

# Desvendando a pluripotência: uma abordagem didática com modelos para compreensão das células-tronco

Jacqueline Gomes<sup>1</sup>, Fernando Icaro Jorge Cunha<sup>2</sup>, Simone Pinton<sup>3</sup>

## Resumo

O ensino de temas científicos complexos, como o estudo das células-tronco, impõe desafios significativos no Ensino de Ciências. Durante o Estágio Supervisionado, pôde-se observar a carência de atividades didáticas envolventes para os conteúdos de ciências, especialmente sobre células-tronco, onde a falta de recursos e abordagens inovadoras pode dificultar o engajamento dos alunos e o aprendizado de conceitos-chave. Assim, este trabalho propôs investigar e implementar uma sequência didática sobre embriologia humana, destacando células-tronco, tendo em vista promover uma aprendizagem significativa para os estudantes do Ensino Médio em uma escola pública de Uruguaiana, abrangendo os aspectos científicos, medicinais e sociais. O estágio foi desenvolvido com turmas do 2º e 3º ano do Ensino Médio na disciplina de Biologia, com uma estrutura planejada para 8 horas-aula. A abordagem teórica foi desenvolvida por meio de aulas expositivas, pesquisas e construção de modelos em *biscuit*, proporcionando uma compreensão prática do conteúdo. Discussões sobre bioética e biotecnologias enriqueceram o aprendizado, culminando em apresentações de trabalhos pelos alunos. Momentos de socialização foram essenciais para avaliar tanto o desempenho individual quanto a interação e colaboração em grupo.

*Palavras-chave:* Bioética; Ensino de Ciências; Embriologia; Modelagem; Estágio Supervisionado.

Recebido em: 01/03/2024; Aceito em: 25/10/2024

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i2.15625>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

<sup>1</sup> Licenciada em Ciências da Natureza e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Bioquímica pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Membro do Grupo de Pesquisa em Bioquímica e Toxicologia em Eucariontes (GPBTE). E-mail: [jacquelinegomes789@gmail.com](mailto:jacquelinegomes789@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor h.c. em Ciências da Natureza. Mestrando em Educação em Ciências e licenciado em Ciências da Natureza pela Unipampa. Professor de Química efetivo no Instituto Estadual Padre Francisco Garcia (SEDUC-RS) e pesquisador no grupo ComCiência. E-mail: [fernando-cunha2@educar.rs.gov.br](mailto:fernando-cunha2@educar.rs.gov.br)

<sup>3</sup> Docente na UNIPAMPA, doutora em Bioquímica Toxicológica e Bolsista em Produtividade do CNPq-2. Pesquisadora na área de Bioquímica, Farmacologia e Ensino de Ciências. Coordena o GPBTE e integra o Cientistas do Pampa. E-mail: [simonepinton@unipampa.edu.br](mailto:simonepinton@unipampa.edu.br)



## Introdução

No contexto científico, pressupor que uma célula de fontes naturais, tem a potencialidade de desenvolver um método de cura de doenças que mais acometem a sociedade, é considerado um feito colossal para os avanços em práticas científicas e medicinais. A ficção científica trata basicamente de especulações que a ciência poderia desenvolver ao longo dos anos em prol da saúde e da sociedade, entretanto, essas possibilidades criadas nos demonstra uma esperança mediante a realidade em que vivemos. Nesse formato, quando descobrimos as possibilidades que as células-tronco são capazes de entregar, uma nova visão juntamente com perguntas muito óbvias são despertadas (GOMES; GRINFELD, 2008).

As células-tronco são consideradas peças coringas dentro da medicina e da ciência, em outras palavras, quando achamos uma peça de roupa coringa, aquela que é capaz de compor maravilhosamente quaisquer outros *looks* e tudo ficará em harmonia e perfeito (SEGATTO, s.d). Essa alusão remete-se ao uso das células-tronco no nosso organismo, ou seja, ela possui a habilidade de se diferenciar e construir novos tecidos dentro do nosso organismo, e esses tecidos que são produzidos terão pendor de substituir um tecido que não está funcionando corretamente dentro do nosso corpo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

Gomes e Grinfeld (2008) discutem a relevância das células-tronco na medicina. Essa abordagem viabiliza a utilização dessas células para reparar órgãos e tecidos prejudicados, inaugurando uma era promissora denominada medicina regenerativa. Segundo alguns pesquisadores, esse avanço apresenta um potencial revolucionário equiparável à descoberta da penicilina.

A medicina regenerativa demonstra um futuro visionário para as questões de saúde na sociedade, visto que tem o intuito de restaurar e/ou

repor determinados órgãos, ou tecidos que já estão danificados e causando sérios problemas ao organismo. Com o auxílio das células-tronco a regeneração necessária para que um organismo possa voltar a funcionar normalmente, se torna eficiente, uma vez que essa ferramenta científica é usufruída com esse intuito (ACERO, 2014).

Quando abordamos avanços científicos e medicinais dentro da sala de aula, os discentes demonstram grande interesse no assunto, pois ainda é uma realidade distante das nossas tecnologias usuais. Para tanto o uso de células-tronco na medicina é um tema controverso e capaz de despertar o interesse dos discentes em debates éticos. Desta forma, tornam-se necessárias as discussões acerca desses temas e métodos científicos, pois, apesar da grande complexidade que o conteúdo traz, ele representa um avanço científico e medicinal.

Seguindo as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foram incluídos conteúdos que abrangem o desenvolvimento humano. Isso engloba o estudo das células como unidades fundamentais da vida, bem como o desenvolvimento do corpo humano, tendo como base esses conceitos introdutórios. Assim, a inserção da embriologia é imprescindível nos processos de ensino e aprendizagem dos alunos, uma vez que explora os processos de desenvolvimento de um novo ser, juntamente com as tecnologias e possibilidades de terapias para as doenças mais prevalentes em nossa sociedade (BRASIL, 2018).

Diante do exposto, a escolha do tema desta pesquisa foi motivada pela importância e complexidade da abordagem da embriologia em sala de aula, somada às observações realizadas em escolas do ensino fundamental e ensino médio localizadas no município de Uruguaiana do estado do Rio Grande do Sul, nos quais foi possível observar a carência de atividades práticas e sequências didáticas utilizadas no ensino de ciências. Assim, este estudo propõe uma série de atividades conectadas, uma sequência

didática, com o desenvolvimento de discussões/debates, aulas expositivas e aulas práticas.

O uso de modelagem (*biscuit*) para a compreensão da capacidade de diferenciação das células-tronco no nosso organismo foi desenvolvido em sala de aula e pode despertar o processo de investigação e identificação da teoria durante as aulas práticas, já que, as abordagens bioéticas podem conectar a opinião legislativa e a opinião social, levando o aluno ao desenvolvimento do seu ponto de vista. Dessa forma, a sequência didática propõe a participação ativa e dialogada dos estudantes nos procedimentos visando desenvolver uma compreensão sobre os temas relacionados à embriologia. De acordo com Barreto *et al.* (2021) as metodologias ativas atreladas com sequências didáticas fomentam novos horizontes de ensino e aprendizagem ao superar o ensino tradicional. Assim, busca-se estabelecer conexões entre esses conhecimentos e a medicina regenerativa, abordando-a como um tema transversal à saúde pública e aos progressos biotecnológicos.

Diante desse contexto, surge a seguinte problemática: Como aprimorar o ensino de embriologia, com ênfase em células-tronco, nas escolas de Uruguaiana, levando em consideração a escassez de atividades práticas e buscando a integração com medicina regenerativa, bioética, legislação e avanços biotecnológicos? Com base nessa perspectiva, este estudo propôs investigar e implementar uma sequência didática sobre embriologia humana, destacando células-tronco, com o propósito de promover uma aprendizagem significativa para os estudantes do Ensino Médio em uma escola pública de Uruguaiana, abarcando os aspectos científicos, medicinais e sociais.

## Células-tronco e as suas versatilidades

As células-tronco embrionárias, são definidas a partir da sua

capacidade de diferenciação e de auto-renovação, sendo assim, possuem a habilidade de se transformar em tecidos lesados do nosso organismo e substituí-los, ou ainda, renovar-se de forma ilimitada. Quando discutimos a definição de células-tronco, chegamos a conclusão de que é uma célula utópica, logo, sua principal função é se diferenciar ou se auto-renovar dentro do nosso organismo, ou seja, demonstra a grandiosa biotecnologia descoberta no final do século XIX, no momento em que, o embriologista alemão Ernst Haeckel menciona sobre a formação de organismos completos a partir de poucas células originais (RAMALHO-SANTOS; WILLENBRING, 2007).

Há ainda, a existência de diversos conceitos envolvendo as células-tronco, nesse formato, elas foram divididas de acordo com o seu local de origem, isto é, o lugar no qual a célula é encontrada e qual a função poderá realizar a partir disto. As células-tronco são denominadas como: totipotentes, pluripotentes e multipotentes. Os tipos de células mais conhecidas são as embrionárias (pluripotentes), que têm a capacidade de se transformar em qualquer tipo de célula adulta, e são encontradas no embrião, quando está em sua fase denominada como blastocisto, isto significa que já se passaram 4 ou 5 dias da fecundação (CARVALHO, 2005).

As células-tronco adultas (multipotentes) têm uma capacidade de diferenciação mais limitada em comparação com as células-tronco embrionárias. Isso se deve ao fato de já estarem presentes durante o desenvolvimento fetal e de manterem os órgãos ao longo da vida. Encontradas nos tecidos do indivíduo adulto, essas células têm a capacidade de gerar apenas uma variedade limitada de tipos celulares, dependendo do órgão de origem. Essa limitação de diferenciação é válida para processos de regeneração tecidual, oferecendo potencial terapêutico em diversas áreas médicas (GAGE, 2000; SOUZA *et al.*, 2003).

A manipulação de células-tronco naturais (embrionárias e adultas)

permite que seu uso seja mais brando quando se trata de questões sociais, assim, foi desenvolvida em laboratório a célula-tronco pluripotente induzida. Essa descoberta foi feita pelos pesquisadores John Gurdon e Shinya Yamanaka, com pesquisas separadas por quase cinquenta anos, onde conseguiram demonstrar que uma célula-tronco adulta pode ser reprogramada a um estado de pluripotência, semelhante ao de uma célula-tronco embrionária, com capacidade de gerar vários outros tipos de tecidos e células, a partir da introdução de um vírus que tornará a célula-tronco adulta (pouco versátil) em uma célula-tronco embrionária que possui maior versatilidade (GLOBO, 2012).

Nesse sentido, é uma biotecnologia e, uma ferramenta científica que está em constante desenvolvimento, com propósito de demonstrar resultados plausíveis para as doenças que mais acometem a sociedade, bem como traz novos olhares aos métodos de transplantes de órgãos e o processo de tratamento de diversos distúrbios, como expõe a professora Odontopediatra Sara Grinfeld (2004):

A possibilidade de realizar tratamentos médicos em enfermidades diversas de difícil manejo na prática clínica, como: diabetes mellitos, esclerose múltipla, mal de Parkinson, cardiomiopatias, enfermidades hepáticas e distrofias musculares. Assim como, uma série de lesões agudas: queimaduras, lesões na medula espinhal, acidentes vasculares cerebrais e infarto do miocárdio, utilizando uma única fonte de células (p. 325).

O grau de diversificação das células-tronco, pode ser considerada a possibilidade de cura para diversas enfermidades que estão presentes na sociedade por meio de terapias celulares ou aplicação da bioengenharia (BOROJEVIC, 2004).

## Medicina Regenerativa

A medicina regenerativa aborda um conceito que envolve a utilização das células-tronco como forma de tratar as enfermidades que

não possuem um processo de cura satisfatório. Nesse sentido, a capacidade de se transformar em qualquer tecido do nosso corpo, traz grandes possibilidades de substituição dos tecidos lesados que acometem determinados organismos que não demonstram eficácia em tratamentos de longa data (EITELVEN *et al.*, 2017).

Neste contexto, “[...] a medicina regenerativa constitui uma mudança do paradigma médico convencional para um novo paradigma, que procura a regeneração do organismo em nível celular ou tecidual” (MASON; DUNNILL, 2008, p. 3).

O Brasil conta com um Programa Temático de Medicina Regenerativa na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que visa buscar estratégias terapêuticas que possam ser usufruídas no nosso território, a fim de erradicar doenças com a utilização das células-tronco, dessa maneira, a medicina regenerativa representa uma mudança das normativas, uma vez que, visa reparar, regenerar ou substituir células, órgãos e tecidos lesados, utilizando princípios enraizados no conhecimento básico sobre a biologia das células-tronco, estudo de biomateriais e engenharia de órgãos e tecidos (UFRJ, s.d.).

O Ministério da Saúde fez a abertura de dois programas com oferta de terapia celular, sendo estes, o banco de sangue de cordão umbilical e um estudo para avaliar a eficiência dessas terapias em doenças cardíacas com o fim de oferecê-las futuramente à rede pública de saúde (LUNA, 2007). Esses programas geram um grande salto nos métodos científicos e medicinais, em função de apresentar medidas cabíveis para tratamento natural com as células do próprio corpo. Por outro lado, com o intuito de evitar transtornos sobre o início da vida e sua manipulação, em 2005, foi sancionada a Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105) que restringe o uso de células-tronco, ou seja, apresentou os momentos nos quais o uso das células-tronco embrionárias para fins de pesquisa e terapias poderiam ser

utilizadas, sendo estes: embriões inviáveis, embriões congelados há três anos ou mais, e os embriões humanos produzidos por fertilização in vitro que não foram utilizados no procedimento (BRASIL, 2005).

## Embriologia e a BNCC

A embriologia, no contexto educacional, estuda a sequência de processos embrionários que é desenvolvido a partir da fecundação e desenvolvimento do zigoto, nesse sentido, esse conteúdo se estende até o momento em que o novo ser teve a formação de todos seus órgãos (ALBUQUERQUE; CARVALHO; SOUZA, 2021). Outrossim, a embriologia abrange diversas vertentes que especificam seus estudos como, por exemplo, a embriologia vegetal, que está mais conectada à compreensão dos estágios de desenvolvimento das plantas; bem como a embriologia humana, que mantém-se focada em estudar o processo de formação dos embriões humanos a fim de evitar a má formação do feto em evolução (AMABIS; MARTHO, 2006).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), há a inserção de conteúdos que vão abranger a parte do desenvolvimento humano, ou seja, o estudo das células como unidade de vida e o desenvolvimento do corpo humano a partir desta matéria introdutória. (CARLSON, 2014). A embriologia é de grande importância para os processos de ensino-aprendizagem do aluno, pois estuda os processos da evolução de um novo ser, além de explorar tecnologias e possibilidades de terapias para as enfermidades mais presentes em nossa sociedade (BRASIL, 2018).

Ressaltamos a habilidade EM13CNT304, descrita na BNCC, que mensura o tratamento com uso de células-tronco:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como

tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL, 2018).

Apesar de ser uma temática exposta pelo documento norteador da educação brasileira, as dificuldades durante o processo de troca de conhecimentos entre os alunos e os professores acabam sendo afetados, uma vez que, a escassez de abordagens didático-pedagógicas com o objetivo de conectar o aluno e o conteúdo de embriologia ficam restritos a teorias expostas no quadro ou ainda o uso do livro didático (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Entretanto, pode-se dizer, que o estudo do início da vida, além de gerar diversas polêmicas nas vertentes sociais, é considerado complexo quando não há recursos gráficos ou visuais para a explicação de forma detalhada sobre cada fase do desenvolvimento embrionário.

A formação inicial voltada ao ensino de Biologia costuma ser marcada por uma abordagem conteudista que limita a integração entre conceitos biológicos e práticas pedagógicas, especialmente em temas complexos como embriologia (SANTOS; RIBEIRO; PRUDÊNCIO, 2022). Experiências de ensino que abordam temas polêmicos, como células-tronco e clonagem, mostram que a contextualização e o uso de atividades à luz da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são imprescindíveis para engajar os alunos, desde que adaptadas às limitações escolares e ao tempo disponível do docente (BRANT, 2019). Outrossim, oficinas temáticas contribuem para a participação ativa dos estudantes e auxiliam o professor na mediação do conhecimento científico, promovendo debates que enriquecem a formação cidadã (SILVA; ALMEIDA; SILVA, 2010).

## Ensino de Ciências e Bioética

Diante da constante disseminação de opiniões verídicas e fictícias que diariamente tomam conta da sociedade, acabam trazendo consigo, diversas opiniões de como lidar com determinados assuntos, sendo eles: culturais, étnicos, gênero, os métodos que norteiam o bem-estar humano (ANDRADE *et al.*, 2016). Na medicina e na ciência, as medidas preventivas relacionadas à vida, são tomadas a partir de um comitê de ética, baseado em questões bioéticas e legislações de biossegurança, em prol da vida (BRASIL, 2005). Entretanto, as diversas opiniões que compõem a sociedade, geram um conflito entre os métodos bioéticos que estão conectando a ética e a moral para resolução da situação, e as ideologias sociais. Segundo Hogle (2003), entendimentos culturais e científicos sobre o corpo, com novas ferramentas tecnocientíficas e inovações institucionais, transformam ideias sobre a vida.

No contexto educacional, o posicionamento dos alunos faz-se necessário para a construção de um ser crítico e bem-preparado para os conflitos sociais que estão presentes à sua volta, conforme exposto no art. n° 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996: “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (BRASIL, 1996). O resgate de discussões bioéticas no ambiente escolar estão relacionados ao seu caráter trans, inter e multidisciplinar, onde o docente pode abranger questões de respeito à vulnerabilidade e dignidade humana, autonomia, equidade e justiça como cuidado (HUSSNI *et al.*, 2007.)

Conforme mensura Rogers (1978) é imprescindível que o estudante seja protagonista durante o seu processo de aprendizagem, e o professor, atuará como um facilitador, ajudando-o no desenvolvimento de suas próprias soluções. Com isso, a implantação de questões bioéticas dentro das escolas, levando em consideração a vida, e deixando o aluno como o

centro da aprendizagem e a disseminação da mesma, pode produzir, de acordo com Rego e Siqueira-Batista (2009, p. 32):

Embora ainda haja os que percebem a bioética como mera extensão da ética médica, ela pode ser definida como o estudo sistemático das dimensões morais das ciências da vida e dos cuidados em saúde, que emprega uma variedade de metodologias éticas em um ambiente interdisciplinar.

Com foco em trazer para os alunos, novos olhares sobre as temáticas que circundam as críticas e opiniões divergentes na sociedade, a dedicação da docência desenvolve-se em contribuir para a construção de um ser crítico, científico e criativo e que, consiga expor seus pontos de vista de forma plausível em meio a debates e/ou conversas conflitantes (BRASIL, 2018).

## Metodologia

Com a finalidade de compor um formato significativo na aprendizagem dos alunos, optamos em utilizar os fundamentos metodológicos dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), expostos por Delizoicov e Angotti (1991) foram de suma importância para o desenvolvimento desse planejamento e empregados na sequência didática.

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente, não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 29).

A proposta de sequência didática foi delineada conforme os 3MP: a problematização inicial; a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento juntamente da avaliação dos conceitos que foram capazes de expor nas apresentações de trabalhos.

As sequências didáticas, conforme destacam Zabala (1998), Moreira

(2015) e Gondim (2016), são planejadas como uma organização estruturada de aulas e conteúdos que se conectam ao longo do tempo para promover a compreensão de um tema específico, relacionando-o ao cotidiano ou a outras disciplinas. Essas sequências envolvem planejamento, execução e avaliação, utilizando variados recursos didáticos para fortalecer a interação entre aluno-professor e aluno-aluno, criando um ambiente propício para a aprendizagem. No contexto do estudo sobre células-tronco, a sequência didática permite abordar temas interdisciplinares como bioética, biossegurança e avanços científicos e medicinais, além de explorar as principais enfermidades responsáveis por altas taxas de mortalidade no mundo.

A sequência foi aplicada em quatro turmas do Ensino Médio do período noturno, com duas turmas de 2º ano e duas turmas de 3º ano na disciplina de Biologia, a sequência prevê o planejamento didático-pedagógico de 8 (oito) aulas de 45 minutos, na perspectiva de inovar o espaço formal em que os alunos estavam inseridos, bem como despertar um olhar crítico e visionário perante aos avanços biotecnológicos que estão constantemente crescendo no âmbito científico. Esta sequência didática foi aplicada nas mesmas turmas onde a autora desenvolveu as suas atividades docentes durante o Estágio Supervisionado III no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Durante o desenvolvimento das atividades propostas, conforme demonstra o fluxograma na Figura 1, foram coletados e registrados materiais e conclusões produzidas pelos discentes, com o intuito de compreender se o processo aprendizagem tem sido significativo aos alunos.

**Figura 1:** Fluxograma referente a metodologia utilizada



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

Com pesquisas disponibilizadas aos alunos ao final de cada aula, de caráter investigativo, foi possível explorar durante o processo pedagógico os conhecimentos prévios dos alunos, que anteriormente, já teriam feito algumas buscas sobre o conteúdo que iria ser discutido na aula (SILVEIRA; CORDOVA, 2009). O fato de ser um conteúdo novo, do qual exige uma abordagem mais ampla, e também de caráter tecnológico, a estagiária desenvolveu uma avaliação do tipo quali-quantitativa ao longo das oito aulas, sendo que, pesquisas para conhecimentos prévios eram disponibilizadas em todas as aulas, para que os alunos conseguissem participar ao longo do conteúdo exposto, e ao final, foi desenvolvida uma avaliação com os alunos, para reunir a teoria com a prática (modelagem) que deveria ser apresentado em formato de slide.

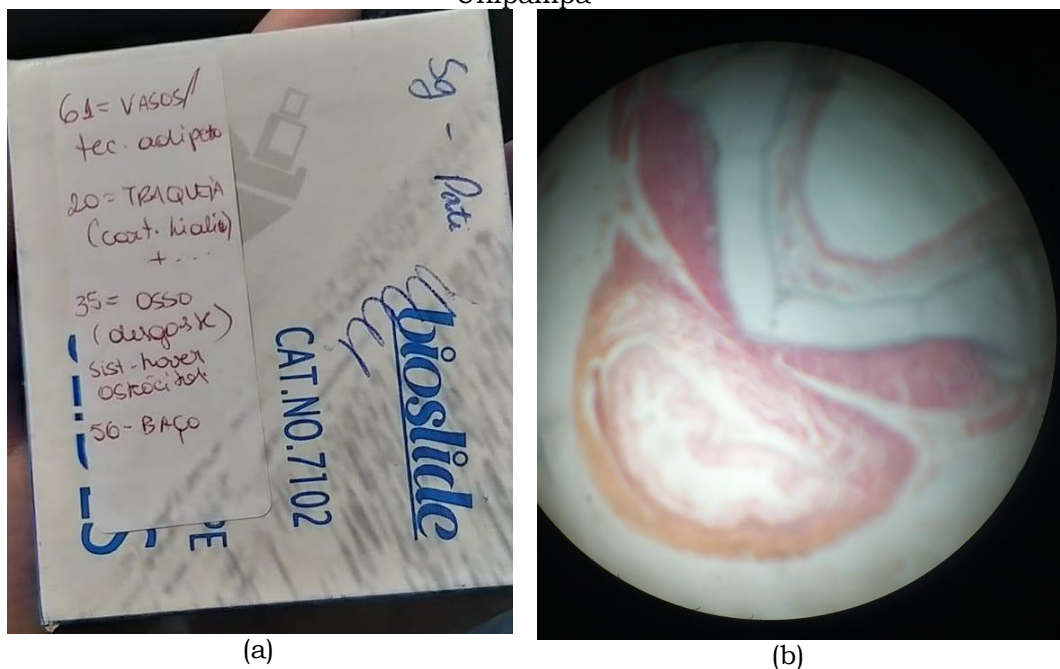
## Conhecendo as propostas de atividades

Nesse primeiro momento, foi apresentado o plano de ensino aos discentes, um período de trocas de opiniões relacionadas às propostas. Assim, ficou em aberto alguma metodologia ou sugestão das quais os alunos gostariam de alterar, ou adicionar no desenvolvimento das aulas. Finalizando essa conversa, duas perguntas foram feitas aos alunos, para que pudessem realizar pesquisas e já adquirir um conhecimento prévio relacionado ao conteúdo que seria iniciado nas próximas aulas, sendo estas: “O que a embriologia humana estuda?”; “Quais os outros tipos de embriologia?; E o que elas estudam?”

O formato de pesquisa utilizado, foi a pesquisa aplicada, que tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e são direcionados à solução de problemas específicos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Dando sequência a aula anterior, mais uma vez os alunos foram provocados e questionados sobre seus conhecimentos anteriores ou empíricos. Com a utilização de slides, iniciou-se a aula com a seguinte pergunta: “O que é uma célula?”. Nesse contexto, os alunos conseguiram relembrar alguns conceitos referentes às células eucariontes e procariontes, quais as diferenças existentes entre elas, porém, não associaram que as células são uma unidade fundamental de vida. À vista disso, foi realizado uma conexão com o ensino de física, onde a docente fez questionamentos sobre as unidades de medidas, como: “Quantos centímetros tem em um metro?”, “Quantos metros tem um quilômetro?”. Dessa forma, utilizando os microscópios do laboratório de biologia, os alunos conseguiram observar alguns tecidos do corpo, como: muscular, adiposo, epitelial e vegetal (expostos na figura 2).

**Figura 2:** Lâminas disponibilizadas do laboratório de histologia da Unipampa



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 2 exibe lâminas de tecidos observados pelos alunos, reforçando a compreensão prática das estruturas celulares e suas variações. Essa atividade aprimorou os conceitos teóricos discutidos em aula e auxiliou os alunos a lembrarem e entenderem a importância das células como unidades fundamentais da vida.

## Introdução a Embriologia Humana

A aula iniciou-se com a indagação aos alunos sobre o que foi encontrado após a realização da pesquisa proposta na primeira aula (item 3.1), visando utilizar as respostas para dar a introdução aos conceitos que norteiam o estudo da embriologia e quais os tipos que existem (embriologia comparada e vegetal). Com isso, os alunos conseguiram expor suas

pesquisas durante a passagem de slides e, participaram ativamente respondendo às contextualizações e perguntas realizadas durante a aula.

Em um segundo momento, as fases do desenvolvimento embrionário foram aprofundadas com os alunos, com a ajuda de vídeos e GIF's (formato para intercâmbio de gráficos).

Com o curto tempo de duração das aulas, a delimitação de conteúdos faz-se necessário, por conta disso, foram expostas aos alunos quatro fases do desenvolvimento embrionário, sendo elas: morulação (clivagem), blastulação (diferenciação dos tecidos e aparição das células-tronco), gastrulação (formação dos folhetos embrionários) e a neurulação (a partir da notocorda, tem-se o aprimoramento do sistema nervoso). Após a explicação de cada uma das fases do desenvolvimento, uma pergunta era deixada aos alunos, como uma forma de reflexão/provocação para a próxima atividade da sequência: “Vocês consideram que a fase da morulação é vida?”, “a blastulação já é vida?”, “a gastrulação já é vida?” e “a neurulação é vida?”.

Finalizando a aula, e consoante ao conhecimento-prévio dos discentes, a vida inicia-se somente na neurulação, pois, teríamos o desenvolvimento do sistema nervoso, ou seja, ao final da 3º semana de gestação, nesse sentido, os alunos ficaram com uma pesquisa avaliativa, que deveria ser entregue na aula seguinte, com as seguintes perguntas:

- Cite duas doenças congênitas, e o que elas causam ao feto.
- Durante qual período da gestação o feto está suscetível ao “erro” ou malformação? Em qual fase embrionária as células-tronco aparecem? E esta fase equivale a quantas semanas de gestação?
- O que são as células-tronco? Quais os tipos existentes? Qual a importância das células-tronco para a medicina e pesquisas em saúde?

## Conhecendo as Células-tronco

Iniciamos a aula com a entrega das pesquisas avaliativas solicitadas na aula anterior (item 3.3), após recolher todos os trabalhos, foi dado o começo da aula, referente aos estudos que contemplam as aparições das células-tronco. De modo contextual, foi exposto aos discentes, como forma de conectar a ciência e a medicina, as doenças que mais acometem a sociedade mundialmente, ou seja, doenças como: câncer, diabetes mellitus, esclerose múltipla e o mal de Parkinson, com o objetivo de relacionar com a capacidade de terapias revolucionárias que as células-tronco propõe, com as enfermidades que mais erradicam a sociedade. Em contrapartida, foi apresentado aos alunos as doenças que já demonstram resultados plausíveis com os tratamentos proporcionados pelo uso das células-tronco, sendo elas, doenças degenerativas, cardíacas e o câncer.

Após essa abordagem no âmbito medicinal, contemplamos as capacidades e as diferenciações que as células-tronco apresentam, além do seu grande potencial de versatilidade dentro do nosso organismo, em uma exposição de slides com conceitos breves. Por fim, um debate bioético foi promovido com as turmas, a partir de um trecho do filme “Planetas dos Macacos - Origem”, que faz uma associação entre o avanço da ciência e a ficção científica.

As células-tronco, apesar de apresentar resultados promissores para o tratamento de doenças, possui um elevado custo e diversos métodos contestáveis para que sejam utilizadas, nesse sentido, está com constantes estudos restritos para poderem ser utilizadas mundialmente, por conta disso, foi realizada a seguinte pergunta aos discentes: “Sabendo que a retirada de células-tronco embrionárias não permite que o embrião prossiga a vida, é um método eticamente correto para ser utilizado?”. Com as respostas dos alunos, foi possível salientar a existência da lei de biossegurança, que faz a proteção da vida desde a fecundação do óvulo

com o espermatozoide, ou seja, o zigoto. Esta provocação foi feita aos alunos propositalmente antes da aula ser encerrada, para que o tema fosse melhor discutido na aula seguinte.

## Debates Bioéticos a partir de estudos de caso

Com o propósito de apresentar situações nas quais os alunos deveriam diagnosticar um possível conflito, e buscar uma solução para aquela circunstância a qual foi apresentada, na forma de debates em grupos. Posto isso, as discussões bioéticas tornaram-se imprescindíveis, pois, são questões que envolvem o início da vida (uso das células-tronco do embrião com 5 dias de vida) e o tratamento de doenças que acometem de forma alarmante a sociedade (câncer, doenças cardíacas e degenerativas), ou seja, perguntas sobre esta questão foram expostas:

- “Quem poderia usá-las?”
- “É correto utilizar as células-tronco do embrião?”
- “5 dias de gestação é considerado vida?”

O uso de estudos de caso foi uma metodologia para que os alunos conseguissem investigar sobre diversos casos e achar soluções distintas para aquelas situações médicas. Neste aspecto, Lelis e Caluzi (2020, p. 11) definem bioética “[...] como um ramo do conhecimento humano que procura entender todas as realidades vigentes onde está em foco a dignidade da pessoa humana e suas relações e com os diversos ambientes onde este humano está inserido”.

A fim de promover a empatia e o envolvimento com a parte crítica dos alunos, as histórias foram separadas em cinco temas diferentes, que envolviam questões naturalistas, religiosas, sigilo médico, estado vegetativo e doenças na velhice. Assim, as turmas foram divididas em cinco grupos, e cada equipe ficou responsável por um tema, que deveriam pesquisar sobre alguma legislação que norteia aquela tomada de decisão;

o grupo deveria chegar em uma conclusão sobre os fatos que ocorreram no texto; para essas pesquisas e conversas entre os grupos. Foram reservados 15 minutos da aula, com o restante do tempo destinado para que os alunos apresentassem, de forma breve, suas impressões sobre o estudo de caso e os métodos que consideram adequados para a resolução dos problemas apresentados.

## Apresentação de modelos celulares em *biscuit*

Com o auxílio de peças disponibilizadas por um egresso do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Unipampa, foi possível expor aos alunos os três tipos de células que, para fins didáticos, são as mais utilizadas, sendo estas: célula animal, vegetal e bacteriana. De acordo com Paz (2006, p. 136):

A modelização no ensino de ciências naturais surge da necessidade de explicação que não satisfaz o simples estabelecimento de uma relação casual. Dessa forma, o professor passa a fazer uso de maquetes, esquemas, gráficos, para fortalecer suas explicações de um determinado conceito, proporcionando assim uma maior compreensão da realidade por parte dos alunos.

A partir dessas peças em *biscuit*, foi montado um estande com cartazes relacionados ao ciclo da vida e aos tecidos do corpo (muscular, nervoso e sanguíneo) como está ilustrado na Figura 3.

**Figura 3:** Laboratório de ciências da Escola, cartazes e peças em *biscuit* utilizadas na sequência didática



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A finalidade desse mostruário, é dar ênfase às diferentes propostas educativas, na qual, o aluno é o centro, ou seja, terá a autonomia de desenvolver a modelagem no *biscuit* da forma como interpretou o conteúdo.

Para terminar a aula, utilizamos o tempo restante para a organização dos grupos das apresentações de trabalhos, logo, foram separadas em três grandes grupos, com o planejamento de separar os três tipos de células-tronco (pluripotente, multipotente e pluripotente-induzida) para cada turma. Dessa forma, os grupos ficaram superlotados (com 10 alunos), então, foi proposta uma subdivisão dentro da equipe onde cada 2 ou 3 alunos ficariam responsáveis por uma determinada função no grupo, sendo assim, os afazeres seriam bem distribuídos para que não houvesse desgaste para a preparação do trabalho.

Em slides, a docente expôs os seus requisitos avaliativos, ou seja, deveriam responder às questões que seriam avaliadas, além de desenvolver um modelo em *biscuit* que representasse a célula-tronco escolhida.

Itens que foram solicitados na apresentação:

- Qual é o potencial da célula-tronco escolhida?
- Quais as capacidades destas células para o corpo humano?
- De qual parte do corpo elas são retiradas?

- Como são utilizadas na ciência e na medicina?
- Pesquise algum debate bioético que discuta o uso da célula-tronco em questão.
- Explique o motivo para o modelo desenvolvido em *biscuit*.

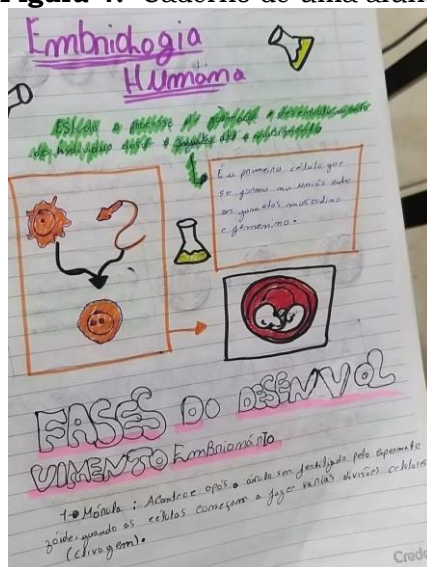
As aulas 7 e 8 foram utilizadas para as apresentações em grupo, e discussões acerca do conteúdo.

## Resultados e Discussão

### Pesquisa científica

Os alunos demonstraram assiduidade com os exercícios propostos, pois fizeram pesquisas bem detalhadas, onde trouxeram os conceitos solicitados na aula e ainda alguns desenhos que deixaram nos cadernos, a fim, de adquirir um aprendizado de forma visual e por meio de leitura a partir buscas que realizaram na *internet*, como demonstra mostra a Figura 4.

**Figura 4:** Caderno de uma aluna



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 4 apresenta o caderno de uma aluna com anotações detalhadas e ilustrações coloridas sobre embriologia humana, incluindo as fases do desenvolvimento embrionário. Essa representação visual reflete o empenho dos alunos em aprofundar os conceitos estudados, evidenciando suas habilidades de síntese e compreensão, bem como a capacidade de associar aprendizado teórico com representações visuais, o que facilita a assimilação de temas complexos.

### Conexão de células com unidades de medidas

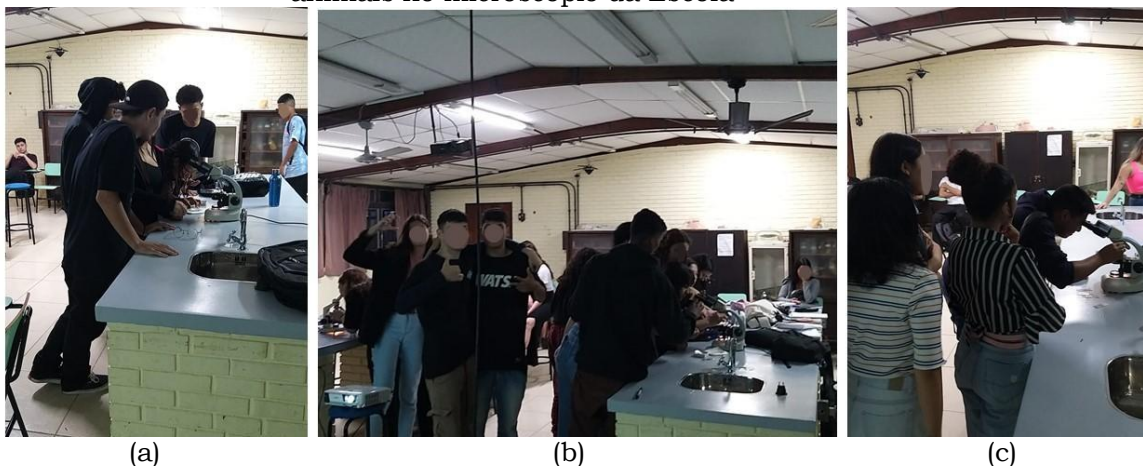
A resposta dos alunos referente às unidades de medidas observadas na física foi imediata, dado que essas grandezas são visíveis a olho nu e podem ser mensuradas de forma rápida e acessível. Com esse vínculo, foi exposto que as células são uma unidade de vida, ou seja, só existe um ser humano que tem a capacidade de exercer diversas funções interno e externo a partir de uma única célula, que se forma na fecundação do óvulo com o espermatozoide e se multiplica inúmeras vezes.

Neste sentido, Oliveira (2012, p. 84) declara que:

Uma das limitações ao estudo da Embriologia Humana é a dificuldade, por parte dos acadêmicos, de visualização espacial das estruturas embrionárias e dos processos dinâmicos que ocorrem ao longo do desenvolvimento. Essa dificuldade se acentua devido à predominância de recursos didáticos não interativos sobre o tema e, também, ao fato de este estudo se pautar basicamente em livros-texto, que muitas vezes introduzem os processos do desenvolvimento de modo superficial e esquemático, não suficientemente de acordo com a realidade.

A fim de realizar uma aula simples e de grande significado para diversos conteúdos que norteiam a ciência, foi disponibilizado o uso de microscópios para que os alunos conseguissem observar que o conjunto de várias células, dão origem aos nossos tecidos, como demonstra a Figura 5.

**Figura 5:** Prática onde os alunos observaram diferentes tecidos e células animais no microscópio da Escola



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 5 ilustra os alunos observando tecidos e células animais no microscópio, o que fortaleceu a compreensão sobre a organização celular e a formação dos tecidos, proporcionando uma experiência prática que superou a limitação de visualização mencionada por Oliveira (2012).

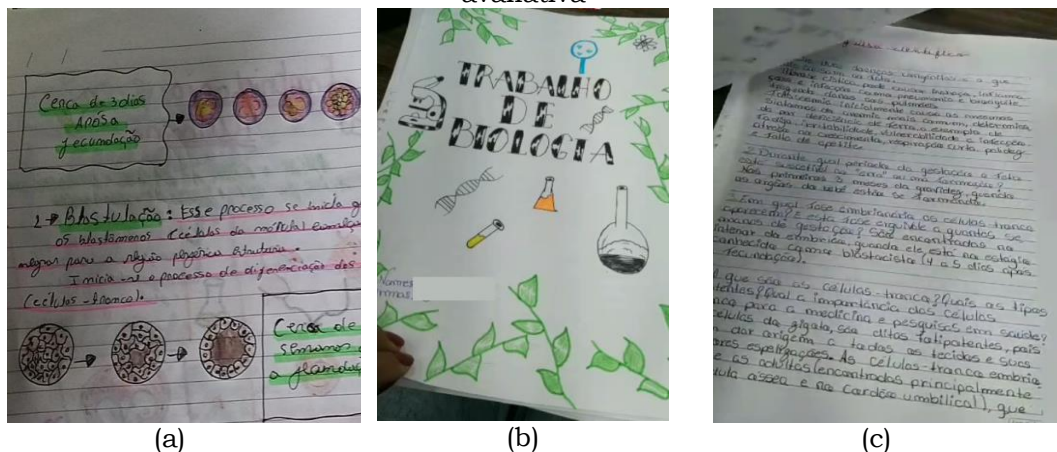
### Pesquisa Avaliativa para investigação e compreensão prévia

Os recursos digitais são considerados facilitadores no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o uso de representações gráficas e gamificadas chamam a atenção dos discentes no contexto escolar. (ARRUDA, GRAZIELA. CONEDU, 2020). É um desafio atrair a atenção dos alunos, portanto, o uso de diferentes estratégias, como os GIF's, demonstrou-se efetiva em sala de aula, além de economizar tempo, chamou a atenção dos estudantes para a temática e para a realização das pesquisas.

Os resultados das pesquisas foram fascinantes, pois, os alunos demonstraram destreza na realização da atividade, mostrando desenhos para representação de algumas perguntas, bem como a variedade de pesquisas realizadas em uma diversidade de sites, para que conseguissem

moldar suas respostas conforme o solicitado, como está representado nas Figuras 6.

**Figura 6** - Trabalhos entregues pelos alunos, referente a pesquisa científica avaliativa



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 6 apresenta os trabalhos entregues pelos alunos, evidenciando o comprometimento e a criatividade demonstrados durante a pesquisa científica avaliativa. Na Figura 6(a), observam-se desenhos detalhados que sequenciam a blastulação, enquanto na Figura 6(b) e Figura 6(c), exibe a cada de um trabalho produzido por um aluno e seu conteúdo.

## Debate bioético

Quando se tratou de um zigoto com apenas 5 dias de vida, os alunos afirmavam ser compreensível a retirada das células do embrião em prol de uma vida que já está “em andamento”, além disso, ressaltaram que poderiam salvar uma vida em agonia a partir das células-tronco, ou seja, para os discentes a fecundação do óvulo com espermatozoide, não é considerado vida.

Sob outra perspectiva, durante as discussões sobre os estudos de caso, foi possível observar as opiniões divergentes nos grupos que estavam

debatendo sobre um determinado estudo de caso, com isso, finalizando o tempo disponibilizado, alguns grupos conseguiram chegar em um consenso, onde tiveram o potencial de colocar-se no lugar da pessoa que estava passando pelo problema, ou ainda, realizaram pesquisas para conseguir abordar sobre questões que envolviam a ética na medicina e na ciência. Por outro lado, foi visível as disparidades que outros grupos apresentaram, visto que não conseguiram chegar em uma conclusão por meio de debates, pois, as opiniões não eram semelhantes, principalmente, quando se trata de assuntos que envolvem a possibilidade de uma gravidez na adolescência e o sigilo médico em prol de uma jovem que gostaria de iniciar uma vida sexual, ou ainda, o início e o fim da vida.

Nesse cenário, a estagiária colocou que essas grandes diferenças mostram que ainda existem grandes entraves nos debates éticos e morais, envolvendo a sociedade, ciência e medicina. A forma com que eles ficaram agitados a partir das opiniões contrárias, foi de grande relevância para conseguirmos conectar os debates políticos e sociais que tomam conta da nossa sociedade, com assuntos que ainda não tem uma única vertente a ser seguida, como: o aborto, o início e o fim da vida, pois são rodeadas de opiniões culturais, étnicas, religiosas e científicas.

### Modelos em *biscuit*

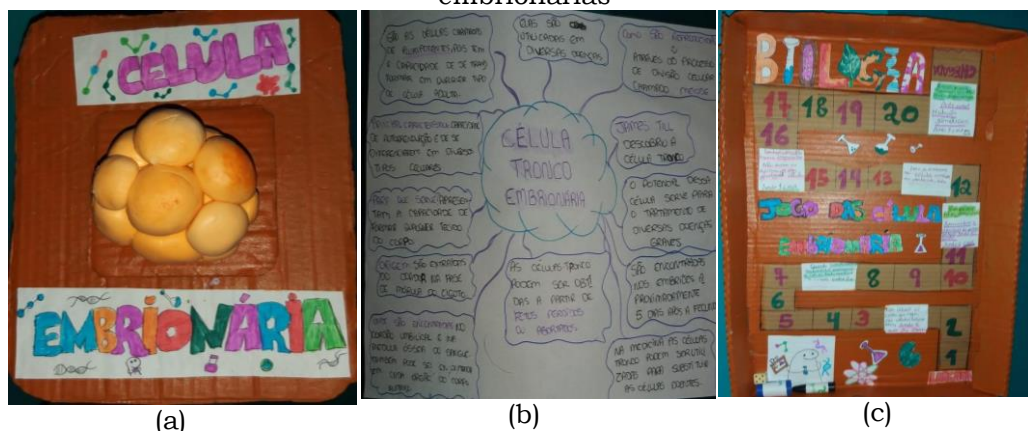
Com a utilização de recursos de baixo custo, será possível trazer uma nova visão do conteúdo aos alunos, e por consequência, a compreensão de uma temática de grande complexidade. O uso do *biscuit* mostra-se bastante eficiente no processo de ensino-aprendizagem, podendo contribuir para despertar o interesse do aluno pelo conteúdo ensinado e dessa forma, promover uma aprendizagem mais eficiente (ELIAS; SIQUEIRA; SANTOS, 2016).

Araújo *et al.* (2013, p. 7), por sua vez, afirmam que:

A concepção de um modelo didático por meio da escultura permite a percepção dessa tridimensionalidade das estruturas celulares seguidamente negligenciada pelo aprendiz quando dependente unicamente da formação de modelo.

Os materiais utilizados, após a apresentação de seus respectivos formatos, podem ser de grande utilidade para as futuras turmas do Ensino Médio, considerando que o *biscuit* possui grande durabilidade. Assim, pretende-se doar essas peças para o laboratório de ciências da escola, bem como convidar os alunos para apresentar tais artefatos pedagógicos (Figuras 7, 8 e 9) na feira de ciências que ocorre todo ano nas escolas, com a intenção de expor as diferentes metodologias utilizadas para a inserção dos alunos no conteúdo escolar.

**Figura 7** - Artefatos apresentados pelos alunos, relacionados às células-tronco embrionárias

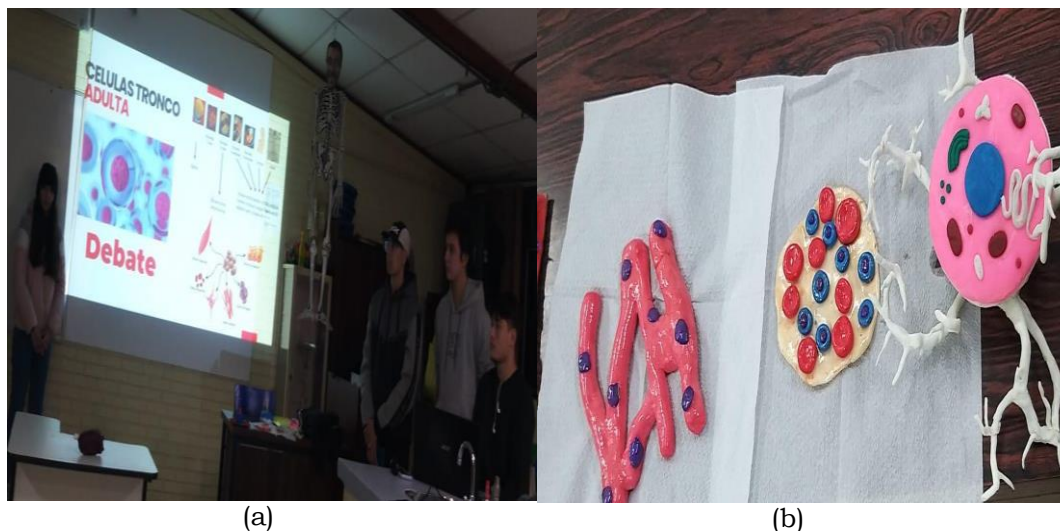


Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 7 exhibe artefatos produzidos pelos alunos em biscuit, representando células-tronco embrionárias. Nas imagens, Figura 7(a) mostra uma célula embrionária; Figura 7(b) apresenta um mapa mental produzido pelos estudantes sobre as células-tronco; e Figura 7(c) destaca o jogo de tabuleiro reciclável produzido. A articulação dessas estratégias

foram essenciais para atrair os alunos no processo de ensino e aprendizagem.

**Figura 8** - Artefatos apresentados pelos alunos, relacionados às células-tronco adultas



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 8 apresenta modelos em biscoito criados pelos alunos para representar células-tronco adultas. Na Figura 8(a), observa-se a estrutura básica de uma célula-tronco adulta com suas principais características; já a Figura 8(b) mostra o processo de diferenciação celular, ilustrando como essas células podem se especializar em diferentes tipos celulares. Esses artefatos servem como ferramentas didáticas para visualizar a funcionalidade das células-tronco adultas, tornando o aprendizado mais interativo e acessível ao facilitar a compreensão de conceitos abstratos.

**Figura 9**- Artefatos apresentados pelos alunos, relacionados às células-tronco induzidas.



(a)

(b)

Fonte: Acervo dos autores, 2024.

A Figura 9 apresenta modelos em biscoito feitos pelos alunos para ilustrar células-tronco induzidas. A Figura 9(a) consiste no registro dos alunos apresentando o trabalho, enquanto a Figura 9(b) representa os modelos de células em *biscoito*. Esses modelos foram potenciais na compreensão do conceito de plasticidade celular e o potencial das células-tronco induzidas, tornando o conteúdo mais acessível e estimulando a aprendizagem prática e visual no estudo da biologia celular.

As apresentações foram bem elaboradas e com ótimas pesquisas sobre o tema, pois, os alunos demonstraram destreza durante a exibição das células-tronco, bem como a explicação sobre a fase embrionária (blastulação) onde são encontradas, e o momento no qual a vida inicia (zigoto), segundo a ciência. Conforme Orlando *et al.* (2009, p. 2) “além do lado visual, esses modelos permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando, assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado”.

Com isso, foram capazes de promover debates envolvendo as particularidades que cada célula-tronco apresenta em seu uso, ou seja, os aspectos positivos e negativos; além de, conseguir explicar de forma coesa, a modelagem feita em *biscoito*. Quanto ao domínio teórico, conseguiram

superar as expectativas, pois, aplicaram o conhecimento relacionado a versatilidade de cada célula-tronco, fazendo link com os três tipos existentes e como podem ser utilizadas, salientando que, na ciência, não são todos os métodos de terapia celular aceitos por lei, além de que, até com algumas indagações realizadas para a parte avaliativa, explicavam com facilidade.

## Considerações Finais

A complexidade do estudo relacionado à embriologia humana foi dissipada, considerando que a proposta didática levou os alunos a desenvolverem avanços significativos durante o processo de ensino-aprendizagem. Outrossim, permitiu que compreendessem, com um olhar científico, que a célula é a unidade fundamental da vida e que, a partir da troca de genes durante a fecundação, já se inicia a vida. Outras questões bioéticas foram discutidas em sala de aula, como as potencialidades do uso de células-tronco e as limitações dessa biotecnologia.

Os debates desenvolvidos em sala de aula, apresentaram um grande significado para os alunos, quando as apresentações em grupos aconteceram, visto que trouxeram olhares e perspectivas diferentes das que foram citadas em sala de aula. Nesse contexto, foi possível observar que a compreensão sobre o início da vida para aos discentes conseguiu alterar-se ao longo da sequência didática, pois demonstraram argumentos, potencialidades e problemáticas que envolvem o uso de biotecnologias, como as células-tronco, além de contextualizar essas questões em diversas vertentes: científica, tecnológica, social e de pensamento crítico.

Com o objetivo de sanar as dúvidas existentes no processo de aprendizagem dos alunos, a proposta de utilizar o *biscuit* tem o intuito de trazer a atenção do aluno ao conteúdo complexo que é a embriologia, além de, despertar o interesse em relação às biotecnologias que já fazem parte

do nosso cotidiano, bem como as ferramentas científicas que poderão ser utilizadas para uma nova medicina descrita como regenerativa. O fato da modelagem trazer a concentração dos discentes enquanto desenvolvem os roteiros de atividades, oferece também a minuciosidade de cada parte que compõe os tecidos em que as células-tronco podem se especializar, assim, o aluno conseguirá discernir quais são as características de cada tecido do corpo humano, compreendendo então, quais as funções que desempenham, do mesmo modo que, pode acometer diversas enfermidades que estão muito presentes na sociedade.

Ao final dessa sequência didática, foi possível observar as habilidades que os alunos desenvolveram, pois, foi uma proposta que conectava as aulas teóricas, práticas e debates éticos sobre ciência e medicina. A perspicácia que cada grupo demonstrou durante as aulas e as apresentações, fez com que a estagiária conquistasse novas trilhas educativas para sua caminhada, visto que as turmas foram de grande importância para o crescimento pessoal e profissional durante a trajetória de estágios.

## ***Teachers' perception of the importance of experimental teaching and its application in a training context***

### **Abstract**

*The teaching of complex scientific topics, such as the study of stem cells, poses significant challenges in Science Education. During the Supervised Internship, it was observed that there is a lack of engaging didactic activities for science content, especially regarding stem cells, where the absence of resources and innovative approaches can hinder student engagement and the learning of key concepts. Thus, this work aimed to investigate and implement a didactic sequence on human embryology, highlighting stem cells, with the goal of promoting meaningful learning for high school students at a public school in Uruguaiana, encompassing scientific, medicinal, and social aspects. The internship was carried out with 2nd and 3rd-year high school students in the Biology subject, structured over 8 class hours. The theoretical approach was developed through lectures, research, and the construction of models in clay, providing a practical understanding of the content. Discussions on bioethics*

and biotechnologies enriched the learning experience, culminating in student presentations. Socialization moments were essential to evaluate both individual performance and group interaction and collaboration.

Keywords: Bioethics; Science Teaching; Embryology; Modeling; Supervised Internship.

## Referências

ABREU, José Garcia Ribeiro. O Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia de 2012 quebrou o paradigma sobre a reversão do genoma e abre portas à Medicina do futuro. **Clinical and Biomedical Research**, Porto Alegre, v. 32, n. 4, p. 397-399, jan. 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/36660>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ACERO, Liliana. Políticas internacionais em ciência e saúde: a pesquisa celular e a medicina regenerativa. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 851-870, jul. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312014000300010>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ALBUQUERQUE, Victor Pires de Carvalho; CARVALHO, Thais Louise Gurjão de; SOUZA, Marina Santiago de Mello. **Estratégias didáticas para mitigar as dificuldades no ensino de embriologia**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS - CONAPESC, 6., 2020, Evento online. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76928>. Acesso em: 15 fev. 2024. p. 1-12.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2006.

ANDRADE, Ana Flávia Leite *et al.* Processo Ensino-Aprendizagem em Bioética: um Debate Interdisciplinar. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 102-108, jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v40n1e01732015>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ARAÚJO, Carla Medeiros; STARLING, Gabriela; BRITO, Ângela Zarat Pedrosa de; PEREIRA, Andreia; MACIEL, Victor Fortuna Alves. **Arte no ensino da citologia**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 9, 2013, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: ABRAPEC, 2013. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0439-1.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0439-1.pdf). Acesso em: 15 fev. 2024. p. 1-8.

ARRUDA, Graziela Queiroz de. **Recursos didáticos utilizados como**

**facilitadores efetivos de aprendizagem.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - CONEDU, 7, 2020, Fortaleza. **Anais [...]** Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/69425>. Acesso em: 16 dez. 2023. p. 1-10.

BARRETO, Marcelo Alves. CUNHA, Fernando Icaro Jorge; SOARES, Cristiane Barbosa; DINARDI, Ailton Jesus; MACHADO, Michel Mansur. Gamificação no ensino de ciências da natureza: articulando a metodologia ativa em sequências didáticas no ensino fundamental através do PIBID. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa/MG, BR, v. 7, n. 4, p. 13246-01, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18540/jcecvl7iss4pp13246-01-06e>. Acesso em: 15 fev. 2024.

BOROJEVIC, Radovan. Terapias celulares: promessas e realidades. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 206, p. 37-39. jul. 2004. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/terapias-celulares-promessas-e-realidades/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

BRANT, Fernanda Caldeira. **Pesquisas com células-tronco embrionárias: estamos de acordo?** Os desafios de uma sequência didática na abordagem CTS. 2019. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Educação em Ciências. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2019.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília-DF: MEC, 1996.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. **Regulamenta atividades com organismos geneticamente modificados, cria órgãos de fiscalização e estabelece a Política Nacional de Biossegurança**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 mar. 2005. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm). Acesso em: 15 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Células-tronco**. Biblioteca Virtual em Saúde, 2008. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/celulas-tronco/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEF, 2018.

CARLSON, Bruce M. **Embriologia humana e biologia do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Saunders Elsevier, 2014.

CARVALHO, Antonio Carlos Campos. Células-tronco: a medicina do futuro. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1-5, dez. 2005. Disponível em:

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/celulas-tronco-a-medicina-do-futuro>. Acesso em: 15 fev. 2024.

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, José André Peres. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

ELIAS, Fernanda das Graças Marra; SIQUEIRA, Pabline Almeida; SANTOS, Mirley Luciene. Aplicação e avaliação de modelos didáticos: uma proposta para o ensino de célula no ensino fundamental. In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 3., 2017, Goiás. **Anais [...]**. Pirenópolis: UEG, 2016. Disponível em:

<https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/8341>. Acesso em: 16 dez. 2023. p. 1-5.

EITELVEN, Tatiane; MENIN, Rosiendi Polesello; FUSIGER, Keli Chies; BENVENUTTI, Viviane; ZANINI, Jéssica; CAUMO, Cedenir Roberto; BALESTRIN, Raquel Cristina. Aplicações Biológicas de Células-Tronco: Benefícios e Restrições. **Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas**, Caxias do Sul, v. 2, 3, p. 13-20, jun, 2017. Disponível em:

<https://sou.ucs.br/revistas/index.php/ricaucs/article/view/31>. Acesso em: 15 fev. 2024.

GAGE, Fred Harrison. Mammalian neural stem cells. **Science**, Washington, DC, v. 287, p. 1433-1438, fev. 2000. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.287.5457.1433>. Acesso em: 15 fev. 2024.

GLOBO. Nobel de Medicina premia cientistas por trabalhos com células-tronco. In: **g1, Bem Estar**, 2012. Disponível em:

<https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2012/10/nobel-de-medicina-premia-cientistas-por-trabalho-com-celulas-tronco.html>. Acesso em: 09 out. 2012.

GONDIM, Magnólia da Silva. **Ensino de ciências**: sequência didática multissensorial sobre solos. 2016. 75 f. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Uberlândia-MG, 2016. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17775>. Acesso em: 16 dez. 2023.

GOMES, Roberta; GRINFELD, Sara. Células-tronco: Um breve estudo. **Odontol. clín.-cient.**, Recife, v. 7, n. 1, p. 29-33, mar. 2008. Disponível em:

<https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/lil-506003>. Acesso em: 16 dez. 2023.

MESSIAS, Telma Hussini; ANJOS, Márcio Fabri dos; ROSITO, Margaréte May Berkenbrock. Bioética e educação no ensino médio. **Centro Universitário São Camilo**, Ipiranga, v. 1, n. 2, p. 96-102, mar. 2007. Disponível em:

[https://saocamilo-sp.br/assets/artigo/bioethikos/57/bioetica\\_e\\_educacao\\_no\\_ensino\\_medio.pdf](https://saocamilo-sp.br/assets/artigo/bioethikos/57/bioetica_e_educacao_no_ensino_medio.pdf).

Acesso em: 16 dez. 2023.

LELIS, Nilton Cesar Silva; CALUZI, João José. **Fundamentos de bioética ensino médio**. São Paulo: UNESP, 2020.

LUNA, Naara. A representação do corpo como recurso: pesquisa com células-tronco em uma instituição de ensino. **Revista de Antropologia**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 683-712, dez. 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ra/article/view/27275>. Acesso em: 16 dez. 2023.

MASON, Chris.; DUNNILL, Petter. A brief definition of regenerative medicine. **Regenerative Medicine**, Londres, v. 3, p. 1-5, dez. 2008. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2217/17460751.3.1.1>. Acesso em: 15 fev. 2024.

MOREIRA, Ana Elisa Roque. **O sol, a terra e os seres vivos**: uma proposta de sequência didática para o ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Belo Horizonte-MG, 2015. Disponível em: [https://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20170302111440.pdf](https://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20170302111440.pdf). Acesso em: 16 dez. 2023.

OLIVEIRA, Deyla Paula. FERNANDES, Beatriz de Souza; PEREIRA, Débora dos Santos; RAMOS, Michele Ribeiro; CAGLIONI, Eder. Ensino-aprendizagem de embriologia na visão de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública brasileira. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Cerro Largo, v. 5, n. 3, p. 212-225, ago. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n3.12827>. Acesso em: 15 fev. 2024.

OLIVEIRA, Mariana Sampaio; KERBAUY, Mariana Nassif; FERREIRA, Camila Nassif Martins; SCHIAVÃO, Lucas José Vaz; ANDRADE, Rodrigo Franzoso Almeida de; SPADELLA, Maria Angélica. 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, jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-55022012000100012>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ORLANDO, Tereza Cristina; LIMA, Adriene Ribeiro; SILVA, Ariadne Mendes da; FUZISSAKI, Carolina Nakau; RAMOS, Cintia Lacerda; MACHADO, Daisy; FERNANDES, Fabrício Freitas; LORENZI, Júlio César C.; LIMA, Marisa Aparecida de; GARDIM, Sueli; BARBOSA, Valéria Cintra; TRÉZ, Thales de A. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, São Paulo, n. 1, p. 1-17, fev. 2009. Disponível em: <https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/33>. Acesso em: 15

fev. 2024.

PAZ, Alfredo Müllen da; ABEGG, Ilse; ALVES FILHO, José de Pinho; OLIVEIRA, Vera Lúcia Bahl de. Modelos e Modelizações no Ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 157-170, jul. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172006080205>. Acesso em: 15 fev. 2024.

RAMALHO-SANTOS, Miguel; WILLENBRING, Holger, 2007. On the origin of the term "stem cell". **Cell Stem Cell**, Cambridge, v. 1, n. 1, p. 35-38, jun. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1934590907000197>. Acesso em: 15 dez. 2023.

REGO, Sergio; PALÁCIOS, Marisa; SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. **Bioética para profissionais da saúde**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2009.

ROGERS, Carl Ransom. **Liberdade para aprender**. Belo Horizonte, MG: Interlivros, 1978.

SANTOS, Luciano Cardoso; RIBEIRO, Krisnayne Santos; PRUDÊNCIO, Christiana Andrea Vianna. Desafios no ensino de embriologia: interlocuções entre formação inicial e escola. **Interfaces da Educação**, v. 13, n. 38, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.61389/inter.v13i38.4557>. Acesso em: 4 fev. 2024.

SEGATTO, Cristiane. As células-tronco sobrevivem: A clonagem dos coreanos foi uma fraude. Mas as pesquisas para a construção de órgãos em laboratório continuam firmes. **Revista Época**, 2006. Disponível em: <https://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EDR72808-6014,00.html>. Acesso em: 15 fev. 2024.

SILVA, Ana Paula Cardoso; ALMEIDA, Elinei Araújo de; SILVEIRA, Mariana Leite da. **Análise dos temas clonagem, transgênicos e células-tronco em livros didáticos de biologia do ensino médio e proposição de uma sequência didática complementar**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA – ENEBIO, 3., 2010, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: SBEnBio, 2010. p. 499-507. Disponível em: [https://www.sbenbio.org.br/publicacoes/anais/III\\_Enebio/A050.pdf](https://www.sbenbio.org.br/publicacoes/anais/III_Enebio/A050.pdf). Acesso em: 15 fev. 2024.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 31-42.

SOUZA, Verônica Ferreira de; LIMA, Leonardo Muniz Carvalho; REIS, Sílvia Regina de Almeida; RAMALHO, Luciana Maria Pedreira; SANTOS, Jean Nunes. Células-tronco: uma breve revisão. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**,

Salvador, v. 2, n. 2, p. 251-256, jul/dez. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/4292>. Acesso em: 16 dez. 2023.

UFRJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Programas temáticos do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFRJ, s.d. Disponível em: <https://pesquisa.biof.ufrj.br/medicina-regenerativa/>. Acesso em: 16 dez. 2023.

ZABALA, Antoni. **Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.