completa por volta de 40 horas após a fecundação, e formam-se quatro blastômeros. Durante a clivagem, os blastômeros permanecem envoltos pela zona pelúcida e se deslocam através da tuba uterina em direção ao útero, conforme representado na figura 1.

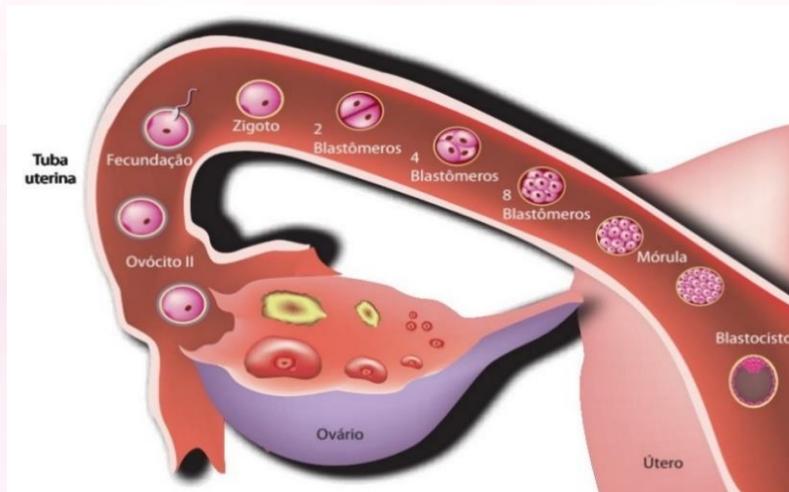


Figura 1 - Representação esquemática do ciclo reprodutivo feminino, destacando o processo de ovulação, no qual o ovócito II é liberado do ovário para a tuba uterina. Na tuba, ocorre a fecundação, com a união do espermatozoide ao ovócito II, formando o zigoto. O zigoto, então, passa por sucessivas divisões mitóticas (clivagem), originando células menores - os blastômeros, enquanto se desloca pelo interior da tuba uterina rumo ao útero, onde continuará o seu desenvolvimento (Adaptado de: REDHORSE et al., 2004).



Na imagem que representa a fecundação humana, costumam ser identificados o espermatozoide (gameta masculino) e o óvulo (gameta feminino). No entanto, o correto é referir-se ao gameta feminino como ovócito II, já que a segunda fase da meiose só se completa após a penetração do espermatozoide, um evento que ocorre durante o processo de fecundação



As divisões subsequentes seguem-se uma após a outra, formando, progressivamente, blastômeros menores. Em três dias, o embrião tem de 6 a 12 células, e em quatro dias, tem de 16 a 32 células. Neste estágio, o pré-embrião é chamado de **mórula**, uma estrutura compacta de células, que se assemelha visualmente a uma amora, no latim “morum”, daí o nome.

Por volta do quarto dia após a fecundação, a mórula alcança o útero. O líquido proveniente do útero e dos próprios blastômeros invade a mórula e afasta alguns blastômeros para a periferia, formando uma cavidade central chamada de blastocele. No 6º e 7º dias, tem-se então a formação do **blastocisto** (Fig. 2), composto pelo embrioblasto (massa celular interna), trofoblasto (células que delimitam o blastocisto) e blastocele (cavidade blastocística). A estruturação do blastocisto permite ao pré-embrião organizar suas células em uma estrutura que possibilite a implantação na parede uterina (endométrio) e a formação de estruturas intra e extra-embriônicas necessárias para o desenvolvimento do embrião e do feto. Ao final da primeira semana, o blastocisto adere ao endométrio, iniciando o processo de implantação.



[Ver Vídeo](#)



A zona pelúcida é uma camada glicoproteica que envolve a membrana plasmática dos ovócitos e tem inúmeras funções, entre elas (i) permitir a entrada do espermatozóide no ovócito, (ii) bloquear a polispermia, (iii) proteger o zigoto ao longo de toda a sua jornada nas tubas uterinas, (iv) contribuir para que os blastômeros formados durante as primeiras clivagens até a constituição da mórula se mantenham juntos. Contudo, é essencial que ela se rompa quando atingido o útero, para viabilizar a formação do blastocisto bem como possibilitar a implantação do blastocisto na parede uterina (endométrio).

Adaptado de: <http://www.embryology.ch>

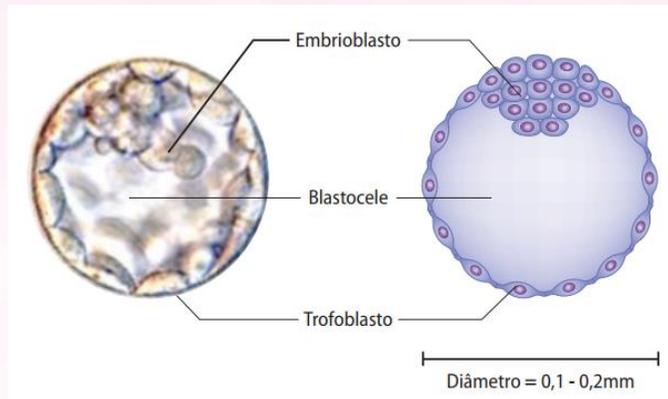


Figura 2 - Micrografia e representação esquemática de um blastocisto, destacando a organização do trofoblasto, embrioblasto e blastocelo (Fonte The University of Kansas Medical Center, apud Nazari e Müller, 2011).

SEGUNDA SEMANA

O contato do blastocisto com o endométrio ocorre pela região onde está localizado o embrioblasto, que induz a proliferação do trofoblasto, em duas camadas distintas: o citotrofoblasto (camada interna) e o sinciotrofoblasto (camada externa) (Fig. 3A). As células do sinciotrofoblasto deslocam as células endometriais no local de implantação, invadindo o tecido endometrial e permitindo que o pré-embrião acesse os vasos sanguíneos, fator importante para a implantação (concluída ao final da segunda semana) e viabilidade do pré-embrião.

Paralelo ao processo de implantação e de organização do trofoblasto, ocorre a diferenciação do embrioblasto em duas camadas celulares, o epiblasto e hipoblasto, formando o disco embrionário bilaminar (Fig. 3B). Concomitantemente, forma-se entre a parte superior do disco embrionário e o trofoblasto, uma cavidade revestida por células do epiblasto, a cavidade amniótica. As células do hipoblasto, por serem menores do que as do epiblasto, proliferam rapidamente e passam a revestir internamente a blastocelo, formando assim a vesícula vitelínica primitiva. Na figura 4 são apresentadas diferentes representações do blastocisto.

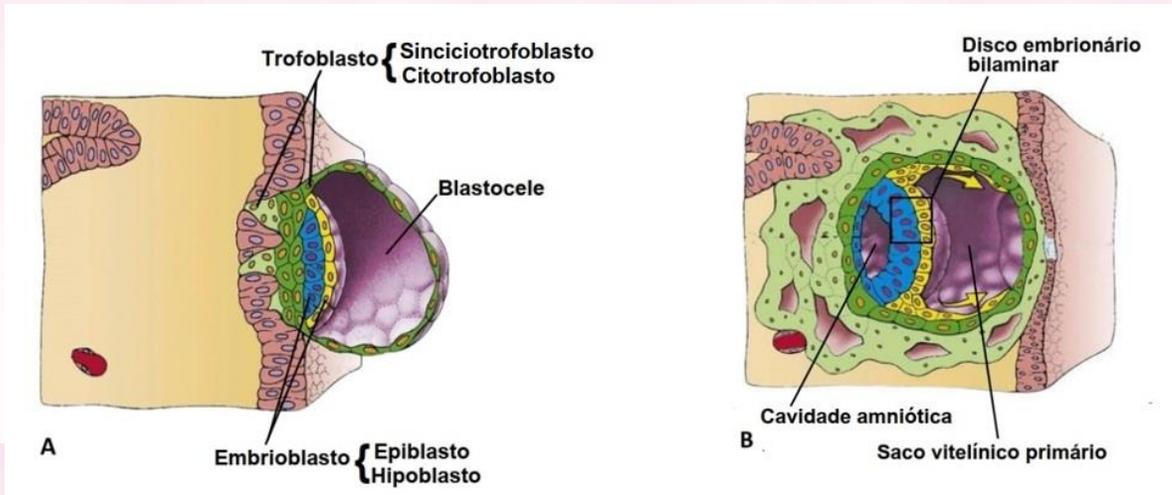
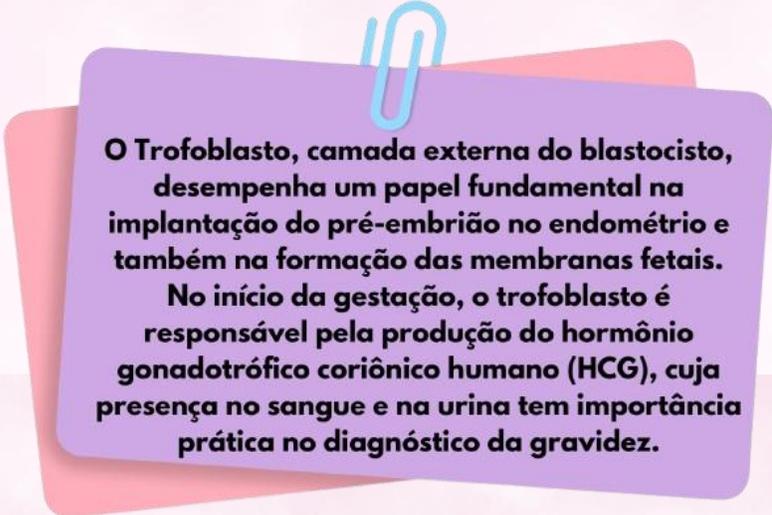


Figura 3 - Representação esquemática de um blastocisto em fase de implantação. Observa-se o disco embrionário bilaminar, composto por duas camadas de células: o epiblasto e o hipoblasto. A – início do processo de implantação onde o trofoblasto está organizado duas camadas: o citotrofoblasto, que é a camada interna de células individuais que proliferam e fornecem material para o crescimento do trofoblasto; e o sinciotrofoblasto, uma camada externa multinucleada formada pela fusão de células do citotrofoblasto, responsável pela invasão do endométrio materno e pelo início da formação da placenta. Essas estruturas são essenciais para a implantação do embrião no útero e para o estabelecimento de trocas entre mãe e embrião. B – implantação concluída (Adaptado de: LARSEN, 2016).



Figura 4 - A imagem apresenta diferentes representações esquemáticas e um modelo tridimensional do Disco Embrionário Bilaminar, uma estrutura fundamental formada durante a segunda semana de desenvolvimento embrionário. O disco bilaminar é composto por duas camadas de células: o epiblasto (camada superior) e o hipoblasto (camada inferior). Essas representações ajudam a ilustrar a organização das células e as regiões cefálica e caudal, que começam a se definir durante essa fase do desenvolvimento humano (Adaptado de: <https://slideplayer.com.br/> e Lobo et al., 1973).



O Trofoblasto, camada externa do blastocisto, desempenha um papel fundamental na implantação do pré-embrião no endométrio e também na formação das membranas fetais. No início da gestação, o trofoblasto é responsável pela produção do hormônio gonadotrófico coriônico humano (HCG), cuja presença no sangue e na urina tem importância prática no diagnóstico da gravidez.

TERCEIRA SEMANA

Na terceira semana do desenvolvimento embrionário humano ocorre a gastrulação, um processo fundamental nos animais pluricelulares, que consiste na formação dos folhetos embrionários. A gastrulação inicia com a formação da linha primitiva na face superior do disco embrionário bilaminar, resultado da proliferação e migração das células do epiblasto, no plano mediano do disco embrionário, sendo que na sua extremidade anterior se forma-se o nó primitivo (figura 5A). A linha primitiva tem função similar ao blásporo, estrutura presente na gastrulação de outros grupos animais.

Os eventos que ocorrem durante a gastrulação modificam o disco embrionário bilaminar em um disco embrionário trilaminar, formando assim os 3 folhetos embrionários, também denominados camadas germinativas (endoderma, mesoderma e ectoderma), que darão origem a todos os tecidos e órgãos do corpo (figura 6).

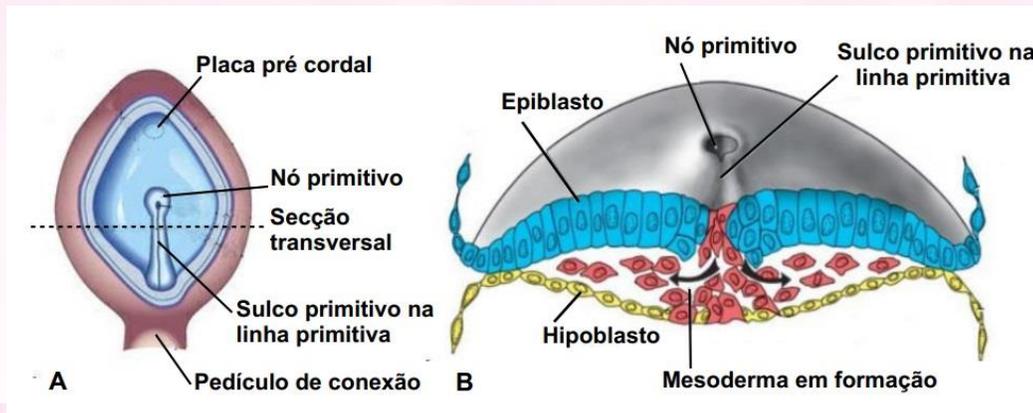


Figura 5 - Disco embrionário seccionado transversalmente na região da linha primitiva mostrando a migração das células do epiblasto durante a gastrulação. A-Desenho de uma vista dorsal. Nota-se a placa pré cordal, um espessamento local do hipoblasto, que indica a futura região céfala do embrião e futura região da boca. E o pedículo de conexão (primórdio do cordão umbilical). B-Desenho esquemático da região céfala do disco embrionário. A linha primitiva resulta da proliferação e migração de células do epiblasto para o plano mediano do disco embrionário. O primeiro conjunto de células que imigra pela linha primitiva e substitui os hipoblastos formará o endoderma e o segundo conjunto de células formará o mesoderma (Adaptado de: MOORE; PERSAUD; TORCHIA, 2016).

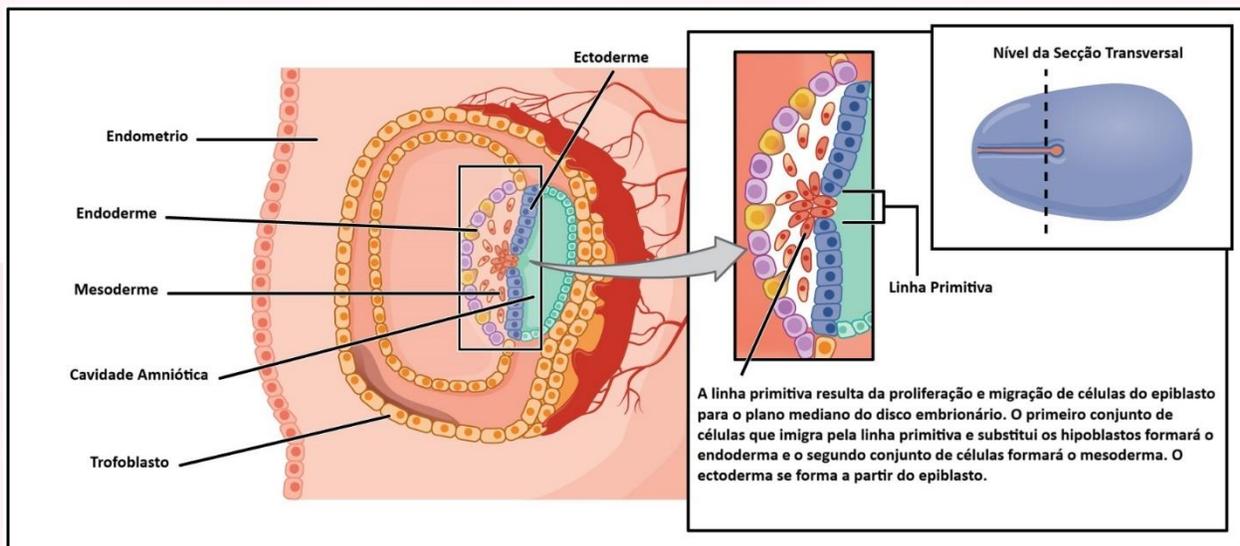


Figura 6 – Conversão do disco embrionário bilaminar (epiblasto e hipoblasto) em um disco embrionário trilaminar (endoderma, mesoderma e ectoderma). Ao longo da linha primitiva, as primeiras células ingressantes do epiblasto invadem o hipoblasto e deslocam suas células, substituindo completamente os hipoblastos por uma nova camada de células, o endoderma. Então, outras células epiblasticas migram entre o epiblasto e o endoderma recém-formado, originando o mesoderma. Por fim, as células epiblasticas remanescentes formam o ectoderma. O surgimento desses três folhetos germinativos caracteriza o embrião trilaminar (Adaptado de: <https://mindthegraph.com>).

Além das células do epiblasto que se interiorizam pela linha primitiva para formar os folhetos embrionários endoderma e o mesoderma, outro conjunto de células do epiblasto irá se deslocar através do nó primitivo, formando um cordão celular no plano mediano-cefálico, que dará origem à notocorda, o primeiro eixo de orientação do embrião. As células do epiblasto que não se internalizaram, ou seja, as que permaneceram revestindo o disco embrionário passam a constituir o folheto embrionário ectoderma, de maneira que reconhecemos agora o disco embrionário tridérmico. A notocorda é uma estrutura embrionária fundamental para o desenvolvimento, atuando como um tecido indutor (ação de uma estrutura sobre uma “região embrionária”, gerando modificações na capacidade morfogénética desta região). O ectoderma disposto sobre a notocorda, e por ela induzida formará a placa neural, precursor do sistema nervoso central (Figura 7).

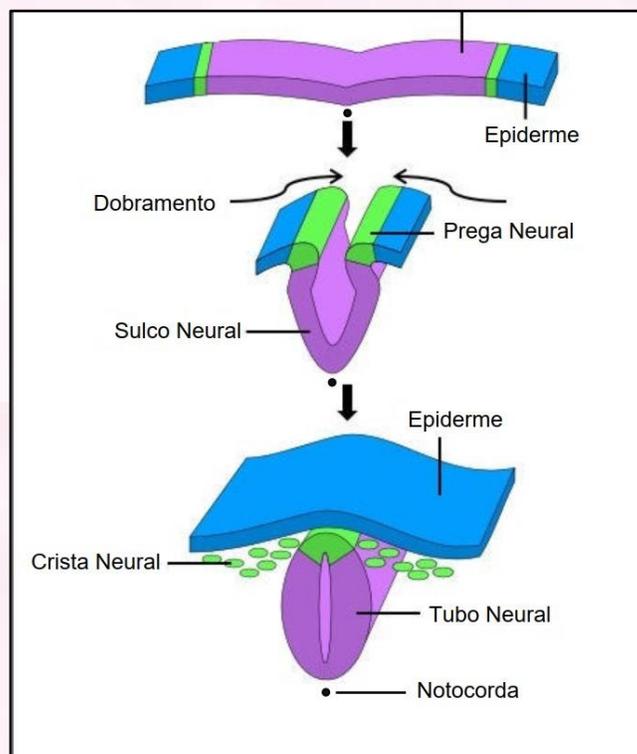


Figura 7 - A imagem mostra um corte transversal da placa neural, destacando o processo de formação do tubo neural (neurulação), estrutura primordial para o desenvolvimento do sistema nervoso central. A notocorda, situada abaixo do tubo neural, é uma estrutura que desempenha um papel importante na indução do desenvolvimento neural (Adaptado de: www.embryology.ch).

PERÍODO EMBRIONÁRIO

QUARTA A OITAVA SEMANA – ADQUIRINDO FORMA HUMANA

Mudanças significativas na forma do embrião ocorrem durante a 4ª semana, que consiste no dobramento do disco embrionário trilaminar plano em um embrião em forma de tubo, processo também conhecido como fechamento do corpo do embrião, que inicia no final da 3ª semana de desenvolvimento e continua ao longo da 4ª semana. O dobramento ocorre simultaneamente, tanto no sentido céfalo-caudal, como nas suas laterais.

Durante o dobramento lateral, as bordas do disco embrionário trilaminar se curvam e se aproximam ao longo da linha mediana ventral. Esse movimento faz com que as camadas endodérmica, mesodérmica e ectodérmica do disco se fundam às correspondentes do lado oposto, formando um corpo tridimensional em forma de tubo. Como resultado, o ectoderma do disco embrionário cobre toda a superfície tridimensional do embrião, exceto na futura região umbilical, de onde surgem o saco vitelínico e o pedículo de conexão/embrionário.

Simultaneamente ao dobramento lateral, as extremidades cefálica e caudal flexionam-se ventralmente de forma acentuada, comprimindo e estreitando o saco vitelínico, formando assim o pedículo do saco vitelínico, estrutura que participará da formação do cordão umbilical (Figura 8A e B).

Esse dobramento também contribui para a incorporação da parte mais anterior do saco vitelínico no embrião, que se tornará parte do intestino primitivo. As membranas bucofaríngea e cloacal delimitam, inicialmente, os limites entre a cavidade oral primitiva e a faringe, e entre o final do canal anal e o meio externo.

Ao mesmo tempo que está ocorrendo o dobramento do corpo do embrião, a placa neural, posicionada agora na região dorsal do embrião tubular, se diferencia no tubo neural, estrutura que dará origem ao sistema nervoso central (Figura 7 e Figura 8C). Além disso, os folhetos embrionários se diferenciaram nos diferentes tipos de tecidos na constituição de estruturas e órgãos (quadro2). Destaca-se a importância do mesoderma, presente em todas as estruturas e órgãos, considerando suas funções de suporte e nutrição.

Os eventos acima descritos são essenciais para a formação adequada das estruturas internas e externas do corpo, preparando o embrião para as etapas subsequentes de desenvolvimento.

No final do período embrionário a cabeça já se apresenta proporcionalmente desenvolvida quando comparada com o corpo e os membros. Esse crescimento acentuado da cabeça se mantém nos primeiros

meses do período fetal, devido principalmente ao crescimento das vesículas cerebrais, que dão origem ao encéfalo.

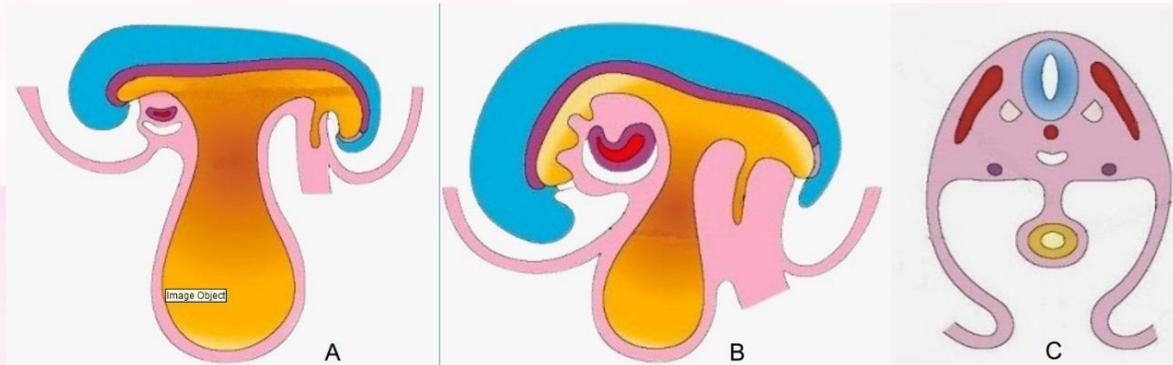


Figura 8 - Representação do dobramento do embrião humano em dois tipos de cortes. As imagens A e B mostram cortes sagitais que destacam o processo de curvatura do embrião, essencial para a formação do corpo tridimensional. Esse dobramento envolve a formação de estruturas importantes, como o intestino primitivo, e ocorre tanto na direção cefalocaudal quanto lateralmente. A imagem C representa um corte transversal, evidenciando as cavidades internas e o fechamento da parede do corpo ao redor do intestino primitivo. Esse processo de dobramento é crucial para a organização anatômica básica do embrião, permitindo o desenvolvimento adequado dos sistemas corporais (Adaptado de Moore et al., 2022).

Grande parte das anomalias congênitas ocorre durante o período embrionário, fase em que os tecidos, órgãos e sistemas do corpo estão se formando e se estruturando. Um exemplo importante de prevenção é o uso do ácido fólico, uma vitamina essencial durante o início da gestação. O Ácido Fólico desempenha um papel crucial na prevenção de anomalias do tubo neural, como a espinha bífida e a anencefalia, que são malformações graves do sistema nervoso. Por isso, recomenda-se que as mulheres em idade fértil ou que planejam engravidar iniciem a suplementação de ácido fólico antes da concepção e durante as primeiras semanas de gestação, uma vez que o fechamento do tubo neural ocorre logo nas primeiras semanas do desenvolvimento embrionário.

Quadro 02 – Relação das Estruturas Originadas a partir dos Folhetos Embrionários - Endoderma, Mesoderma e Ectoderma, durante o Desenvolvimento Embrionários

Diferenciação dos folhetos embrionários durante o desenvolvimento dos tecidos e órgãos			
Folheto embrionário	Diferenciação do folheto embrionário		Órgãos, Estruturas/Tecidos originados
Ectoderma	<i>Ectoderma Superficial</i>		Epiderme e anexos epidérmicos (pelos, unhas, glândulas epidérmicas); glândulas mamárias; esmalte dos dentes; cristalino (olho); parte anterior da hipófise (adeno-hipófise)
	<i>Ectoderma neural</i>	<i>Tubo neural</i>	Encéfalo, medula espinal; retina (olho); parte posterior da hipófise (neuro-hipófise)
		<i>Crista neural</i>	Gânglios e nervos cranianos e sensitivos
	Medula da glândula suprarrenal; células pigmentares; cartilagens e ossos da face e pescoço; tecido muscular da cabeça; meninges; septos cardíacos		
Mesoderma	<i>Mesoderma paraxial</i>		Musculatura esquelética do tronco e dos membros, ossos (da coluna vertebral), e parte da Derme (na região dorsal)
	<i>Mesoderma Intermediário</i>		Gônadas, sistema de canais e ductos do aparelho reprodutor, rins, ductos urinários
	<i>Mesoderma lateral</i>	<i>Somático</i>	Tecido conjuntivo dos membros, ossos dos membros, e vasos sanguíneos
		<i>Esplâncnico</i>	Coração (miocárdio e pericárdio)
			Musculatura lisa e cardíaca, vasos sanguíneos e cartilagens.
			Musculatura, cartilagens e vascularização
	<i>Mesoderma cardiogênico</i>		Miocárdio
<i>Mesoderma cefálico</i>		Parte da musculatura da cabeça	
Endoderma	<i>Endoderma</i>		Epitélio de revestimento interno do fígado, pâncreas, e de órgãos tubulares do digestório e respiratório

Fonte: Adaptado de Nazari e Müller (2011).

PERÍODO FETAL

NONA SEMANA AO NASCIMENTO

O período fetal é a fase do desenvolvimento humano que vai da 9ª semana de gestação até o nascimento. Este período é caracterizado principalmente pelo acentuado crescimento corporal e pela maturação dos sistemas e órgãos formados durante o período embrionário. Embora a forma básica do corpo humano já esteja estabelecida ao final do período embrionário, é durante o período fetal que ocorre o refinamento das estruturas e a preparação do feto para a vida fora do útero.

No início da 9ª semana, a cabeça do feto representa aproximadamente metade do comprimento cabeça-nádega do feto (CCN). Ao avançar para as 12ª semanas, observa-se uma aceleração no crescimento do comprimento corporal, embora o crescimento da cabeça diminua significativamente neste intervalo, ela permanece relativamente grande em comparação com o resto do corpo.

Assim, da 9ª à 12ª semana elementos essenciais como os centros de ossificação primária surgem, especialmente no crânio e nos ossos longos, estabelecendo as bases para o esqueleto. As genitálias externas começam a se diferenciar ao final da 12ª semana. O fígado é um local primário de eritropoiese (formação de hemácias), com o baço assumindo essa função gradualmente.

Ao avançar para as semanas 13ª a 16ª, observa-se um crescimento ainda mais acelerado do feto. Os movimentos dos membros tornam-se mais coordenados, embora ainda não sejam perceptíveis pela mãe. Esse desenvolvimento é crucial, pois além de contribuir para a formação física, facilita o monitoramento da saúde fetal através de ultrassonografias.

A fase de 17ª a 20ª semanas é particularmente notável pela percepção dos movimentos fetais pela mãe, como pontapés, indicativos do vigor físico do feto. Neste estágio, a pele do feto começa a ser protegida pelo verniz caseoso, uma substância que previne danos devido à exposição prolongada ao líquido amniótico, destacando a natureza adaptativa do desenvolvimento fetal.

Entre a 21ª e a 25ª semana, o ganho de peso do feto é substancial, acompanhado de uma pele mais enrugada e translúcida. Durante este período, os pulmões começam a produzir surfactante, essencial para a respiração ao nascimento, destacando a importância da maturação orgânica para a sobrevivência neonatal.

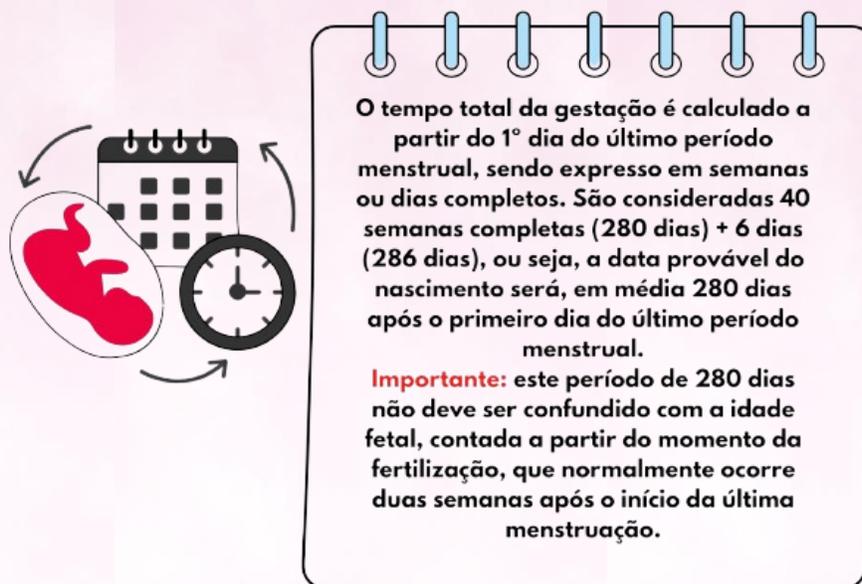
Avançando para as semanas 26ª a 29ª, os pulmões e o sistema nervoso central estão desenvolvidos para permitir a vida fora do útero em casos de nascimento prematuro, embora o recém-nascido ainda necessite de cuidados intensivos. Essa capacidade de sobrevivência é um marco no desenvolvimento fetal, pois reduz significativamente a mortalidade neonatal entre prematuros. O baço tem se constituído em um

importante sítio de formação de hemácias, o que ocorre até a 28ª semana, quando a medula óssea se torna o principal local de eritropoiese.

As semanas 30ª a 34ª são fundamentais para o acúmulo de gordura corporal, que não só suaviza a pele do feto, mas também desempenha um papel vital na termorregulação pós-nascimento. Por fim, entre 35ª e 38ª semanas, o feto está praticamente pronto para o nascimento, com a capacidade de responder a estímulos luminosos e exibir uma orientação espontânea em relação à luz, indicando um sistema nervoso maduro.

Além dos aspectos físicos e fisiológicos, é imperativo considerar os fatores que influenciam o desenvolvimento fetal, como a nutrição materna adequada, o ambiente intrauterino saudável e a ausência de substâncias nocivas como o tabaco e o álcool. Estes elementos não só afetam o desenvolvimento físico, mas também têm implicações a longo prazo na saúde do indivíduo, destacando a importância de um estilo de vida materno saudável.

Portanto, o desenvolvimento fetal é um período importante para a saúde a longo prazo, onde cada fase prepara o feto para as demandas da vida pós-natal, enquanto fatores ambientais e comportamentais maternos desempenham papéis fundamentais na determinação dos resultados de saúde do recém-nascido. É essencial que a sociedade e os profissionais de saúde promovam condições e comportamentos que apoiem um desenvolvimento fetal saudável.



SUGESTÕES DE ATIVIDADES PARA TRABALHAR EM SALA

As atividades objetivam promover a reflexão e discussão entre os estudantes, abordando temas relacionados ao cotidiano escolar e à sua vivência, com foco no protagonismo do aluno. Entre as atividades propostas, estão técnicas de modelagem, recorte e montagem de pranchas, além de estudos de caso com abordagens investigativas, que estimulam a compreensão de conceitos de embriologia e sua aplicação prática em situações do dia a dia. Para apoiar o aprendizado, são utilizados materiais complementares, como ilustrações, que auxiliam na montagem e análise dos conteúdos, fortalecendo o processo de assimilação.

ATIVIDADE 1: EXPLORANDO O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO ATRAVÉS DE PRANCHAS DE EMBRIÕES EM DIFERENTES ESTÁGIOS

OBJETIVO: Compreender o desenvolvimento embrionário humano através da análise de imagens representativas dos períodos e fases do desenvolvimento.

PROPOSTA DE ENSINO: A atividade consiste na elaboração de uma prancha do desenvolvimento humano, seja digital ou em papel, a partir de um conjunto de imagens que contemplam diferentes fases do desenvolvimento embrionário humano. Pretende-se montar uma sequência temporal que ilustre o desenvolvimento humano, destacando as principais estruturas e eventos em cada período do desenvolvimento humano.

Esta metodologia não apenas facilita a compreensão dos conceitos fundamentais de embriologia, mas também desenvolve habilidades importantes na área morfológica, como a observação detalhada das formas e estruturas visualizadas nas imagens, a disposição dos membros superiores e inferiores ao longo do desenvolvimento, a proporção das diferentes partes do embrião, o pensamento crítico, o trabalho em equipe e a capacidade de aplicar conhecimento teórico de maneira prática são especialmente valorizados. Esta abordagem visa aprofundar o entendimento dos alunos sobre o desenvolvimento embrionário humano através da análise visual e crítica de cada período representado nas pranchas.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

1. Ilustrações de embriões em diferentes estágios de desenvolvimento, contemplando imagens desde a fecundação até o final do período embrionário (8ª semana), fornecidas pelo professor ou acessadas através de uma plataforma digital.
2. Papel, lápis, canetas coloridas, régua, tesoura (para prancha física).
3. Computador com software de edição de imagem (opcional para prancha digital).
4. Acesso à internet para pesquisa adicional.

PROCEDIMENTOS:

1. Apresentação do conteúdo

a) A partir das imagens abordando as diferentes etapas do desenvolvimento embrionário, promova uma discussão sobre as características observadas. Utilize esse momento para estimular a curiosidade e levantar as concepções prévias dos estudantes.

b) A apresentação do conteúdo pode ser conduzida através do uso de simuladores e animações virtuais disponíveis nos websites educacionais, tais como Planetabio <http://www.planetabio.com.br/>, e embryology.ch <https://embryology.ch/en/embryogenese/>. Durante a exploração desses recursos, o professor pode compartilhar e projetar imagens, proporcionando uma discussão mais dinâmica e enriquecedora. Ao utilizar os recursos de multimídia disponíveis e a exposição das pranchas e imagens é possível abordar de forma mais detalhada as seguintes etapas do Desenvolvimento Embrionário Humano. Para facilitar seu trabalho colocamos abaixo algumas sugestões de tarefas que podem ser trabalhadas, levando em consideração o tempo disponível para executá-la.

- ✓ **Clivagem:** Explique o processo de clivagem, demonstrando as divisões mitóticas que ocorrem a partir do Zigoto; Mostre como o conceito se desloca pela tuba uterina e destaque que as células resultantes são chamadas blastômeros.
- ✓ **Formação do blastocisto e a implantação:** Descreva a transição da mórula (final da fase de clivagem) para o blastocisto, destacando a organização em trofoblasto, embrioblasto e blastocele. Outro ponto importante a ser destacado é a eclosão da zona pelúcida, essencial para a implantação do blastocisto na parede uterina (endométrio).
- ✓ **Disco bilaminar:** Apresente as mudanças que ocorrem no blastocisto, a diferenciação do embrioblasto formando duas camadas celulares distintas, denominadas de epiblasto e hipoblasto, que constituem o **disco embrionário bilaminar**.
- ✓ **Gastrulação:** Destaque da organização do disco embrionário trilaminar. Represente como a **linha primitiva** se forma e a migração das células do epiblasto para o plano mediano do disco embrionário, formando assim os três folhetos embrionários: o ectoderma, o mesoderma e o endoderma. Assim, tão logo a linha primitiva é formada, é possível identificar o eixo craniocaudal, as extremidades cranial e caudal, as superfícies dorsal e ventral do embrião. Essa representação pode ser exemplificada usando papéis ou cartolinas de diferentes cores, podendo ser padronizadas as cores (azul para ectoderma, vermelho para mesoderma e amarelo ou verde para endoderma)
- ✓ **Neurulação:** Processo através do qual a notocorda induz o ectoderma sobrejacente a formar a placa neural, que se invagina para para forma a goteira neural e posteriormente o tubo neural, que origina o encéfalo e a medula (sistema nervoso central).
- ✓ **Dobramento do embrião:** O dobramento do embrião ocorre simultaneamente, tanto no sentido céfalo-caudal, como nas suas laterais. No dobramento lateral, as bordas do disco embrionário trilaminar se curvam e se fundem ao longo da linha mediana ventral, processo também conhecido como fechamento do corpo do embrião. E no sentido céfalo-caudal, temos um encurvamento de maneira que o embrião se posiciona curvado, em forma de um C.
- ✓ **Morfogênese:** Processo pelo qual as células se organizam e formam as estruturas tridimensionais do corpo. Destaca-se a morfogênese externa, constituída principalmente pela formação da face e dos membros.

- ✓ **Organogênese:** A partir da formação dos tecidos (epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso) os sistemas de órgãos começam a se desenvolver. Órgãos e sistemas como o coração, pulmões, fígado e outros órgãos vitais, assim como os sistemas cardiovascular e nervoso começam a se formar e a adquirir as suas formas e funções iniciais.
- ✓ Destacar também a formação das características morfológicas externas do embrião, principalmente da formação da face e dos membros. Assim, ao final do período embrionário o embrião apresenta aspecto humano e se reconhece o esboço dos órgãos e dos sistemas.



2. Organização da sequência temporal do desenvolvimento embrionário humano

- a) A atividade pode ser realizada individualmente ou em grupo, a critério do professor. Distribua a folha com o conjunto de imagens (dispostas aleatoriamente) de embriões em diferentes estágios (micrografias, vista externa, cortes e modelos), contemplando imagens de diferentes dias e semanas do desenvolvimento embrionário humano. De acordo com o número de aulas poderá ser disponibilizado um número menor de imagens.
- b) Peça a cada estudante que elabore uma prancha (digital ou em papel) apresentando a sequência temporal do desenvolvimento humano (organizando as imagens em ordem cronológica), e citando as principais estruturas e eventos ao lado de cada imagem.

3- Sistematização da Atividade

A etapa de exposição e discussão visa promover a troca de conhecimentos entre os estudantes, reforçar o aprendizado e permitir uma análise crítica das pranchas desenvolvidas.

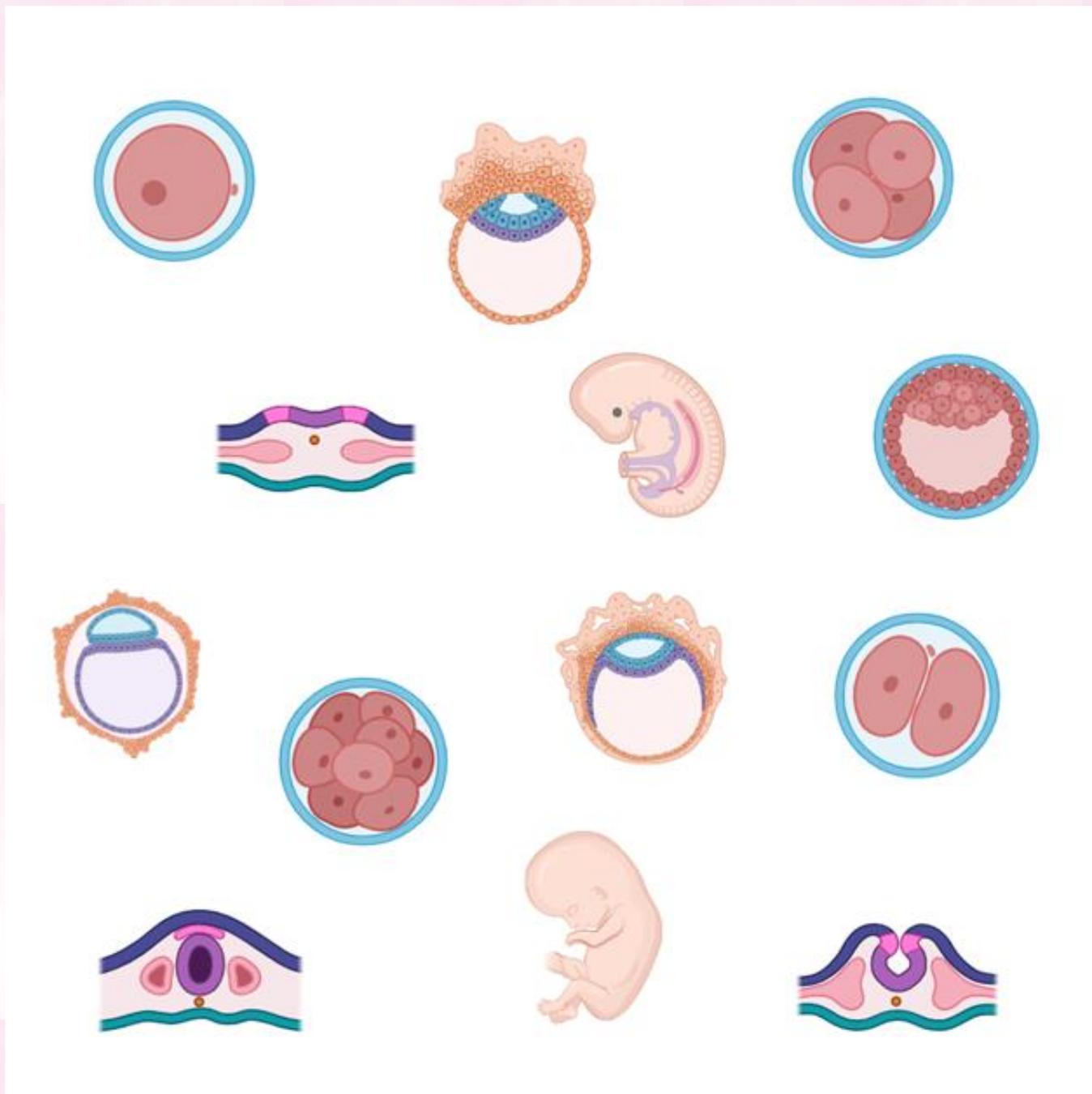
- a) Organizar a sala de aula para que todos possam ver claramente as pranchas;
- b) Cada estudante ou grupo de estudantes deve preparar uma breve apresentação destacando a sequência temporal das imagens, a explicação das principais estruturas identificadas em cada estágio e os eventos mais relevantes;
- c) O professor faz perguntas que promovam a reflexão e o debate, tais como:
 - Imaginem que vocês estão acompanhando a jornada de um ser humano desde o momento da fecundação até as primeiras semanas de vida dentro do útero. Durante essa incrível “viagem”, inúmeras estruturas começam a se formar, cada uma com seu papel essencial. Ao observar essa sequência temporal do desenvolvimento embrionário, quais estruturas se destacaram mais para vocês e por que elas chamaram a sua atenção?
 - Como a representação visual ajuda a compreender melhor o processo de desenvolvimento embrionário?

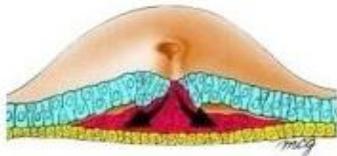
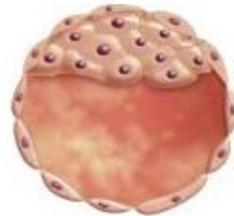
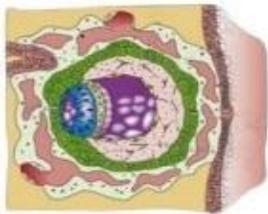
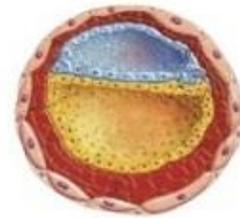
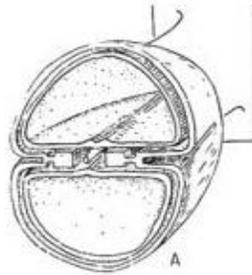
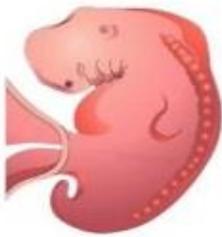
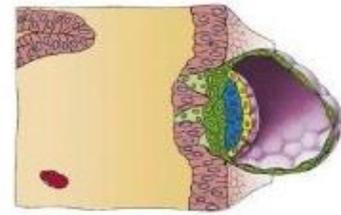
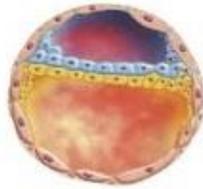
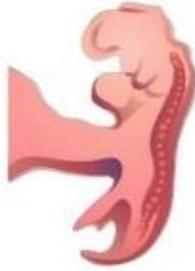
Essa socialização dos resultados promove a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento, pois os alunos podem comparar suas descobertas com as de seus colegas, discutir semelhanças e diferenças, e refinar suas compreensões. Além disso, o trabalho em pequenos grupos e a sistematização com a turma

toda permitem que as interações entre pares e entre professores e estudantes aconteçam, favorecendo a organização, a discussão e a avaliação das ideias que marcam o processo de aprendizagem.

Obs.: Logo abaixo segue as imagens (dispostas aleatoriamente) de embriões em diferentes estágios (micrografias, vista externa, cortes, modelos), para que os estudantes organizem na sequência do desenvolvimento embrionário e relacione com alguns eventos.

IMAGENS DE EMBRIÕES EM DIFERENTES PERÍODOS (MICROGRAFIAS, VISTA EXTERNA, CORTES E MODELOS)





ATIVIDADE 2: CRIANDO REPRESENTAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO

Esta atividade pode ser complementar à anterior, "Explorando o Desenvolvimento Embrionário Através de Pranchas de Embriões em Diferentes Estágios", ou pode ser realizada de forma independente. A decisão de integrar a construção de modelos embrionários com a atividade das pranchas fica a critério do professor, dependendo da disponibilidade de tempo e dos objetivos pedagógicos específicos.

OBJETIVO: Compreender o desenvolvimento embrionário humano através da construção de modelos tridimensionais, promovendo uma compreensão prática e visual das mudanças que ocorrem ao longo do processo.

PROPOSTA DE ENSINO: A atividade envolve a construção de modelos do desenvolvimento embrionário humano como forma de trabalhar conteúdos e conceitos básicos através de experiências visuais e interativas. Ao envolver os alunos na criação desses modelos, eles podem visualizar e entender melhor as formas e as relações espaciais entre as diferentes estruturas do embrião ao longo do seu desenvolvimento. Esta metodologia promove uma compreensão de processos que são muitas vezes difíceis de visualizar e compreender através apenas de descrições textuais. Além disso, incentiva o aprendizado ativo, estimula o desenvolvimento de habilidades manuais, planejamento e execução de projetos, enquanto fomenta o pensamento crítico e a resolução de problemas. A atividade também reforça o trabalho em equipe e a aplicação prática de conhecimentos teóricos, tornando o processo educativo mais envolvente.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

1. Massinha de Modelar ou Argila: Ideal para esculpir e representar estruturas tridimensionais. A critério do professor poderão ser usados materiais recicláveis ou disponíveis na escola.
2. Palitos de Dente ou de Picolé, Espetos de Madeira: Podem ser usados para criar estruturas mais detalhadas e para conectar diferentes partes do modelo.
3. Papelão ou Papel Cartão: Pode ser cortado e moldado para formar estruturas específicas.
4. Material de Arte Diverso: Canetas coloridas, lápis de cor, marcadores, tintas, pincéis. Esses materiais adicionam detalhes e cores aos modelos.
5. Tesouras e Cola: Essenciais para cortar e colar diferentes componentes do modelo.
6. Recursos Online ou Aplicativos Interativos (opcional): Pode-se utilizar recursos digitais para explorar modelos tridimensionais interativos do desenvolvimento embrionário.
7. Referências visuais (imagens ou modelos anatômicos).



PROCEDIMENTOS:

1 - Problematização

- a) Faça uma tempestade de ideias com as seguintes perguntas:
 - ✓ Que mudanças mais significativas vocês conseguem identificar e descrever nos embriões em diferentes períodos, e como essas mudanças impactam o desenvolvimento?"
 - ✓ De que maneiras podemos representar essas mudanças ao longo dos períodos do desenvolvimento embrionário de forma criativa e impactante?
- b) Com base nas informações da tempestade de ideias, os estudantes serão direcionados a criar modelos tridimensionais que representem os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário humano.
- c) Cada grupo ficará responsável por construir modelos representativos de um período específico.
- d) Ao distribuir os diferentes estágios de desenvolvimento embrionário entre os grupos, é importante considerar a complexidade de modelagem de cada estágio. Assim, sugerimos que sejam organizados 5 grupos, onde os grupos 1 e 2 criarão conjuntos de modelos para representar adequadamente seus estágios atribuídos. Já os grupos 3, 4 e 5, cada um trabalhará 1 ou 2 modelos, conforme apresentado abaixo:
 - ✓ Grupo 1: representar o processo de clivagens por meio de quatro modelos (o zigoto, dois blastômeros resultantes da primeira clivagem, quatro blastômeros resultantes da segunda clivagem e oito blastômeros resultantes da terceira clivagem);
 - ✓ Grupo 2: representar, a mórula (no desenvolvimento humano, a mórula é formada por 16 blastômeros) e o blastocisto inicial (evidenciando o trofoblasto- células que delimitam o blastocisto, o embrioblasto-massa celular interna e o blastocele-cavidade);
 - ✓ Grupo 3: representar o disco bilaminar (evidenciando as camadas do epiblasto e hipoblasto). Seria interessante o grupo construir 2 modelos, um representando o disco e tb os componentes que se diferenciaram da blastocele e do trofoblasto (uma maneira de demonstrar o processo de implantação), e outro representando de forma mais detalhada apenas o disco bilaminar.
 - ✓ Grupo 4: representar como a linha primitiva se forma pela migração das células para o plano mediano do disco embrionário, formando assim o disco embrionário trilaminar;
 - ✓ Grupo 5: representar o embrião após os dobramentos céfalo-caudal e lateral (evidenciando o corte transversal do embrião com aspecto tubular, destacando o ectoderma externo, tubo neural e tubo digestivo (intestino primitivo);

2 - Planejamento e construção dos Modelos

- a) Cada grupo esboça os modelos tridimensionais que irão construir, definindo o material necessário e como as estruturas serão representadas.
- b) Os alunos preparam uma lista de materiais com base nos esboços e planejam a construção dos modelos.
- c) O professor orienta o planejamento com cada grupo para garantir que estão bem fundamentados e que os materiais necessários estão disponíveis (incentive a utilização de diferentes materiais, como papel, argila, ou qualquer recurso disponível).
- d) Distribuição dos materiais conforme as necessidades dos grupos.

e) Os alunos constroem os modelos conforme planejamento.

Antes de iniciar a construção dos modelos é importante definir em conjunto com os estudante o tempo de aula que será utilizado para a tarefa. Sugere-se que durante a execução da atividade o professor circule pela sala para sentir se todos os estudantes estão envolvidos no trabalho , oferecendo orientações caso necessário.

f) Após a confecção dos modelos , os grupos organizam legendas de cada modelo ou escrevem um pequeno texto, relatando o que representaram em cada modelo.

3- Sistematização da Atividade

Ao final da atividade de construção de modelos, a exposição e discussão são etapas importantes que permitem a síntese do conhecimento adquirido e o compartilhamento de informações entre os aluno. Assim, sugerimos os seguintes encaminhamentos:

- a) Ordene os grupos para exposição de acordo com os modelos na sequência das etapas do desenvolvimento;
- b) Cada grupo organiza seu espaço de apresentação, colocando os modelos tridimensionais em uma mesa ou estante acessível, junto com etiquetas descritivas e uma breve descrição da fase do desenvolvimento representada;
- c) Cada grupo explica o processo de desenvolvimento que seu modelo representa, as escolhas feitas na construção e os desafios enfrentados;
- d) Após as apresentações, o professor pode conduzir uma discussão em classe que promova a reflexão e o debate, tais como:
 - "Como os modelos ajudaram a esclarecer aspectos que eram difíceis de entender apenas por meio de textos ou imagens bidimensionais?"
 - "Houve algum aspecto do desenvolvimento embrionário que se tornou mais claro após esta atividade?" justifique sua resposta.

ATIVIDADE 3: COMPREENDENDO O CRESCIMENTO DO EMBRIÃO E FETO AO LONGO DA GESTAÇÃO

OBJETIVO: Compreender as mudanças no tamanho e nas proporções do feto durante o terceiro período do desenvolvimento embrionário humano.

PROPOSTA DE ENSINO: Ao desenvolver a representação com uma certa proporcionalidade real, a abordagem facilita a compreensão das dimensões e do crescimento progressivo do feto, aspectos frequentemente difíceis de visualizar apenas por meio de descrições teóricas.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- ✓ Tabelas de crescimento fetal com dados sobre o tamanho e peso do feto a cada semana.
- ✓ Papel milimetrado ou software de gráficos para representação visual dos dados.
- ✓ Régua, lápis, borracha e canetas coloridas (para versão física).
- ✓ Computador com software de planilha eletrônica (Excel, Google Sheets) ou de desenho (para versão digital).
- ✓ Artigos ou recursos online para pesquisa sobre o crescimento fetal.

PROCEDIMENTOS

1. Pesquisa e Estudo

a) Apresente o tema da atividade através de uma tempestade de ideias, sobre a seguinte questão: "Será que é importante entender as dimensões reais no estudo da embriologia?" Incentive-os a pensar em diferentes perspectivas, como educação, pesquisa, prática clínica e tecnologia.

b) À medida que as hipóteses forem compartilhadas em sala (ou atividade remota), organize-as em categorias temáticas no quadro, como "Educação", "Pesquisa", "Prática Clínica" e "Tecnologia". Promova uma discussão aberta para que os estudantes possam refletir sobre a relevância de compreender as dimensões reais do embrião e do feto, no contexto da embriologia.

c) Em seguida, apresente e destaque algumas informações importantes relativas ao período fetal – que se estende da 9ª semana até o nascimento:

- ✓ Maturação dos tecidos e órgãos
- ✓ Rápido crescimento do corpo
- ✓ Diminuição relativa do crescimento da cabeça em comparação com o resto do corpo.

Importante destacar: o feto cresce em média de 1,0 a 1,5 mm por dia, porém o crescimento corporal não é sincrônico, nem proporcional. No início do período fetal, a cabeça constitui cerca de metade do corpo do feto e os membros superiores são mais longos do que os inferiores. Ao final do período fetal, a cabeça passará a constituir cerca de $\frac{1}{4}$ do corpo do feto e os membros vão gradativamente assumindo sua proporção final.

Como o feto é medido?

O crescimento do feto pode ser avaliado através da obtenção de medidas de comprimento corporal, como os denominados comprimentos sentado e total. O comprimento sentado (CR, do inglês *crown rump*) é a altura na posição sentada, que corresponde à medida entre o topo da cabeça e a nádega. O comprimento total (CH, do inglês *crown-heel*) é a altura em pé, que corresponde à medida entre o topo da cabeça e o calcanhar.

Semanas de Desenvolvimento	Comprimento CR ¹ aproximado (cm)	Peso Aproximado (g)
9 - 12 semanas	5 – 8,7	10 – 45
13 - 16 semanas	9 – 14	60 – 200
17 - 20 semanas	15 – 19	250 – 450
21 - 24 semanas	20 – 23	500 – 820
25 - 28 semanas	24 – 27	900 – 1.300
29 - 32 semanas	28 – 30	1.400 – 2.100
33 - 36 semanas	31 – 34	2.200 – 2.900
37 - 38 semanas	35 – 36	3.000 – 3.400

¹Comprimento CR (cabeça-nádega).



Figura 7 - Ilustração do método utilizados para mensurar o comprimento do feto. Adaptado de Moore, Persaud e Torchia (2022)

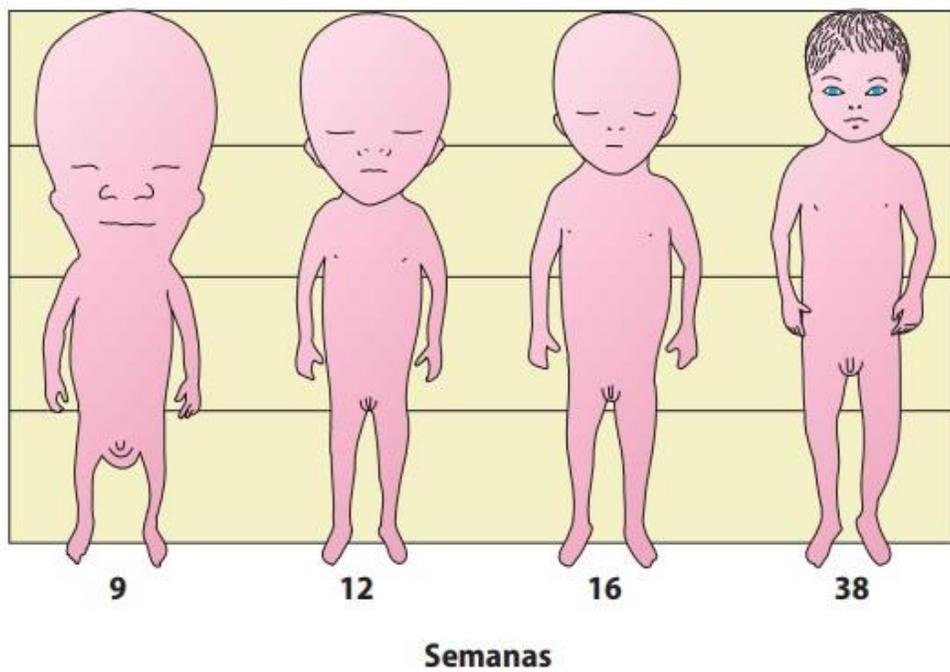


Figura 8 Esquema ilustrando as mudanças nas proporções do corpo durante o período fetal. O crescimento do feto é acompanhado por mudanças drásticas na proporção: na 9ª semana, a cabeça do feto representa cerca da metade do seu comprimento cabeça-nádegas (a “altura do feto sentado”), enquanto ao nascimento ela representa cerca de um quarto do comprimento cabeça-nádegas. Fonte: Adaptado de (MOORE; PERSAUD, 2008).

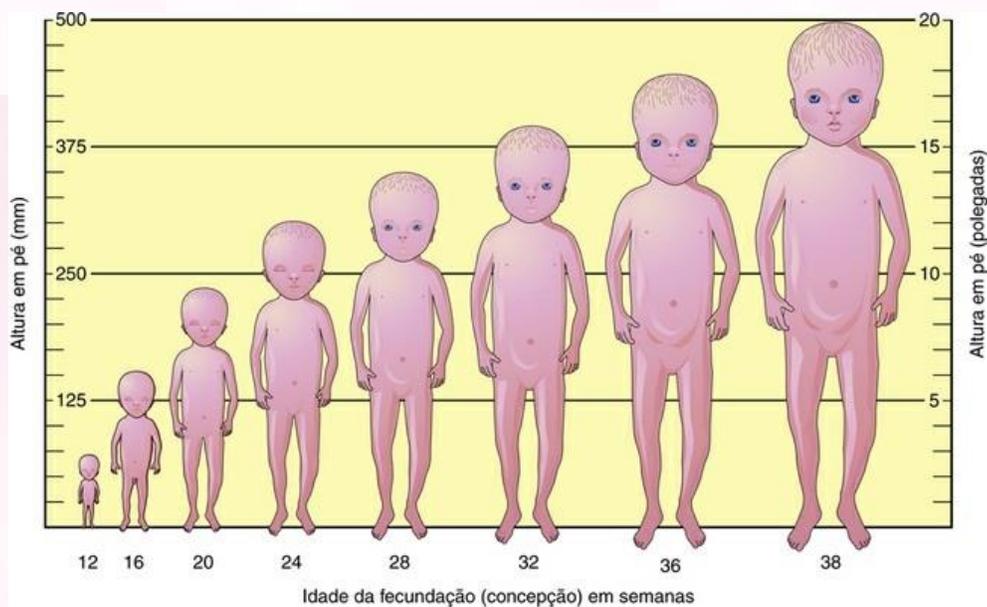


Figura 9 - Esquema em escala, ilustrando as alterações de tamanho dos fetos humanos da 12ª a 38ª semanas. Fonte: Adaptado de (MOORE; PERSAUD, 2008).



Figura 10 - representação comparativa do tamanho do embrião com aproximadamente 56 dias (final do período embrionário).
Fonte: Nazari e Müller, 2011.

2. Representação do crescimento do embrião e do feto

- Divida a turma em pequenos grupos, para que pesquisem sobre o tamanho e peso médio do feto para cada semana correspondente ao período fetal;
- Usando o papel milimetrado ou o software de gráficos, os alunos apresentam os dados coletados, traçando o crescimento do feto ao longo das semanas;
- Os grupos devem planejar como irão representar as dimensões do feto usando um material comparativo adequado para ilustrar e contrastar efetivamente as dimensões reais.

3. Sistematização da Atividade

- Os alunos analisam os gráficos construídos, identificando padrões de crescimento e comparando com o esperado para o período;
- Destacam marcos importantes, como as mudanças nas proporções do corpo durante o período fetal;
- Discutem como variações no crescimento podem refletir diferentes condições de saúde ou desenvolvimento;

Através da atividade, os alunos desenvolverão uma percepção tangível do tamanho real de embriões e fetos em diferentes estágios, o que enriquece o entendimento das mudanças físicas durante o desenvolvimento embrionário. Além disso, a atividade promove a aplicação prática do conhecimento teórico, estimulando habilidades como pesquisa bibliográfica, trabalho em equipe e habilidades de análise de dados e representação gráfica.

ATIVIDADE 4: DE QUE MANEIRA OS AGENTES TERATOGÊNICOS INFLUENCIAM AS ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E FETAL AO LONGO DA GESTAÇÃO?

OBJETIVO: Promover a conscientização sobre como certas substâncias e comportamentos podem afetar o desenvolvimento do embrião e do feto, enfatizando a prevenção e a importância de escolhas saudáveis.

PROPOSTA DE ENSINO: Discutir os efeitos dos agentes teratogênicos durante a gestação com estudantes do ensino médio é fundamental para promover a conscientização sobre a saúde reprodutiva e a importância de escolhas responsáveis. Nessa fase, os jovens estão formando suas atitudes e comportamentos em relação à saúde e ao bem-estar. Ao compreenderem as consequências do consumo de substâncias nocivas, como drogas, álcool e certos medicamentos, bem como a influência de fatores ambientais, radiação e infecções, permite que os estudantes tomem decisões mais conscientes. Essas escolhas impactam tanto sua saúde futura quanto a saúde das próximas gerações.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- ✓ Estudos de caso detalhados (fictícios ou baseados em situações reais).
- ✓ Textos científicos e materiais de leitura relacionados aos temas.
- ✓ Materiais para apresentação (projektor, computador, quadro branco, etc.).

PROCEDIMENTOS

1. Preparação da Atividade:

- 1) Divida a turma em grupos.
- 2) Distribua os estudos de caso, sobre a temática abordada, entre os grupos.

Os grupos devem pesquisar sobre o tema de seu estudo de caso, focando nos aspectos biológicos, sociais e éticos.

Estudo de Caso 1

Contexto: Maria, 28 anos, está grávida de 5 meses e tem um histórico de uso de drogas ilícitas. Ela busca orientação médica pois está preocupada com os efeitos que seu hábito pode ter sobre o desenvolvimento do bebê.

Pontos para Discussão:

Quais são os potenciais riscos para o embrião e o feto devido ao uso de drogas durante a gestação?

Como o uso de drogas por Maria pode afetar o desenvolvimento físico e neurológico do bebê?

Quais medidas podem ser tomadas para minimizar os riscos para o bebê a partir deste ponto da gravidez?

Estudo de Caso 2

Contexto: Joana, 26 anos, apesar de estar grávida, manteve o hábito de consumir bebidas alcoólicas sem estar ciente dos riscos potenciais para o seu bebê. O caso explora as consequências dessa escolha, com o nascimento de João apresentando características da Síndrome Alcoólica Fetal (SAF), uma condição diretamente ligada ao consumo de álcool durante a gravidez.

Pontos para Discussão:

Como podemos melhorar a disseminação de informações sobre os riscos do consumo de álcool e outros teratógenos durante a gravidez?

Quais estratégias eficazes podem ser implementadas para apoiar gestantes na prevenção do consumo de substâncias prejudiciais?

Quais são as implicações a curto e longo prazo para crianças afetadas por condições como a Síndrome Alcoólica Fetal e como a sociedade pode oferecer suporte contínuo?

Estudo de Caso 3

Contexto: Julia, 30 anos, no início de sua gravidez, foi exposta a altos níveis de radiação devido a um acidente em um laboratório onde trabalha . Ela está preocupada com o impacto que isso pode ter sobre o desenvolvimento do feto.

Pontos para Discussão:

Quais são os efeitos potenciais da exposição à radiação no desenvolvimento embrionário?

Como os teratógenos, como a radiação, podem afetar a saúde e o desenvolvimento do feto?

2. Análise do Estudo de Caso

Cada grupo analisa seu estudo de caso, discutindo as implicações biológicas, sociais e éticas.

Os alunos devem identificar os desafios enfrentados pelos indivíduos no estudo de caso e explorar possíveis soluções ou intervenções. Obs.: É importante os alunos escreverem um pequeno texto sobre os seus “achados”.

3. Sistematização e Reflexão Crítica

Cada grupo apresenta seu estudo de caso e suas conclusões.

Após cada apresentação, promova uma discussão em classe sobre os temas abordados, incentivando diferentes perspectivas e soluções.

Discussão em classe sobre como o conhecimento da embriologia humana pode contribuir para o entendimento e abordagem de questões sociais e éticas.

Reflexão individual ou em grupo sobre os aprendizados da atividade e sua relevância no mundo real.

ATIVIDADE 5: UMA JORNADA DE INVESTIGAÇÃO E PROTAGONISMO

OBJETIVO: Proporcionar aos estudantes um entendimento abrangente e detalhado dos períodos do desenvolvimento embrionário humano, utilizando uma abordagem investigativa orientada por perguntas norteadoras.

PROPOSTA DE ENSINO: A atividade enfatiza a aprendizagem ativa, onde os alunos são protagonistas do processo educacional. Eles são incentivados a questionar, explorar e conectar ideias, com o auxílio de perguntas norteadoras que orientam a busca por informações e estimulam a iniciativa, fomentando o desenvolvimento de autonomia e responsabilidade. Essa abordagem conduz os alunos a realizar pesquisas bibliográficas, analisar informações científicas e sintetizar conhecimentos, aprimorando habilidades essenciais como pensamento crítico e comunicação científica.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- ✓ Acesso à Internet e material para pesquisa.
- ✓ Materiais para apresentação (projektor, computador, quadro branco, etc.).

PROCEDIMENTOS:

1. Problematização

Na **primeira etapa**, realizar um levantamento das concepções prévias dos estudantes, este levantamento pode ser direcionado através de uma tempestade de ideias, buscando uma problematização com imagens e apresentação do vídeo “Embriologia em 4 minutos” disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=j0ckprzQnuw>. Através da apresentação das imagens e vídeo, os estudantes serão estimulados a refletir sobre a temática abordada. Esse primeiro momento envolve principalmente o processo de estimular a curiosidade dos estudantes sobre o assunto. Pretende-se também motivá-los a expor informações que lhe foram repassadas pelos seus familiares sobre a sua gestação e nascimento.

Na **segunda etapa**, os estudantes serão divididos em grupos, para construírem de forma cooperativa os saberes adquiridos sobre os períodos do Desenvolvimento Embrionário Humano, destacando os principais eventos que ocorrem em cada um deles. Cada grupo ficará responsável pela pesquisa e aprofundamento de um tema, e posterior apresentação oral em sala de aula. Para conduzir a divisão dos temas por grupos, será apresentado algumas perguntas norteadoras, tais como:

- a. Como são originadas as mais de 10 trilhões de células que compõem o corpo humano, a partir de uma única célula?
- b. A afirmação de que, dois espermatozoides e um único ovócito, já foi erroneamente utilizada para explicar a formação de gêmeos. Qual o equívoco da afirmação?
- c. Em textos e imagens de embriologia humana são utilizadas os termos “embrião” e “feto”. Vamos compreender o significado destas palavras?

À medida que as reflexões e discussões irão acontecendo, será estabelecido limites de conteúdo para cada grupo.

2. Apresentação, Discussão e Reflexão Crítica

Na terceira etapa, será conduzida a apresentação dos grupos. Nesse momento os estudantes são levados a compartilhar afirmações e posicionamentos que respondam à questão norteadora. Ao analisarem as informações de cada grupo, os estudantes poderão visualizar e compreender as diferentes etapas do desenvolvimento embrionário, de forma a construir uma melhor compreensão do conteúdo de embriologia.

Após as apresentações, a professora fará uma roda de conversa com o intuito de sistematizar os conhecimentos adquiridos sobre as experiências que tiveram no decorrer das aulas, e permitir aos estudantes darem significado a um novo conhecimento, a partir da interação com os conhecimentos construídos ao longo das aulas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

AMABIS, Jose Mariano; Martho, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. Editora: Moderna, 5ª Edição, 2017.

BERNARDO J. M. P.; TAVARES R. O. **Desenvolvimento de modelos didáticos auxiliares no processo de ensino-aprendizagem em embriologia humana**. Educação em Debate, Fortaleza, ano 39, nº 74 - jul./dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. MEC, 2018.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino em Biologia**. São Paulo: editora da universidade de São Paulo, 2008.

MEIRA, M. S. **O uso de modelos tridimensionais no ensino de embriologia humana: contribuição para uma aprendizagem significativa**. 2015. Tese (doutorado). Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, 2015.

MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N.; TORCHIA, M. G. Andréa Leal Affonso. **Embriologia básica**. 10 edição. Rio de Janeiro: GEN | Grupo Editorial Nacional S.A. Publicado pelo selo Editora Guanabara Koogan Ltda., 2022, 835 p.

NAZARI, E. M.; MULLER, Y. M. R. **Embriologia humana** - Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2011.

SANTOS L. C.; RIBEIRO K. S.; PRUDÊNCIO CA. V. **Desafios no ensino de embriologia: interlocuções entre formação inicial e escola**. Interfaces da Educação, Paraíba, V 13, N. 38, p. 95 a 116, 2022.

SCHOENWOLF, Gary C. et al. **Larsen Embriologia Humana**. 5ª edição. RIO DE JANEIRO: Guanabara Koogan, 2016, 555 p.

TRIVELATO S. L. F.; TONIDANDEL S. M. R. **Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) 17 (spe), Nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Acesso em: 11 nov 2023.