

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Carolina Gonçalves Dias

EXPLORANDO A DIVERSIDADE CELULAR:
GUIA ILUSTRADO DIGITAL PARA O ENSINO DE CÉLULAS E
TECIDOS

SÃO MATEUS-ES

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Carolina Gonçalves Dias

EXPLORANDO A DIVERSIDADE CELULAR:
GUIA ILUSTRADO DIGITAL PARA O ENSINO DE CÉLULAS E
TECIDOS

Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia em Rede
Nacional PROFBIO do Centro
Universitário Norte do Espírito Santo,
da Universidade Federal do Espírito
Santo, etapa defesa, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Orientador: Profa. Dra. Karina Carvalho
Mancini

SÃO MATEUS-ES

2024

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

D541e Dias, Carolina Gonçalves, 1982-
Explorando a diversidade celular: guia ilustrado digital para
o ensino de células e tecidos / Carolina Gonçalves Dias. - 2024.
183 f. : il.

Orientadora: Karina Carvalho Mancini.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Citologia. 2. Histologia. 3. Ilustrações científicas. I. Mancini,
Karina Carvalho. II. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 57

CAROLINA GONÇALVES DIAS

**EXPLORANDO A DIVERSIDADE CELULAR:
GUIA ILUSTRADO DIGITAL PARA O ENSINO DE CÉLULAS E
TECIDOS**

Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional
(PROFBIO) da Universidade Federal do
Espírito Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ensino
de Biologia.

Aprovado em 03 de abril de 2024

COMISSÃO EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
KARINA CARVALHO MANCINI
Data: 23/04/2024 20:41:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Karina Carvalho Mancini
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Documento assinado digitalmente
CAROLINA LOMANDO CANETE
Data: 11/04/2024 09:10:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Carolina Lomando Cañete
Instituto Federal do Espírito Santo



Documento assinado digitalmente
ADELINA APARECIDA FRANCISCA FERREIRA
Data: 23/04/2024 15:29:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Adelina Aparecida
Francisca Ferreira
Universidade Federal do Mato Grosso

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Mestrando: Carolina Gonçalves Dias

Título do TCM: Explorando a diversidade celular: Guia ilustrado digital para o ensino de células e tecidos

Data da defesa: 03/04/2024

Em 2000/2 ingressei no curso de Ciências Biológicas da Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA) na cidade de Santa Teresa (ES). Meu primeiro vestibular, na verdade foi para Medicina, mas o que me atraía era a Biologia. Ainda no Ensino Médio, as aulas de Biologia despertavam muito interesse, pois sempre ficava fascinada pelas explicações dos meus professores, que por sinal, tive a sorte de ter os melhores. Então, no primeiro vestibular, não obtive êxito na aprovação e comecei o cursinho. Atenta aos exames que aconteceriam no meio do ano, recebi informações dessa Escola Superior e vi que ofertavam o curso de Ciências Biológicas.

Fiz a prova de ingresso e fui aprovada em agosto de 2000, iniciando o curso de Ciências Biológicas. Passei a morar na cidade, que por sinal foi super acolhedora e comecei a estudar. Nem preciso falar que já nas primeiras aulas, nas primeiras disciplinas (entre elas Biologia Celular) o encanto foi só aumentando. Por problemas pessoais e financeiros, precisei trancar o curso no início de 2001 e voltar a morar em Jacaraípe (Serra/ES). Fiquei o 1º semestre de 2001 sem poder estudar e foram os meses mais angustiantes da minha vida, porque além de tudo estava com problema familiar. Entretanto, como tudo acontece na hora certa, em agosto de 2001 reingressei no curso, porém pelas Faculdades Integradas Espírito Santenses (FAESA), localizada no município de Vitória/ES, podendo assim morar onde sempre morei. No curso de Ciências Biológicas da FAESA, eu poderia sair habilitada em licenciatura e bacharelado, o que me deixou mais animada ainda, pois teria mais opções de trabalho, apesar de achar que nunca iria para uma sala de aula. Voltei a estudar então, tendo contato com aquele vasto mundo do curso e no ano seguinte participei da seleção de monitoria na disciplina de Biologia Celular para o curso de Nutrição. A maravilhosa Rosanee Ramos, professora do curso de Ciências Biológicas, também lecionava para a Nutrição e assim começamos a trabalhar juntas. Quanto aprendizado tive! Quantas oportunidades para ensinar às pessoas (mesmo ainda não estando formada) e isso foi me despertando a curiosidade. Para completar, sou filha de pedagoga! Minha mãe teve oportunidade de fazer um curso superior já com quase 40 anos e é uma verdadeira inspiração para mim.

Antes mesmo de me formar, consegui começar a lecionar nas escolas públicas estaduais. Comecei a lecionar em 2004/2, tendo concluído a graduação em 2005/1. Não esqueço da minha primeira turma: EJA, com pessoas que não tiveram a oportunidade de estudar antes e que agora estavam ali, depois de um dia árduo de trabalho, querendo algum conhecimento. A responsabilidade aumentou e o medo também! Mas a realização foi maior. A partir daí, aquela vontade que eu tinha de ser “bióloga de laboratório” foi dando lugar ao desejo de

poder ensinar às pessoas e levar momentos de crescimento em suas vidas...e assim foi! Desde então, sou a professora 'Carol', professora de Biologia que ama o que faz e que mesmo com todas as adversidades da profissão, não desiste nunca e procura sempre algo novo para agregar ao seu trabalho.

Em 2012, participei de uma seleção de ingresso para o mestrado acadêmico, na área de Educação, na UFES e no IFES (Educimat). Estudava em casa, mas não imaginava passar logo na primeira tentativa mas, felizmente (ou infelizmente), passei nas duas provas escritas! Entretanto, para minha decepção, não fui aprovada na 3ª e última fase (entrevista). Foi um balde de água fria gigante, pois senti que era algo que não estava mais ao meu alcance e decidi não tentar mais. Então segui trabalhando muito, sem pensar em tentar outra pós-graduação tão cedo. Em 2018, entrei em uma outra jornada tão desafiadora quanto a de ser professora: a de ser mãe! Conheci o maior e verdadeiro amor da minha vida: meu pequeno Arthur. Conciliar a vida de mãe com minha profissão foi algo que me exigiu muita persistência (tinha que trabalhar em dois horários para garantir um salário melhor) e sabedoria para criar e educar aquele ser que é de minha responsabilidade. Pensava então "Agora mesmo que será difícil voltar a estudar..."

Foi então que, em 2021, uma colega querida da escola em que eu trabalhava, Ana Paula (e ex aluna do ProfBio), me falou sobre o programa de mestrado profissional e insistiu muito pra eu tentar (agradeço a ela demais por isso!). Fiz inscrição e aguardei o dia da prova. Para minha felicidade consegui ingressar no programa, com um misto de alegria e de insegurança, pois me questionava internamente se conseguiria concluir. Em 2022 comecei o mestrado profissional na UFES, Campus São Mateus, que mal sabia que mudaria a minha vida, a minha visão sobre a Educação e que impactaria de forma positiva a vida dos meus alunos.

O ProfBio não foi fácil. Viajar quase 230 Km toda sexta-feira foi exaustivo! Conciliar trabalho, filho, casamento falido e as inúmeras atividades do mestrado, foi uma jornada desafiadora demais, mas também foi de um crescimento profissional e pessoal imenso! Conheci professores extraordinários, colegas de turma especiais, que se tornaram família, e um conhecimento extra que tive com minha orientadora, que com certeza me fizeram uma pessoa diferente daquela de quando entrou no curso. Mesmo com todos os desafios ao longo do curso e com todas as adversidades vividas nesse processo, o ProfBio, fez renascer a minha energia e visão enquanto educadora, pois sabemos que é através da educação que transformamos as pessoas e é através delas que conseguimos construir uma sociedade melhor!

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível por conta de uma rede de apoio excepcional que tenho e de outras pessoas e instituições que me apoiaram. Por isso, agradeço:

Primeiramente a Deus, pois para mim, tudo só acontece com a permissão Dele.

À minha querida mãe, Rogéria, por sempre acreditar em mim, me incentivando e me auxiliando como rede apoio em tantas vezes que precisei.

Aos membros da minha família que também de alguma forma estiveram presentes quando precisei: meu irmão, aos avós do Arthur que também serviram como uma importante rede de apoio.

À minha orientadora, professora Karina Carvalho Mancini, pelo suporte, pelo aprendizado, por ter me ensinado e compartilhado conhecimentos de uma forma leve, humana e acima de tudo, com amor. Obrigada por fazer voltar minha autoconfiança. Você ficará marcada na minha vida como minha família!

Aos meus alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Jacaraípe, e principalmente ao Carlos Alberto Silva do Nascimento que foi essencial para que esse trabalho fosse realizado. Parabéns pelo protagonismo e empenho durante todo esse processo.

À antiga diretora Margareth Broedel e ao atual diretor Márcio Rezende por acreditarem em uma escola participativa, incentivando, dando suporte e condições para que atividades que visam a melhoria da qualidade do ensino, sejam executadas.

À designer gráfica Maria Clara Barreto Goes Cardoso, por todo empenho e dedicação na realização do trabalho. Você foi muito importante na equipe.

À toda turma ProfBio/2022, pessoas maravilhosas que se tornaram família. Sem a nossa união e parceria, nada disso seria possível para mim.

Aos meus amigos que de alguma forma estiveram presentes durante esse processo, me dando força e me incentivando a nunca desistir. Obrigada apoio emocional.

Aos professores do ProfBio, que com muita paciência e maestria desempenham um papel fundamental no curso. Obrigada por tanto conhecimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro, para a realização deste trabalho.

Obrigada a todos!

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”

Cora Coralina

RESUMO

As células possuem grande diversidade morfológica e funcional, resultando em tipos celulares especializados que formam os tecidos histológicos do corpo humano. O processo de ensino e aprendizagem sobre os conteúdos que envolvem células e tecidos sempre foi considerado complexo devido ao caráter microscópico, abstração, carências estruturais nas escolas públicas de educação básica, dificuldade em encontrar material de apoio adequado e falta de conexões detalhadas entre as células especializadas e os tecidos. Pelas razões apontadas, o presente Trabalho de Conclusão de Mestrado visou a construção de um guia digital denominado “Explorando a diversidade celular: um guia de conhecimentos e atividades”, como produto educacional, a fim de contribuir com o ensino integrado da biologia celular e tecidual no ensino médio, voltado para estudantes e professores. O Guia Digital Ilustrado é composto por 131 páginas e está organizado em seções que trazem revisão sobre células, ilustrações e informações de 14 tipos celulares especializados e sugestão de atividades. Para cada um dos tipos celulares especializados, o Guia apresenta a descrição morfológica e funcional do tipo celular, localização nos tecidos histológicos e curiosidades. Foram trabalhadas as seguintes células especializadas: neurônio, hemácia, adipócito, miócito, enterócito, fibroblasto, caliciforme, melanócito, macrófago, linfócito, mastócito, osteoclasto, espermatozoide e ovócito. O Guia ainda possui uma seção com sugestão de 06 atividades voltadas para o Ensino Médio que colocam o estudante como protagonista de seu processo de aprendizagem, trazendo o ensino investigativo, a ludicidade e o trabalho colaborativo como elementos centrais. O produto educacional é uma produção inovadora para a área de ensino de células e tecidos que combina ilustrações autorais de células especializadas, descrições, micrografias e atividades para sala de aula.

Palavras-chave: Biologia celular; Histologia; Ilustração científica; Protagonismo estudantil

ABSTRACT

Cells possess great morphological and functional diversity, resulting in specialized cell types that form the histological tissues of the human body. The teaching and learning process regarding the contents involving cells and tissues have always been considered complex due to their microscopic nature, abstraction, structural deficiencies in public basic education schools, difficulty in finding suitable supporting material, and lack of detailed connections between specialized cells and tissues. For the reasons mentioned, this Master's Thesis aimed to construct a digital guide called "Exploring Cellular Diversity: A Knowledge and Activities Guide," as an educational product, in order to contribute to the integrated teaching of cellular and tissue biology in high school, targeted towards students and teachers. The Illustrated Digital Guide consists of 131 pages and is organized into sections that provide a review of cells, illustrations, and information on 14 specialized cell types along with activity suggestions. For each of the specialized cell types, the Guide presents the morphological and functional description, location in histological tissues, and interesting facts. The following specialized cells were addressed: neuron, red blood cell, adipocyte, myocyte, enterocyte, fibroblast, goblet cell, melanocyte, macrophage, lymphocyte, mast cell, osteoclast, spermatozoon, and oocyte. The Guide also includes a section with suggestions for 06 activities aimed at high school, placing the student as the protagonist of their learning process, incorporating investigative teaching, playfulness, and collaborative work as central elements. The educational product is an innovative production for the teaching of cells and tissues, combining original illustrations of specialized cells, descriptions, micrographs, and classroom activities.

Keywords: Cell biology; Histology; Scientific illustration; Student protagonism

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 O ENSINO DE CÉLULAS E TECIDOS	15
2.2 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA	17
2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO	19
2.4 METODOLOGIA ATIVA E O PROTAGONISMO DO ALUNO	21
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. PERCURSO METODOLÓGICO	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	25
4.2 PRODUÇÃO DO GUIA DIGITAL ILUSTRADO	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 O GUIA DIGITAL ILUSTRADO PRODUZIDO	27
5.2 APRESENTAÇÃO DO GUIA	159
5.3 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DO GUIA	167
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	177
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	178

1. INTRODUÇÃO

A célula é a menor unidade viva de um organismo, uma estrutura extremamente importante e organizada que constitui a unidade estrutural básica de todos os seres vivos, visto que um aglomerado de células forma um tecido. A junção de tecidos dá origem a um órgão, que ao se combinar com outros órgãos constituem um sistema, que por sua vez, concebem o corpo humano (Cerqueira; Silva, 2005).

Dentro das Ciências da Natureza, o estudo das células e tecidos é um conteúdo básico para a compreensão da formação dos seres vivos e de seus processos fisiológicos. Ferreira (2016) enfatiza o grau de abstração existente em uma célula, devido ao seu tamanho microscópico, uma vez que sua presença e observação não são tão evidentes para os estudantes. Marques (2018) afirma em seu estudo que o ensino de Ciências é marcado por abstrações, memorização e nomenclaturas, que contribuem para repelir parte dos estudantes de gostar de disciplinas como Biologia. Para o autor, diante desta problemática, é necessário investir em alternativas didáticas que atraiam os discentes e facilitem os processos de aprendizagem em conteúdos abstratos. Para Moraes (2005), este ramo da Biologia exige práticas diversificadas para a concretização de sua aprendizagem, observadas as dificuldades dos alunos na compreensão de muitos conceitos biológicos.

Apesar da importância do estudo das células para a compreensão da vida, infelizmente há uma forte negligência relacionada a ele. Vigário e Cicillini (2019, p. 59) afirmam que é evidente que a Biologia Celular permanece nos currículos da educação básica e do ensino superior mais pela força acadêmica do que pela natureza interdisciplinar e pela fluidez em conduzir a construção do conhecimento sobre a vida e os seres vivos. Reforçando as ideias de Vigário e Cicillini, Costa (2020) enfatiza que a Biologia Celular é a área das Ciências Biológicas que necessita ser muito bem trabalhada na educação básica, pois sua precarização pode acarretar severos problemas na aprendizagem da Biologia em geral.

Ao iniciar o estudo dos tecidos, o aluno depara-se com uma grande variedade de células especializadas que, dotadas de diferentes morfologias e habilidades, não são associadas ao conhecimento conquistado anteriormente no estudo das células. O conteúdo de histologia deve contemplar os diferentes tipos celulares, sua organização nos tecidos e sua atuação na estruturação e constituição dos órgãos (Marschner, 2019), entretanto, na Educação Básica ele é trabalhado de forma superficial e desinteressante pois, de acordo com Siviero e Oliveira

(2016) é essencialmente descritivo e morfológico. Um exemplo disso foi o estudo realizado por Duré e Abílio (2018) que relataram descontentamento dos alunos sobre a falta contextualização da histologia com situações cotidianas.

Como visto, os conteúdos de Biologia, em especial aqueles relacionados à Biologia Celular e Tecidual, necessitam de uma busca frequente por formas diversificadas de ensino, objetivando concretização e contextualização para o sucesso no processo de aprendizagem e motivação discente. Na tentativa de mudar a realidade descrita que permeia o ensino das células e dos tecidos, é preciso que o professor busque alternativas para que esse conhecimento se torne concreto e significativo para o aluno, fazendo-o agente ativo e participante desse conhecimento.

Para Oliveira e Coutinho (2009), um dos maiores desafios para a melhoria do ensino é o desenvolvimento de recursos didáticos que sejam capazes de despertar o interesse dos alunos ao e ao mesmo tempo fornecer ao professor ferramentas que contribuam no processo de ensino e aprendizagem. Para esses autores, um recurso é o uso de imagens pois facilitariam o entendimento de conceitos, estruturas e processos na Biologia Celular. Há um acordo geral de que a utilização de imagens é um recurso didático fundamental para a compreensão de conceitos no ensino de Ciências e Biologia, contribuindo para a formação de ideias científicas. Isso ocorre ao possibilitar a visualização dos conceitos a serem explicados, integrando as formas de leitura verbal e visual. Porém, essas imagens precisam ser trabalhadas de forma correta e contextualizada.

Finson e Pederson (2011), afirmam que as imagens devem extrair significados para que possam ser utilizadas na educação e melhorar a base cognitiva dos alunos. Dentro do contexto celular e artes visuais, Faller e colaboradores (2020, p. 10) entendem que

[...] a apresentação do conteúdo célula, com uso das artes visuais dos modelos didáticos de células eucarióticas do corpo humano, possibilita uma visão ampliada da sua diversidade morfológica e funcional, e uma maior aproximação do conteúdo dentro da realidade vivencial do aluno, desencadeando a motivação e o entusiasmo necessários ao desenvolvimento das bases cognitivas voltadas aos processos de ensino e aprendizagem da citologia na educação básica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que determina os conteúdos essenciais a serem abordados nas escolas em relação aos conhecimentos a serem estudados (Brasil, 2018). A disciplina de Biologia, integrada às disciplinas de Química e Física, faz parte da área de conhecimento denominada Ciências da Natureza e suas tecnologias.

Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (Brasil, 2018).

O estudo da Biologia Celular integra a segunda competência específica que visa trabalhar com os alunos questões como o surgimento do universo, assim como a vida na Terra e o processo de evolução dos mais diversos grupos de seres vivos existentes, como pode ser observado:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. (Brasil, 2018, p. 556)

Pensando na problemática em torno do ensino de células e sua diversidade morfológica e funcional, a presente pesquisa, dentro de um programa de mestrado profissional, objetiva a construção de um guia digital didático ilustrado que versa sobre a diversidade celular e ações investigativas voltado para docentes e discentes do ensino médio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ENSINO DE CÉLULAS E TECIDOS

A Biologia Celular é um ramo da Ciência voltado ao estudo das células, sua estrutura, função e comportamento, para responder o que é vida e como ela funciona (Alberts et al., 2017). Para os autores, o ensino das células fornece uma grande educação científica por se tratar de um assunto amplo e ligado a quase todos os outros ramos da ciência.

O conteúdo de Biologia Celular e Histologia é inicialmente abordado de maneira mais ampla no Ensino Fundamental, sendo introduzido de forma geral na disciplina de Ciências. Atualmente, com a implantação do Novo Ensino Médio, no decorrer da 2ª série, no âmbito da disciplina de Biologia, esse conteúdo se torna mais específico, visando proporcionar noções detalhadas sobre os componentes celulares e moleculares.

A primeira vez que se observou uma célula foi em 1665, quando o inglês Robert Hooke examinou microscopicamente cortiça. No entanto, somente em 1838, a Teoria Celular foi estabelecida pelo botânico Matthias Schleiden e pelo zoólogo Theodor Schwann. Segundo Junqueira e Carneiro (2005), esses cientistas conduziram estudos microscópicos em tecidos de plantas e animais, levando à conclusão de que todas as formas de vida são constituídas por células. Assim, as células passaram a ser reconhecidas como a unidade funcional fundamental dos seres vivos.

Conforme destacado por Alberts et al., 2017, o ensino da Biologia Celular proporciona uma valiosa formação científica, uma vez que abrange um tema amplo e intrinsecamente relacionado a praticamente todas as demais disciplinas científicas. Eles destacam também diversos motivos práticos pelos quais é crucial o estudo da Biologia Celular: nossa constituição é composta por células, nossa nutrição provém delas, e a viabilidade de nosso ambiente é possível graças às células. A compreensão da Biologia Celular é essencial para a autoconsciência, a manutenção da saúde, o abastecimento alimentar e a preservação dos ecossistemas ameaçados (Alberts et al., 2017).

Paralelamente, a histologia constitui-se como um segmento da morfologia dedicado à investigação dos tecidos biológicos, abrangendo a sua origem. O organismo multicelular é composto por diversos tipos celulares que se organizam em grupos, formando assim os tecidos. Alguns tecidos, são formados por células que possuem a mesma estrutura e outros são formados por células que têm diferentes formas e funções e juntas realizam uma função geral (Junqueira; Carneiro, 2017). De acordo com Aires (2011), os tecidos atuam de forma

integrada desempenhando funções específicas, como proteção, absorção, secreção de substâncias, percepção de sensações, sustentação, preenchimento e locomoção.

Portanto, esse conteúdo é fundamental para a compreensão dos alunos, proporcionando a capacidade de reconhecer os distintos tecidos que formam o corpo humano. Ao explorar sua composição, estrutura, localização, funções e a relevância individual de cada um, os alunos obtêm um conhecimento abrangente sobre esse aspecto crucial da anatomia.

O entendimento acerca da estrutura e funcionamento das células desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento em Biologia. Contudo, a complexidade desse conceito, combinada à organização do ensino que muitas vezes fragmenta os conteúdos, torna desafiante a aprendizagem da estrutura e fisiologia celular como uma das características fundamentais dos seres vivos em diversos níveis educacionais. Isso evidencia consideráveis obstáculos no processo de ensino-aprendizagem. A falta de compreensão e interpretação da estrutura e função celular resultam em dificuldades na assimilação de diversos conteúdos e temas relacionados à biologia como apresentado por Rodríguez-Palmero, (2000; p.256): “(...) ausência de compreensão biológica dos seres vivos por desconhecimento e ausência do significado de célula como sua unidade constituinte”.

De acordo com Stefanello (2010), durante o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Biologia Celular, os educandos têm muita dificuldade em compreender o conceito que a célula é a unidade fundamental que produz o fenômeno da vida, sendo que é a partir desse conhecimento que o homem produz processos, serviços e produtos diversos. Por pertencer ao mundo microscópico, este conteúdo exige muita abstração dos alunos, o que não favorece uma compreensão concreta e correta. Duré, Andrade e Abílio (2018), em uma reflexão sobre quais temas da Biologia os alunos de ensino médio mais relacionam com o seu cotidiano, concluem que os principais assuntos rejeitados pelos alunos são aqueles considerados difíceis de visualizar. Os autores afirmam ainda que quanto mais abstrato e distante da realidade for o conteúdo, maiores são as chances do aluno imaginar que está entendendo, sem de fato alcançar o entendimento real.

Somado a isso, outro desafio encontrado pelos professores de Biologia está no modo de ministrar suas aulas, de forma que desperte o interesse e a atenção dos alunos. Para Saviani (1993), dependendo da estratégia usada essa aula não adquire significado prático algum e, portanto, não se configura como ferramenta de compreensão.

A educação no Brasil sempre foi acompanhada por grandes dificuldades, agravadas ainda mais no período da pandemia causada pelo vírus SARS COV-2, onde a defasagem de

conteúdos que já existia, tornou-se ainda maior (Dias; Ramos, 2022). De acordo com a nova Base Nacional Curricular Comum, para além da necessidade de universalizar o atendimento, outros grandes desafios do Ensino Médio na atualidade são garantir a permanência e as aprendizagens dos estudantes, respondendo às suas aspirações presentes e futuras (Brasil, 2018).

Como observado, o ensino de células e sua organização em tecidos animais requer recursos didáticos que surpreendam o aluno, pois o conteúdo é constituído de muitos detalhes, nomes e estruturas microscópicas. Tal afirmação complementa as observações de Teixeira (2010), que relata que o estudo das células é uma temática complexa, uma vez que poucos recursos podem ser utilizados em sala de aula para promover a interação do aluno.

A utilização de alternativas metodológicas para dinamizar as aulas de assuntos complexos e abstratos como a biologia celular e tecidual, é essencial e se tornam ferramentas importantes para professores que contam apenas com o livro didático (Silveira, 2020).

Uma das alternativas para o ensino desses conteúdos são as aulas no laboratório, utilizando-se microscópios para a visualização de células e tecidos. Segundo Krasilchik (2005, p.86), “As aulas de laboratório têm um lugar insubstituível no ensino da Biologia, pois desempenham funções únicas: permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos.

Entretanto, em grande parte das escolas públicas, a ausência de laboratórios para o ensino de Biologia no Ensino Médio é uma das grandes dificuldades para a elaboração de novas metodologias em disciplinas voltadas para as Ciências da Natureza de forma geral (Lima, 2004).

Somado isso à falta de estrutura em geral, de materiais adequados e também pelo elevado número de alunos por turma, é preciso buscar alternativas de ensino para esses conteúdos abstratos quando não se tem laboratório com microscópio.

2.2 ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA

O ensino de Ciências e Biologia, pode ser afetado quando não se leva em conta a realidade estrutural das escolas, a falta de material apropriado e a realidade dos alunos. A proposta de abordar os conteúdos das ciências biológicas por meio da ilustração científica emerge como uma maneira envolvente de aprendizado, destacando-se na criação de material didático. Isso vai além da simples observação de imagens presentes nos materiais distribuídos nas escolas, permitindo a elaboração de ilustrações biológicas com significado personalizado para os alunos.

Sendo assim, a ilustração na área da Biologia pode desempenhar um papel significativo no estímulo ao interesse científico, pois abrange a observação, elaboração de planos e criação de representações visuais que têm a capacidade de representar o ambiente no qual as crianças e adolescentes estão imersos (Maia; Schimin, 2008). Andrade (2015) destaca a importância de dar maior valor a essa técnica desde a infância, visto que ela pode representar os primeiros encontros com o mundo do conhecimento, podendo ser ensinada de maneira simultânea ao ensino de Artes desde os estágios iniciais da escolaridade.

Para Callegario e colaboradores (2017), todo e qualquer tipo de imagem utilizada no ensino de Ciências, que sejam imagens organizadas e direcionadas para ajudar no entendimento de assuntos abordados na sala de aula, e que permitam discutir aspectos referentes às ciências, podem ser caracterizadas como imagens científicas.

As imagens aparecem para diminuir a abstração de determinados conceitos, tornando-os mais acessíveis ao estudante, o que facilita a comunicação de conceitos e ideias, possibilitando a identificação, os principais pontos de análise e a discussão da relação entre os mesmos e as entidades nelas representadas (Gouvêa; Martins 2001). Além de seu alto valor cognitivo que possibilita a apropriação da linguagem da ciência escolar pelo aluno e pelo professor (Piccinini; Martins, 2004)

É importante salientar que, na atualidade, em meio aos progressos nas áreas tecnológica e científica, as ilustrações científicas são elaboradas por meio de recursos digitais, no entanto, continuam sendo desenhos, ou seja, imagens derivadas da ação manual sobre o papel, mesmo que isso seja facilitado pelo uso de ferramentas computacionais. (Rego, Gouveia, 2010)

A ilustração desempenha um papel fundamental no ensino de células e tecidos, pois proporciona uma abordagem visual que facilita a compreensão e a retenção de informações complexas. Como apontado anteriormente, conteúdos biológicos de difícil visualização e que demandam alta abstração, como é o caso de células e tecidos, estão entre os mais rejeitados pelos alunos (Duré; Andrade; Abílio, 2018). Não há como desvincular o estudo de células e tecidos sem a utilização de micrografias, esquemas, ilustrações ou modelos. Hodges (2003) afirma que qualquer forma ou detalhe que não possa ser transmitido por palavras torna-se inteligível através da sua tradução visual. A ilustração permite representar as estruturas celulares e teciduais de uma maneira tridimensional, tornando mais fácil para os alunos visualizarem a organização espacial das células e entenderem como elas se relacionam umas com as outras.

Para Neves, Carneiro-Leão e Ferreira (2016), a utilização de imagens no estudo da

biologia celular deve ser certificada como um recurso em potencial, estimulando o caráter crítico e reflexivo do estudante. Nos livros didáticos, as representações visuais são cada vez mais exploradas como uma tentativa de estimular o interesse dos estudantes e promover melhorias no processo de ensino e aprendizagem (Sousa; Barrio, 2017).

A ilustração científica representa assim não só uma ferramenta de registro rigoroso de informação, mas também para a produção de desenhos interpretativos, que representam aspectos que não são visíveis a olho nu (Salgado et al., 2015). Trabalhar a biologia por meio da ilustração científica, por exemplo, é uma forma prazerosa de aprender e ainda produzir material didático, saindo da esfera apenas da observação das imagens contidas nos materiais didáticos e chegando à confecção de ilustrações significativas para os alunos (Moura et al., 2016). Para Pereira (2006, p.412):

[...] A ilustração científica ocupa um lugar em que a ciência e a arte se misturam. Na busca por dissecar a realidade da natureza, ela apresenta uma óptica artística fiel, dentro de uma nova ética científica. Dos pincéis e aquarelas, chega-se ao século XX e XXI com novos recursos de linguagens, incluindo a documentação digital, novas mídias e equipamentos que ampliaram o campo de percepção do olho humano.

Milach e colaboradores (2015) afirmam que quando os estudantes participam ativamente da elaboração de desenhos, estão não somente criando uma situação afetiva, mas despertando associações concretas mais atuantes que explicações abstratas e textuais rotineiras nas aulas de Biologia. Bachelard (1968) também corrobora a utilização de ilustrações em ensino de ciências pelo fato de que as mesmas valorizam a razão e a emoção, defendidas por este pensador, tornando-se forças propulsoras no campo das ciências e artes quando enfatizam o pensamento criativo como agente fundamental nos processos educativos.

2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

Atualmente, os professores necessitam empregar abordagens de ensino que incentivem a formação de conhecimentos efetivos, assim como a aquisição de competências e habilidades que capacitem os alunos a compreender informações, refletir sobre o mundo e atuar de forma autônoma. Tais habilidades devem ser fundamentadas nos conhecimentos advindos da ciência e da tecnologia. Os alunos do ensino médio são nativos de uma era tecnológica, onde demonstram habilidade, afinidade e interação com recursos tecnológicos. Essas características podem ser aproveitadas de forma positiva no processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais cativante e eficaz.

Por meio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) é possível

processar qualquer informação via internet, ocasionando transformações significativas na comunicação instantânea e na busca por informações (Kenski, 2012). As TDICs são aquelas que possibilitam, por meio de ferramentas digitais ou móveis, a autoria e coautoria dos estudantes, utilizando aplicativos e softwares. Caracterizadas pela convergência e mobilidade da web, essas tecnologias constituem meios de informação e comunicação conectados à internet (Wiley, 2001). Portanto, os recursos digitais constituem estratégias potenciais para os processos de ensino-aprendizagem, uma vez que, ao utilizar estes recursos, o professor consegue elaborar material didático que pode ser acessado e explorado presencialmente, em sala de aula, e, além disso, possibilita ampliar os estudos por meio da aprendizagem móvel (Valente, 2011). De acordo com Moran (2003), as tecnologias educacionais abrangem não apenas o desenvolvimento de ferramentas eletrônicas, mas englobam todos os meios, suportes e instrumentos empregados para facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Sendo assim, a utilização de recursos didáticos diversificados e das novas ferramentas tecnológicas, tais como computadores, tablets, smartphones, entre outras, tem despertado o interesse dos estudantes para as atividades em sala de aula e de professores interessados em melhorar a relação entre conteúdos didáticos e o cotidiano dos alunos (Kenski, 2010; Freitas, 2013).

A presença de um mundo interconectado e em rede influencia diretamente as práticas educacionais nas universidades e escolas, redefinindo abordagens de ensino e aprendizado. Para Freitas e Almeida (2012, p. 32):

Dentro de uma nova pedagogia que acolha metodologias de ensino com o uso das TIC's, além da facilidade e da qualidade de informações que se tornam disponíveis e das inúmeras possibilidades de um processo de aprendizagem interativo/construtivo, espera-se contribuir para a autonomia intelectual do aluno. Ao adaptar-se ao uso das tecnologias, ela poderá buscar respostas às suas próprias inquietações, e essa busca –incluindo-se aí a seleção e análise das informações, é uma das maiores contribuições que a aprendizagem pela tecnologia pode dar ao aluno.

Para Teixeira (2015), o uso das tecnologias como recurso pedagógico propõe estratégias metodológicas eficientes, capazes de fortalecer o ensino de Biologia dentro da sala de aula, através de atividades que desenvolvam a capacidade dos estudantes de abstrair conceitos considerados difíceis.

Assim, a integração das novas tecnologias pode viabilizar uma educação de alta qualidade, favorecendo uma aprendizagem mais eficaz por parte dos alunos, desde que seja

realizada de maneira ordenada e apropriada. Isso porque essas tecnologias têm o potencial de se tornarem ferramentas pedagógicas significativas em nossa sociedade contemporânea, ao tornarem o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico.

Dessa forma, o emprego de uma variedade de recursos didáticos e a adoção de novas tecnologias, como computadores, tablets e smartphones, têm despertado o interesse dos alunos nas atividades em sala de aula. Ao mesmo tempo, os professores demonstram interesse em aprimorar a conexão entre os conteúdos didáticos e a realidade cotidiana dos alunos.

2.4 METODOLOGIA ATIVA E O PROTAGONISMO DO ALUNO

Metodologias ativas são estratégias didáticas que, para Borges e Alencar (2014), retiram o aluno de uma posição cômoda, puramente receptora de informações, para um contexto em que poderá desenvolver novas competências, se tornando o centro do processo de ensino e aprendizagem. Iniciativa, criatividade, criticidade reflexiva, capacidade de autoavaliação, cooperação para se trabalhar em equipe, responsabilidade, ética e sensibilidade são algumas das competências elencadas por Mitre e colaboradores (2008).

Tais competências são premissas da nova Base Nacional Comum Curricular, que declara que é necessário formar sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabendo às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas (Brasil, 2020).

Nesse sentido, é necessário que as escolas se ajustem a essa realidade abandonando a ênfase apenas na acumulação de conteúdo para apoiar os alunos em seu papel ativo na vida prática visando proporcionar um processo de ensino-aprendizagem mais alinhado com a realidade dos alunos, buscando envolvê-los de maneira significativa no contexto escolar (Souza, 2017). Sendo assim o papel do professor é crucial, não como detentor exclusivo do conhecimento, mas sim como mediador das atividades que capacitarão os alunos a assumirem um papel ativo na construção de suas próprias aprendizagens.

Ao desenvolver metodologias ativas, a aprendizagem também se torna ativa pois ocorre interação do aluno com o assunto estudado - ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando e sendo estimulado a construir o conhecimento (Barbosa; Moura, 2013).

Para atender a essas exigências, é necessário contemplar o desenvolvimento e a

implementação de novas abordagens. Diante desse contexto, as metodologias ativas podem representar uma opção para alcançar tais competências e habilidades. Essas técnicas são aplicadas considerando o estímulo à autonomia dos estudantes no decorrer do processo de aprendizagem. Paulo Freire sempre preconizou a utilização de estratégias pedagógicas ativas, argumentando que, para que ocorra a aprendizagem, é essencial superar desafios, resolver problemas e construir novos conhecimentos a partir das experiências dos alunos, fundamentais para incentivar a aprendizagem (Freire, 1996).

Bacich e Morán (2018, p. 80) destacam que “as metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas”.

A adoção de metodologias ativas impulsiona o desenvolvimento do processo de aprendizagem, situando as diversas práticas sociais em contexto. Além de despertar a curiosidade dos alunos, a incorporação dessas estratégias promove a autonomia e a consolidação da percepção do aluno, sendo seu conhecimento resultado de suas próprias ações (Berbel, 2011).

Gomes (2014) destaca que o uso de métodos ativos combinado a ludicidade no ensino capacita o professor a romper com a inércia e assumir o papel de incentivador do conhecimento científico. O aspecto lúdico representa uma forma de expressão que auxilia no processo de compreensão de si mesmo, na interação com os outros, a sociedade e o ambiente circundante, servindo como um meio de expressão autêntico do indivíduo, crucial para seu crescimento emocional e cognitivo (Almeida, 2009). A ludicidade pode ser entendida como uma qualidade inata a todos os seres humanos, pois o ato de brincar faz parte da experiência humana, independente da idade, nacionalidade ou religião (Mendonça, 2008). A incorporação de técnicas lúdicas nas aulas de biologia desperta a inventividade, a percepção e a concentração, ajudando os alunos a aprimorarem seu conhecimento e suas habilidades. Assim, de acordo com Gonçalves (2012), a aplicação do aspecto lúdico intensifica o estímulo na assimilação de conhecimento, auxiliando no progresso durante o processo de ensino-aprendizagem.

Uma das ferramentas lúdicas mais usadas em sala de aula é o jogo didático. De acordo com Gomes e Friedrich (2001), os jogos são vistos como uma alternativa para melhorar o desempenho dos alunos em conteúdos de maior complexidade. A utilização de jogos didáticos é altamente benéfica, pois promove a construção coletiva de conhecimento em atividades em grupo, facilita a interação social entre os colegas e também auxilia na construção de conhecimentos mais avançados e elaborados.

O jogo didático aborda diversos objetivos relacionados às funções cognitivas, que são essenciais para a construção do conhecimento. Ele promove a afeição, estreitando os laços de amizade entre os alunos, facilita a socialização, melhorando a interação em grupo tanto dentro quanto fora da escola, aumenta a motivação, despertando interesse por diferentes temas e estimulando a curiosidade, além de fomentar a criatividade (Miranda, 2001).

Na gama de metodologias ativas, pode ser encontrado o movimento maker (Dougherty, 2011). As instituições de Ensino Fundamental e Médio têm sido apresentadas à Educação Maker, uma abordagem pedagógica que enfatiza o papel central do aluno nos processos de aprendizagem interativa e criativa, com orientação dos professores. O conceito do movimento maker está ligado à prática em que o estudante é o principal agente na construção do seu conhecimento, explorando tópicos que lhe interessam e trazem satisfação pessoal. Dentro dessa abordagem, valoriza-se a experiência do aprendiz, permitindo que ele aprenda com seus erros e acertos, enquanto se deleita em compreender assuntos e temas que fazem parte do seu dia a dia e despertam seu interesse próprio (Blikstein, 2013). O aluno passa a desempenhar um papel ativo na criação do ambiente de aprendizado e, de maneira descentralizada, contribui para a produção de material didático, colaborando com os colegas na solução dos problemas apresentados.

Portanto, a adoção de metodologias ativas representa não apenas uma opção viável, mas uma necessidade urgente para as instituições educacionais que buscam oferecer uma educação de qualidade e relevante para os alunos do século XXI. Ao incorporar essas práticas pedagógicas inovadoras, as escolas estão não apenas transformando o processo de ensino e aprendizagem, mas também capacitando os alunos a se tornarem agentes ativos na construção de um futuro mais promissor e sustentável.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Construir um guia digital didático ilustrado sobre diversidade celular, a fim de contribuir com o ensino integrado da biologia celular e tecidual no ensino médio, voltado para estudantes e professores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Sistematizar informações, curiosidades e conteúdo interativo que auxiliem os estudantes nos estudos desses conteúdos e também os professores na construção de suas aulas;

Elaborar atividades que integrem os conteúdos de forma dinâmica e contextualizada, auxiliando o professor na utilização do guia e estimulando o protagonismo do aluno;

Discutir as potencialidades e limitações do guia.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

É uma Pesquisa de Desenvolvimento ou *Design-Based Research* que, segundo Mata, Silva e Boaventura (2014), tem o foco no desenvolvimento de aplicações e na busca de soluções práticas e inovadoras para os graves problemas da educação. Refere-se a procedimentos de investigação aplicados para a elaboração de teorias, artefatos e práticas pedagógicas que sejam de potencial aplicação e utilidade em processos ensino-aprendizagem existentes (Barab; Squire, 2004). A *Design-Based Research* (DBR) se concentra no desenvolvimento de aplicações práticas e soluções explicitamente direcionadas para a prática e a inovação na práxis pedagógica (Amiel; Revees, 2008). Essas concepções têm conquistado crescente aceitação entre os pesquisadores e investigadores das tecnologias digitais, frequentemente associadas ao propósito inovador e ao desenvolvimento de práticas pedagógicas coerentes em ambientes digitais. (Mata, Silva e Boaventura, 2014).

Um ciclo de pesquisa é baseado na produção de um recurso, sua aplicação/validação, análise dos dados obtidos e posterior adaptações para disponibilização ao público. O presente trabalho foi pensado para ser executado de forma colaborativa, na qual houve a produção do recurso pedagógico (Guia) e sua análise (para fechamento do trabalho de conclusão de mestrado) para posterior aplicação/validação fora do contexto do mestrado, e possivelmente associado à trabalho de conclusão de curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas.

4.2 PRODUÇÃO DO GUIA DIGITAL ILUSTRADO

O guia digital ilustrado intitulado “*Explorando a diversidade celular: um guia de conhecimentos e atividades*” foi uma produção da equipe formada pela mestrande pesquisadora, sua orientadora do programa ProfBio, pelo bolsista de Iniciação Científica Junior (CNPq) Carlos Alberto Silva do Nascimento e pela designer gráfica Maria Clara Barreto Goes Cardoso, estes últimos, responsáveis pelas ilustrações do guia.

A produção do guia aconteceu totalmente de forma virtual, com reuniões quinzenais com toda a equipe, onde eram definidas as células que seriam ilustradas. O critério utilizado para a escolha dos tipos celulares especializados foi a diversidade funcional (secreção regulada, secreção constitutiva, armazenamento, transporte, defesa, absorção, contração, digestão, entre outras).

Para cada tipo celular foi feito um levantamento de imagens e informações por meio

de livros especializados (Carvalho; Collares-Buzato, 2005; Alberts et al., 2011; Pawlina; Ross, 2012; Junqueira; Carneiro, 2018) e sites, posteriormente foram criadas as imagens próprias de cada célula e também o texto explicativo sobre cada uma. Nenhum formato e distribuição das organelas é exatamente fiel ao encontrado nas células *in vivo*, mas representam uma ideia aproximada. Uma mesma célula especializada, *in vivo*, também apresenta pequenas variações de tamanho, forma e distribuição de suas organelas. Da mesma forma, as dimensões das organelas e estruturas foram adaptadas para poderem ser visualizadas nas ilustrações e não correspondem fielmente às proporções reais.

O guia foi construído no programa *Canva*, as ilustrações foram feitas no aplicativo de desenho *Ibis Paint X* e no programa *Inkscape* e todas as micrografias pertencem ao site <http://www.histologyguide.com/> e seu uso foi autorizado pelo proprietário Ph.D. Todd Clark Brelje. Foram usadas duas ferramentas de criação de imagens, pois o bolsista e a designer gráfica tinham afinidade com uma ferramenta específica.

O Canva é um editor gráfico gratuito disponível online, ou para download grátis no celular Android ou iPhone (iOS). Ao fazer login no Canva, o aplicativo permite criar design e artes de forma fácil, usando modelos prontos ou criando os próprios layouts. O serviço é útil para criar posts para redes sociais ou para sites, cartão de visita, materiais gráficos como cartaz, folder, currículos, entre várias outras opções.

O Ibis Paint X é um editor de imagem para celular completo. O aplicativo trabalha com camadas e possui uma enorme quantidade de recursos, permitindo fazer e editar desenhos diretamente do smartphone. Com download disponível para Android e iPhone (iOS), o Ibis Paint X é grátis para baixar e usar, embora alguns filtros sejam bloqueados na versão gratuita. O Inkscape é um programa de desenho vetorial de qualidade profissional que roda em Windows, Mac OS X e GNU/Linux. É usado por entusiastas e profissionais de design em todo o mundo, para a criação de uma grande variedade de gráficos, tais como ilustrações, ícones, logotipos, diagramas, mapas e gráficos da web.

À medida que as ilustrações eram finalizadas, iniciava-se o processo de construção textual.

A diagramação do livro foi a primeira a ser concebida, depois foram feitas as inserções de ilustrações e, por fim, a elaboração dos textos.

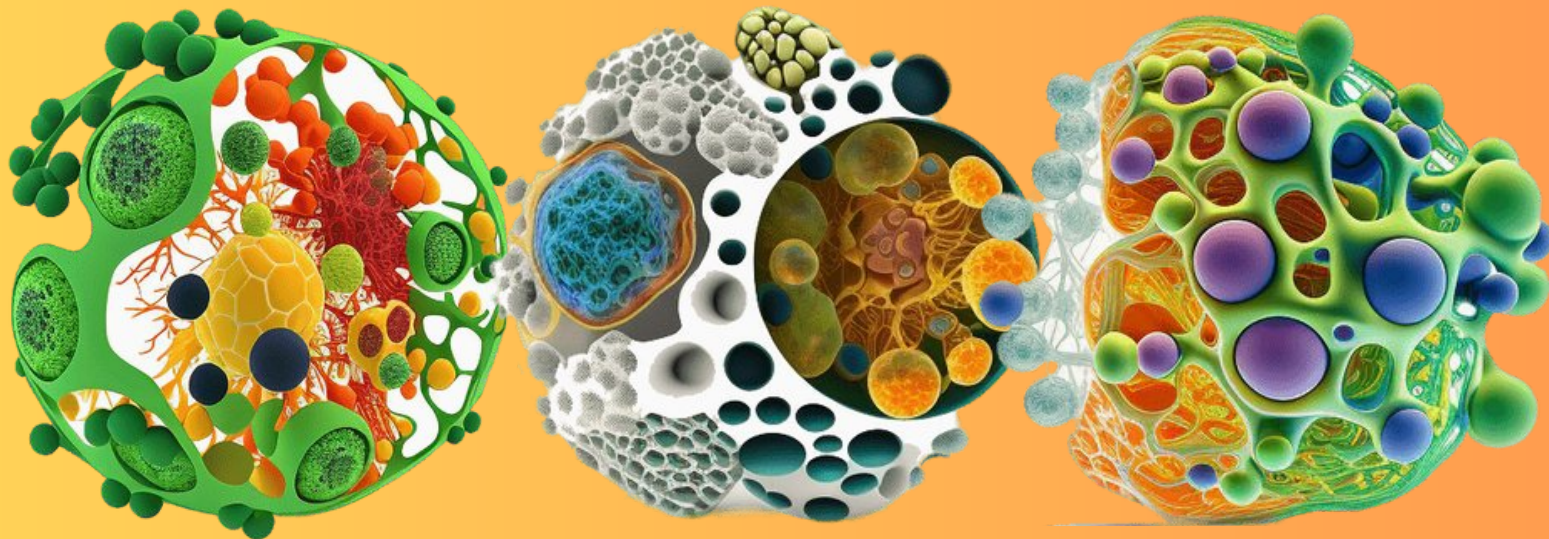
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 O GUIA DIGITAL ILUSTRADO PRODUZIDO

O guia digital ilustrado é composto por 131 páginas em tamanho A4 estilo paisagem, organizado em 7 seções, com conteúdos diversos que versam sobre a biologia celular, a diversidade de células especializadas e atividades para se trabalhar em sala de aula.

EXPLORANDO A DIVERSIDADE CELULAR: UM GUIA DE CONHECIMENTOS E ATIVIDADES

*Carolina Gonçalves Dias
Carlos Alberto Silva do Nascimento
Maria Clara Barreto Goes Cardoso
Karina Carvalho Mancini*

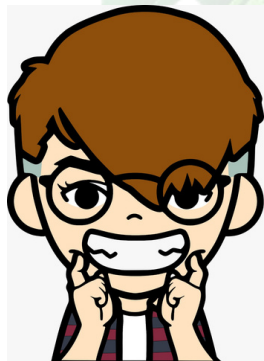


Quem são os autores?



Carolina Gonçalves Dias

**Mestranda do Profbio pela UFES, docente na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Jacaraípe, em Jacaraípe, ES.
Responsável pelo texto.**



Maria Clara Barreto Góes Cardoso

**Entusiasta por arte digital e ex-aluna da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus.
Responsável pelas ilustrações.**



Carlos Alberto Silva do Nascimento

**Bolsista de ICJr, estudante da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Jacaraípe, em Jacaraípe, ES.
Responsável pelas ilustrações.**



Karina Carvalho Mancini

**Doutora em Biologia Celular e Estrutural pela UNICAMP, docente da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus e do Profbio/Ufes.
Responsável pelo texto.**

Vamos falar sobre o guia?

Este guia é um produto educacional gerado no Trabalho de Conclusão de Mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (Profbio) da Universidade Federal do Espírito Santo.

Ele nasceu de uma inquietação minha, como professora da Educação Básica, de tornar o conteúdo sobre células mais agradável, significativo, contextualizado, ilustrado e próximo do entendimento dos estudantes. Além disso, apesar de serem conteúdos correlatos, o estudo das células está sempre isolado do estudo dos tecidos. Existe uma maravilhosa diversidade de células, com seus formatos, tamanhos, funções, composições e precisamos aproximar esses conteúdos.

O guia está organizado em 19 seções, sendo 14 relacionadas à diversidade das células especializadas. Em cada sessão celular, descrevemos um tipo especializado, contando sua estrutura, funções, localização, fotomicrografias e curiosidades.

Ao final, voltado para o professor de ensino médio, preparamos algumas atividades e sugestões de uso para usar e abusar de nosso guia em sala de aula.

Esperamos que ele torne o aprendizado de Biologia Celular e Tecidual mais prazeroso e interessante, fazendo você viajar por toda essa microscópica estrutura da vida!

Carolina Gonçalves Dias

Sumário

➔	AS ESTRELAS DE NOSSO GUIA: AS CÉLULAS	06
➔	VAMOS AOS COMPONENTES DAS CÉLULAS	11
➔	IDENTIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS CELULARES DAS ILUSTRAÇÕES ...	25
➔	EXPLORANDO A DIVERSIDADE CELULAR:	
➔	NEURÔNIO	29
➔	HEMÁCIA	34
➔	ADIPÓCITO	39
➔	MIÓCITO	44
➔	ENTERÓCITO	49
➔	FIBROBLASTO	54

Sumário

→	CALICIFORME	59
→	MELANÓCITO	64
→	MACRÓFAGO	69
→	LINFÓCITO	74
→	MASTÓCITO	79
→	OSTEOCLASTO	84
→	OVÓCITO	89
→	ESPERMATOZOIDE	94
→	SUGESTÕES DE ATIVIDADES	99
→	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
→	AGRADECIMENTOS	130

As estrelas de nosso guia: AS CÉLULAS

Em 1839, o zoólogo Theodor Schwann e o botânico Matthias Schleiden anunciaram a Teoria Celular, tendo como base diversas observações de materiais biológicos ao microscópico. A teoria diz que:



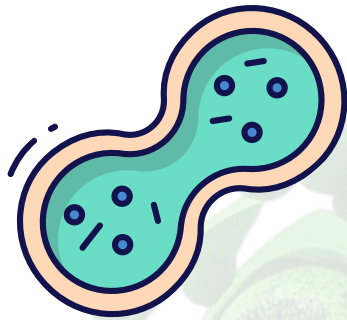
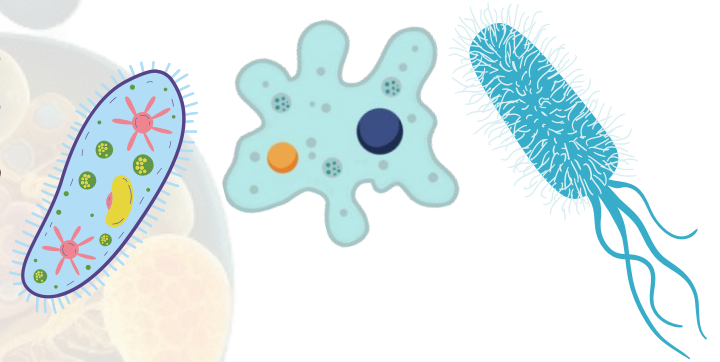
“Todos os seres vivos são formados por células”

As células representam a **menor estrutura viva** de um organismo, a primeira estrutura com indícios de vida que surgiu no planeta, sendo extremamente importante e organizada.



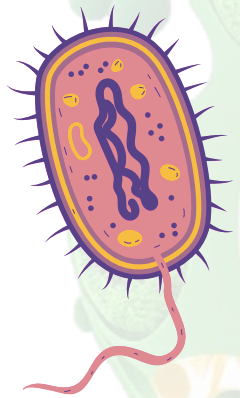
Elas constituem a **unidade estrutural básica de todos os seres vivos**, pois a partir de sua organização são formados os organismos **PLURICELULARES** que possuem células especializadas formando tecidos, que se combinam originando órgãos e estes formam os sistemas.

Nem todos os seres vivos são formados por centenas ou bilhões de células. As bactérias, os protozoários e as leveduras, por exemplo, são seres vivos de organização **UNICELULAR** em que o organismo todo é uma única célula.

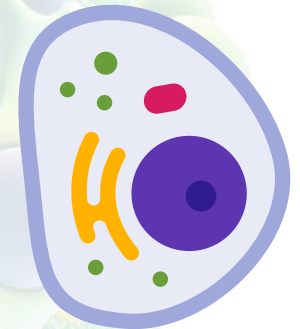


Quando a célula de um organismo **UNICELULAR** se divide, um novo organismo é formado. Já nos organismos **PLURICELULARES** (como os humanos) a divisão celular dá origem a uma nova célula que vai compor um tecido em formação, em reparação ou em manutenção.

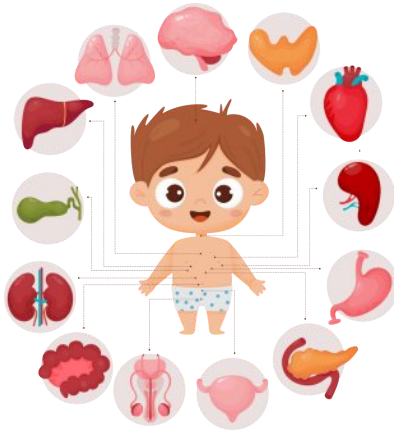
Apesar da grande variedade de seres vivos, existem dois tipos básicos de células: as **PROCARIOTES** e as **EUCARIOTES**.



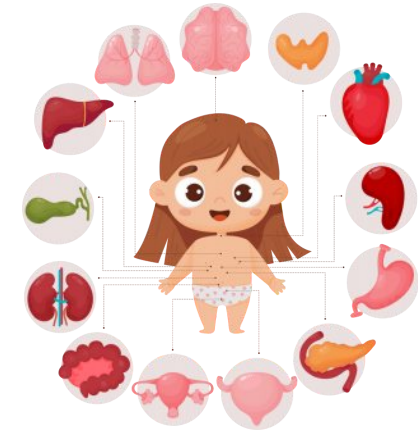
As eucariontes possuem organelas membranosas e material genético envolto por membrana (núcleo verdadeiro). Formam seres unicelulares e pluricelulares.



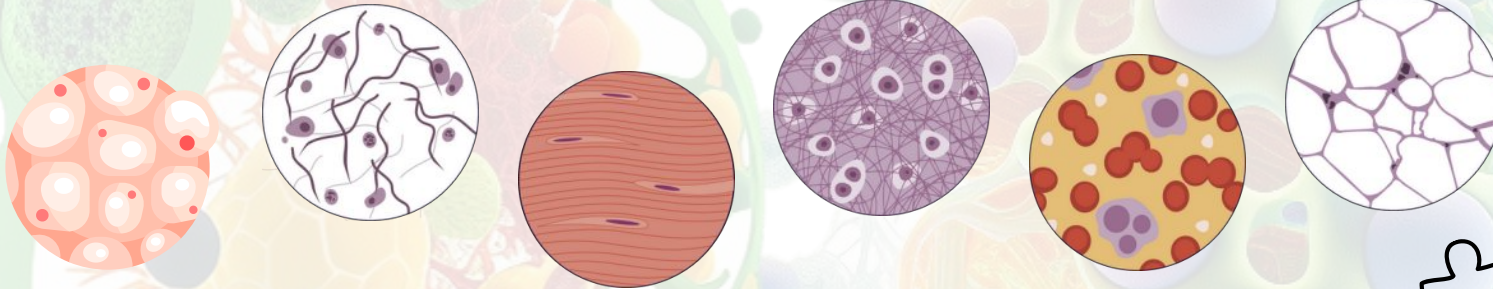
As procariontes não possuem organelas membranosas nem material genético envolto por membrana. Formam somente seres unicelulares.



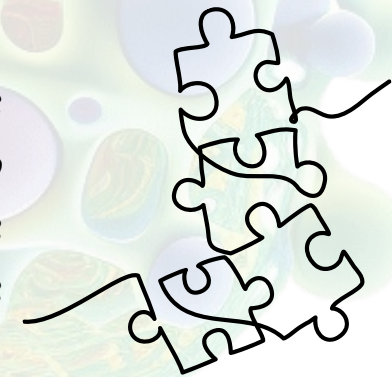
Posto isso, nosso guia trata da diversidade celular que podemos encontrar nos diferentes tecidos humanos, ou seja, a diversidade de células eucariontes animais que compõe nosso corpo.



Temos 4 tecidos básicos em nosso corpo: **EPITELIAL**, **CONJUNTIVO**, **MUSCULAR** e **NERVOSO**. O tecido **CONJUNTIVO** ainda possui subdivisões de tecidos especializados, chamados de **ADIPOSO**, **SANGUÍNEO**, **CARTILAGINOSO** e **ÓSSEO**. Essas classificações levam em conta a organização dos elementos celulares e extracelulares, funções e origem embriológica.

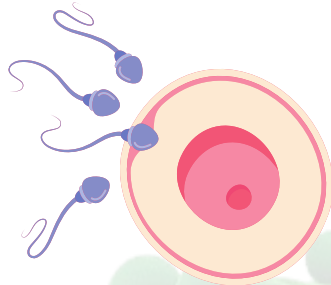


Para cada tecido histológico, temos um conjunto de células especializadas que desempenham papéis bem distintos e ao mesmo tempo coordenados com as demais células. É como um grande quebra-cabeça, onde toda peça importa para a construção e finalização da imagem.



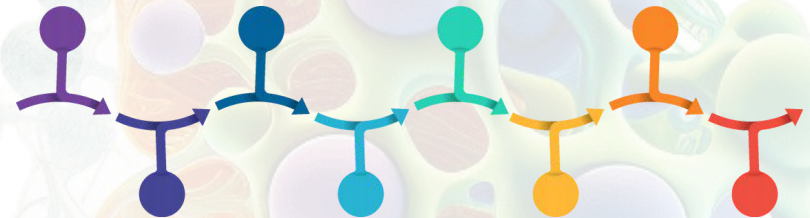
De onde vem essa diversidade celular?

Vem do processo de **DIFERENCIAÇÃO CELULAR**

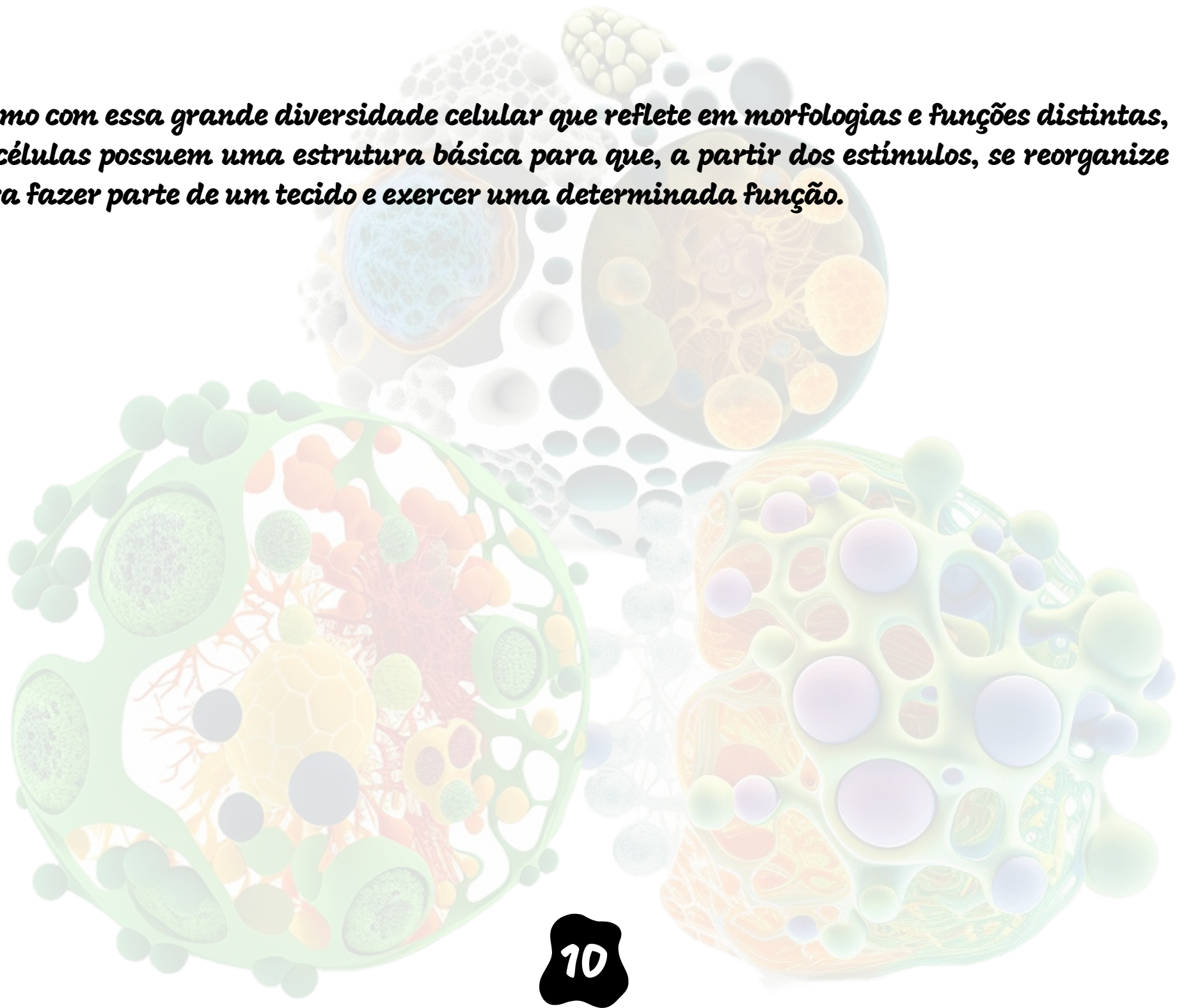


Imagine que todas as suas células vieram de uma única célula, o ZIGOTO, resultado da união dos materiais genéticos paternos e maternos durante a fecundação. Portanto, todas são iguais.

Entretanto, durante a embriogênese, logo depois das primeiras clivagens (divisões celulares em série), os grupos de células formadas já começam a receber estímulos diferentes que vão determinar características morfológicas, bioquímicas e funcionais específicas, tornando essas células indiferenciadas em células diferenciadas ou especializadas. Como um trabalho colaborativo em uma fábrica, há divisão de trabalho e cada célula vai se especializar em um conjunto de funções. Algumas serão ótimas em contração, outras em secreção, outras em transmissão de informações, outras em armazenamento, outras em absorção, outras em defesa...



Mesmo com essa grande diversidade celular que reflete em morfologias e funções distintas, as células possuem uma estrutura básica para que, a partir dos estímulos, se reorganize para fazer parte de um tecido e exercer uma determinada função.



Vamos aos Componentes das células



Biomembranas (Membrana plasmática)

Para falar de célula, precisamos falar da estrutura que a delimita (membrana plasmática) e a compartimentaliza (membranas dos compartimentos citoplasmáticos). As biomembranas atuam como barreira seletiva, como comunicação entre os meios interno/externo e citoplasma/organelas e ainda colabora para a integridade celular e das organelas.

Os seres vivos são formados por cerca de 70% de água, para as membranas terem função de delimitação e compartimentalização, elas precisam ter componentes hidrofóbicos (do grego hydro = água e phobeo = medo) que permitam essa separação, esse isolamento.



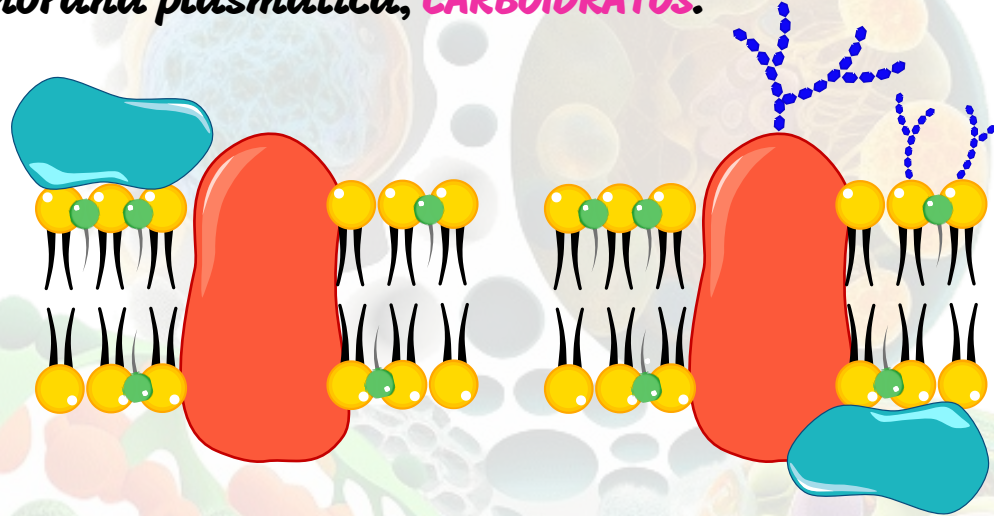
Biomembranas (Membrana plasmática)

CURIOSIDADE:

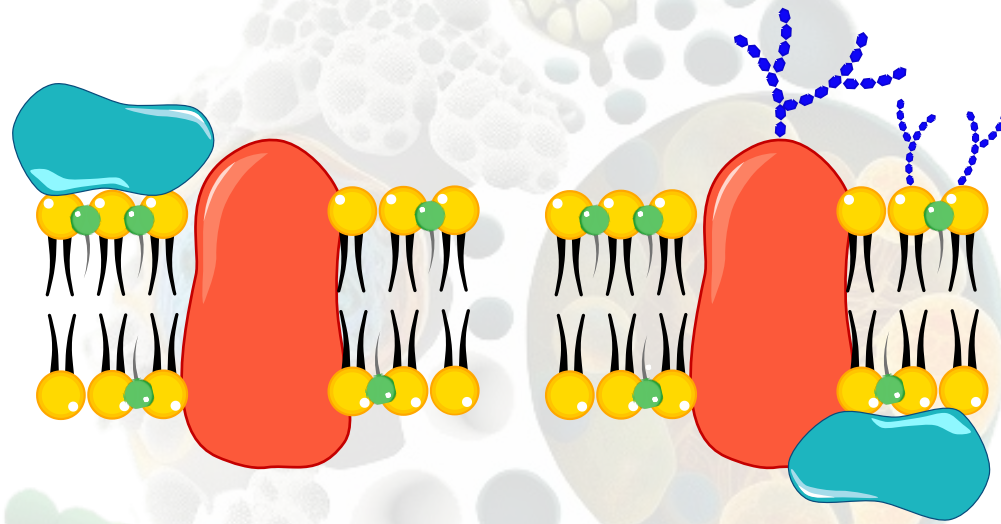
Durante o século XX, o termo "biomembrana" começou a ser adotado no âmbito da biologia celular e molecular à medida que o conhecimento sobre a estrutura e função das membranas celulares avançava. Seu surgimento remonta ao trabalho inovador de pesquisadores como Gorter e Grendel em 1925, que propuseram o modelo da bicamada lipídica para explicar a organização das membranas celulares.

No entanto, o termo "biomembrana" tornou-se mais comum e difundido à medida que os estudos sobre as membranas celulares avançavam, especialmente durante as décadas de 1950 e 1960, quando surgiram técnicas e tecnologias que permitiram uma análise mais detalhada da estrutura e função das membranas biológicas.

A composição das biomembranas é, essencialmente, **LIPÍDIOS** e **PROTEÍNAS**, podendo conter, como no caso da membrana plasmática, **CARBOIDRATOS**.

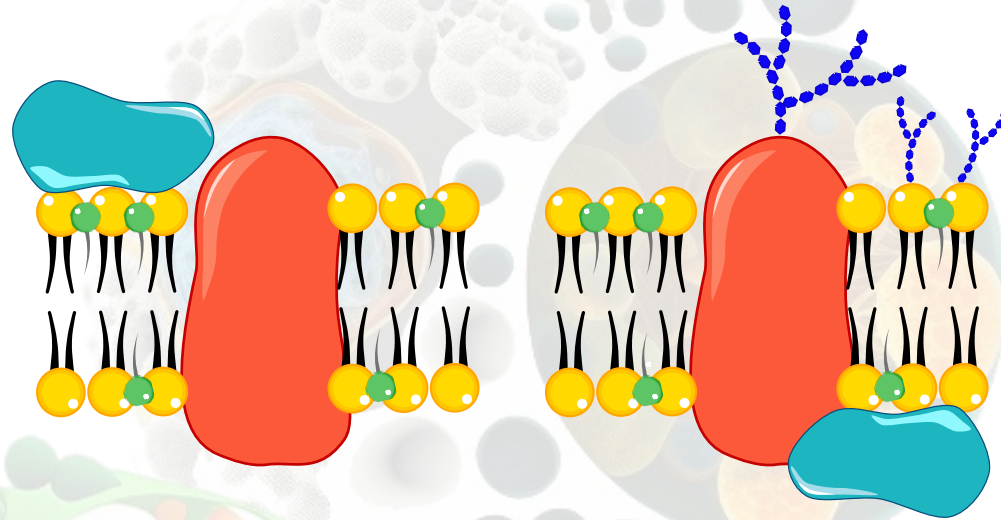


Os **LIPÍDIOS** da membrana são moléculas anfipáticas, ou seja, possuem uma extensa cauda hidrofóbica (é só pensar no óleo que não se mistura com a água) e uma pequena cabeça hidrofílica com afinidade a água. Esses lipídios se organizam em uma bicamada, com as caudas hidrofóbicas voltadas para dentro da membrana e as cabeças hidrofílicas voltadas para fora da estrutura da membrana. Fosfolipídios  e, em menor quantidade, colesterol  são os lipídios que formam as biomembranas e estão responsáveis pela delimitação dos compartimentos e dinâmica de fluidez/rigidez. Substâncias hidrofóbicas e gases atravessam a membrana por entre os lipídeos.



As **PROTEÍNAS** podem ser moléculas hidrofílicas ou anfipáticas e se localizam atravessando a membrana  (quando anfipáticas) e na periferia  (quando hidrofílicas). Desempenham funções variadas como transporte de substâncias, sinalização celular, enzimático, adesão e também estrutural. Substâncias hidrofílicas atravessam a membrana pelas proteínas.

Os **CARBOIDRATOS** , quando presentes, estão sempre localizados na monocamada externa da membrana plasmática e na interna de algumas organelas. Eles aparecem ligados às proteínas (formando as glicoproteínas) ou aos lipídios (formando os glicolipídios). Estão envolvidos principalmente com reconhecimento celular.



A estrutura composta por essas moléculas é conhecida como **MOSAICO FLUIDO**.

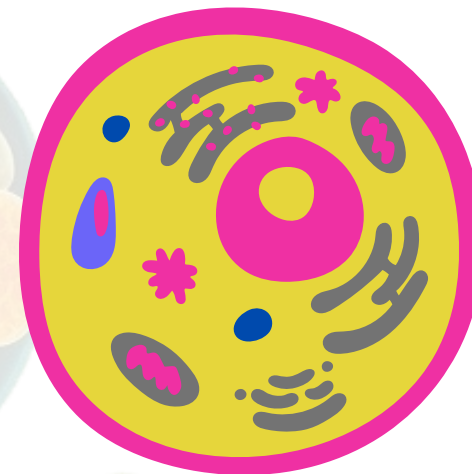
Mosaico porque se trata de uma membrana formada por moléculas diferentes e fluido porque essas moléculas apresentam mobilidade em sua monocamada e até mesmo entre uma monocamada e outra.

Essa fluidez é muito importante para garantir o metabolismo celular. Em baixas temperaturas, por exemplo, determinados lipídeos são incorporados a membrana plasmática para aumentar sua fluidez, enquanto em altas temperaturas, outros lipídeos são incorporados para diminuir sua fluidez.

Isso significa que as biomembranas são altamente dinâmicas e respondem à estímulos do meio externo.

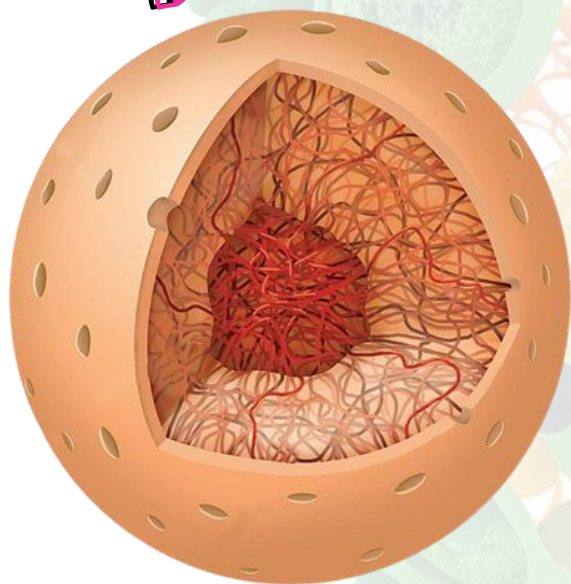
Citoplasma

Delimitado pela membrana plasmática, esse gel hidrofílico, abriga todas as organelas celulares e o núcleo. É composto por uma solução de água, íons e moléculas orgânicas. Nele acontecem inúmeras reações químicas, transporte de substâncias e comunicação entre as organelas.



Núcleo

Destaca-se como a estrutura mais proeminente em células eucarióticas. É delimitado por duas membranas que abrigam as moléculas de DNA. Em sua dupla membrana encontram-se canais proteicos de transporte, denominados complexos de poro. O DNA está presente por todo o interior do núcleo, tendo uma concentração específica para a formação do nucléolo.





Ribossomos

São estruturas citoplasmáticas responsáveis pelo processo de síntese de proteínas (chamado de tradução), sendo encontrados tanto em células procariontes quanto eucariontes. Desempenham papel crucial na leitura dos nucleotídeos contidos no RNAmensageiro para a correta sequência e ligação de aminoácidos para construção das proteínas.

Os ribossomos são delimitados por biomembrana e são formados por um emaranhado organizado de RNAribossômico e proteínas. São compostos por duas subunidades: uma maior e outra menor, produzidas no nucléolo e exportadas para o citoplasma.

No citoplasma, essas unidades se unem somente durante a tradução e se separam após o término da construção da proteína.

Ocorrem aos milhares em uma célula, podendo estar livres do citoplasma ou aderidos à membrana do Retículo Endoplasmático, o que confere a essa organela a denominação rugosa.





Retículo Endoplasmático



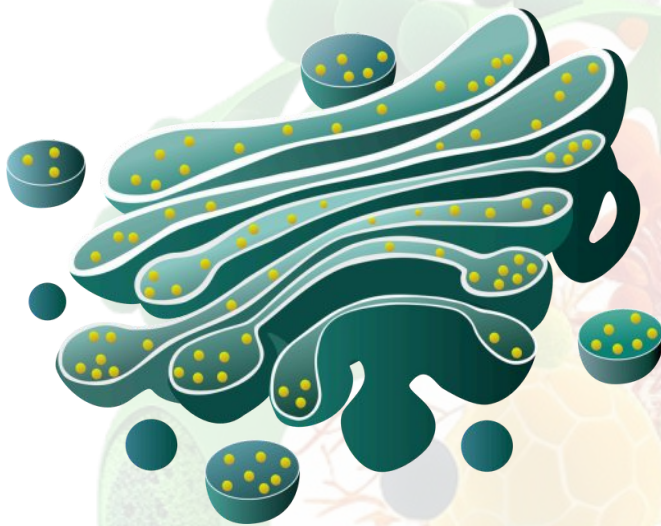
É uma organela membranosa com aspecto de um labirinto irregular de redes de vesículas conectadas, encontrada próxima ao núcleo, rodeando-o por completo. Pode-se reconhecer duas regiões distintas: a lisa e a rugosa.

A rugosa é formada por vesículas achatadas e apresenta ribossomos aderidos à sua membrana. É responsável pela continuação da síntese proteica e modificação de proteínas para torná-las glicoproteínas. Essa organela é bastante aumentada em células secretoras, pois sua produção é majoritariamente exocitada. Também é abundante nas células musculares por terem função de armazenamento de íons Cálcio para a contração. A lisa está em continuidade com a rugosa, é formada por vesículas tubulares e não apresenta ribossomos aderidos. É responsável pela síntese de lipídios para membranas e precursores de hormônios esteróides, além de responder pela detoxificação. Essa organela é bastante aumentada em células produtoras de hormônios esteróides e nas células do fígado, onde realiza a detoxificação e solubilização de substâncias tóxicas.



Complexo de Golgi

É uma organela membranosa composta por cisternas achatadas, empilhadas e conectadas por vesículas de transporte. Possui uma região de entrada de vesículas vindas do retículo endoplasmático rugoso, regiões intermediárias de modificação de proteínas e produção de polícarboidratos e região de saída de vesículas para distribuição e exportação.



Dentre as modificações que promove nas proteínas estão a glicosilação (adicionar carboidratos), a sulfatação (adicionar grupos sulfatos) e a fosforilação (adicionar grupos fosfatos). Também são nessas cisternas que os polissacarídeos da matriz extracelular animal são construídos. Enzimas digestivas atuantes nos lisossomos também passam para serem modificadas e armazenadas em vesículas para execução da digestão

celular. Importante notar que esta organela não tem função de armazenamento, pois todas as moléculas orgânicas produzidas saem da organela por meio de vesículas. Essas vesículas podem armazenar as moléculas, distribuir para outras organelas ou eliminar por exocitose.

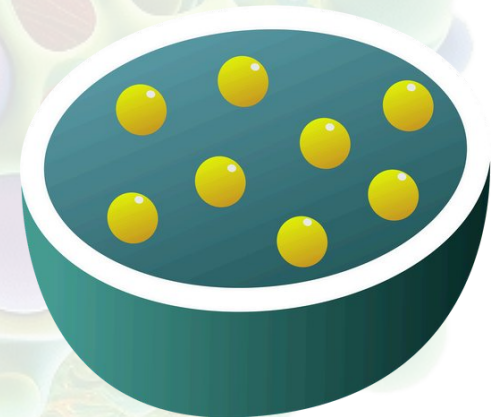


Lisossomos

São vesículas de formato e conteúdo diverso, responsáveis pela digestão e reciclagem intracelular. Elas são compostas por uma biomembrana contendo muitos carboidratos internos e bombas de prótons H^+ para acidificar o interior, enzimas digestivas e material que está sendo digerido. Elas são o resultado da fusão de vesículas vindas da região de saída de complexo de Golgi contendo enzimas digestivas e vesículas contendo o material que foi endocitado por pinocitose ou fagocitose.

A pinocitose é o processo de internalização de pequenas moléculas por invaginação da membrana plasmática, enquanto a fagocitose é o processo de internalização de fragmentos celulares e células inteiras por projeção da membrana plasmática.

Os lisossomos também podem ser formados por vesículas vindas da região de saída de complexo de Golgi contendo enzimas digestivas e vesículas contendo organelas defeituosas ou em excesso da própria célula, em um processo chamado de autofagia (do grego auto = eu/próprio e fagia = comer).



Mitocôndrias

São organelas responsáveis pela produção de energia química por meio da respiração celular, formando adenosina trifosfatada (ATP) ao final do processo. Esse ATP é a moeda energética de todas as células, daí a importância das atividades mitocondriais.

Existem dezenas/centenas de mitocôndrias em uma célula, e sua estrutura envolve uma biomembrana externa e uma biomembrana interna retorcida que formam cristas. Delimitada pela biomembrana interna, tem-se a matriz mitocondrial onde encontram-se DNA, RNA, ribossomos, moléculas envolvidas na respiração celular, na replicação e transcrição do DNA e tradução do RNAmensageiro.



Sua estrutura remete a um procarionte, evidenciando uma origem endossimbiótica com um eucarionte primitivo no processo evolutivo.

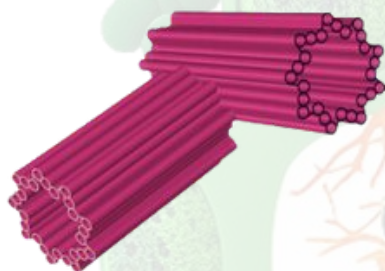
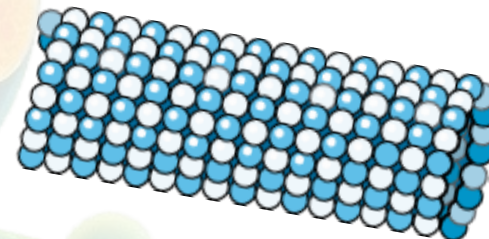


Citoesqueleto

É uma rede tridimensional complexa de proteínas globulares e filamentosas presentes por todo o citoplasma e também no núcleo. Existem três tipos de filamentos que compõem o citoesqueleto.

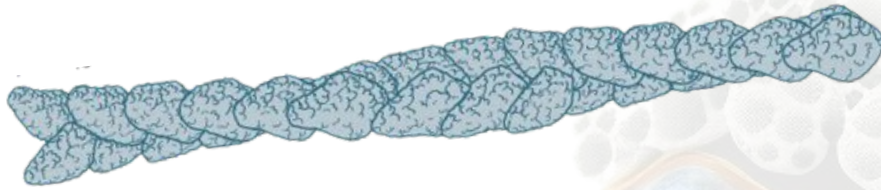
MICROTÚBULOS

São cilindros compostos por proteínas tubulinas, encontramos no citoplasma e com distribuição radial, tendo a região próxima ao núcleo como centro de origem. São responsáveis pela manutenção da forma celular, movimento e ancoragem das organelas e movimentação dos cromossomos na divisão celular.



Os centríolos presentes nas células animais são formados por uma complexa organização de microtúbulos e ficam localizados no centro de origem. Cílios e flagelos também são formados por uma complexa organização e estão presentes em algumas células.

Flagelos são encontrados no espermatozoide, enquanto cílios são encontrados em células da tuba uterina e do trato respiratório. São filamentos que sofrem polimerização e despolimerização para atender as demandas celulares.



MICROFILAMENTOS

São os filamentos mais finos, sendo formados por proteínas actina, encontrados no citoplasma e com distribuição aleatória, mas concentrada próximo à membrana plasmática. São responsáveis pela manutenção da forma celular, contração muscular, mudança de forma celular (por exemplo durante a fagocitose), na formação de microvilosidades e na separação das células filhas no final da divisão celular. São filamentos que sofrem polimerização e despolimerização para atender as demandas celulares.

FILAMENTOS INTERMEDIÁRIOS

São formados por uma família de proteínas filamentosas (a mais famosa é a queratina) e está presente no citoplasma e núcleo, conferindo sempre resistência mecânica às células. No núcleo, formam a lâmina nuclear que protege e até regula a atividade do material genético. É o filamento mais estável.



Todos os filamentos coexistem no citoplasma e compõem o citoesqueleto de forma harmônica e dinâmica.

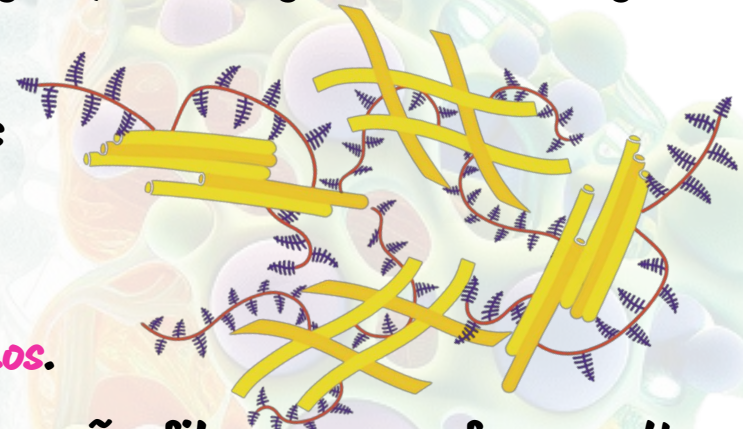


Matriz extracelular

A **matriz extracelular** é uma estrutura tridimensional complexa e dinâmica que preenche o espaço entre as células em praticamente todos os tecidos do organismo (com exceção do tecido epitelial e do tecido sanguíneo). Ela desempenha um papel crucial na organização e função dos tecidos, fornecendo suporte estrutural, regulação do desenvolvimento tecidual, interações celulares, transmissão de sinais bioquímicos, integridade dos tecidos e regula processos celulares essenciais, como adesão, migração, proliferação e diferenciação celular.

Ela é composta por uma variedade de macromoléculas, incluindo proteínas filamentosas como **colágeno** e **elastina**, glicoproteínas de adesão como **fibronectina** e **laminina** e glicoproteínas complexas como **proteoglicanos** e **glicosaminoglicanos**.

Esses componentes interagem entre si formando as porções fibrosa e amorfa com alta afinidade a água, o que torna a matriz extracelular um local de preenchimento.

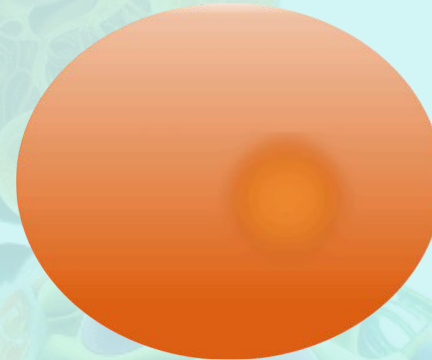


Identificação das estruturas celulares das ilustrações

*Todas as ilustrações das células
foram feitas usando o aplicativo
Ibispaint X e o programa Inkscape*



Núcleo



Ribossomos



**Retículo
Endoplasmático Rugoso**



**Retículo
Endoplasmático Liso**

Legenda das ilustrações

Complexo de Golgi



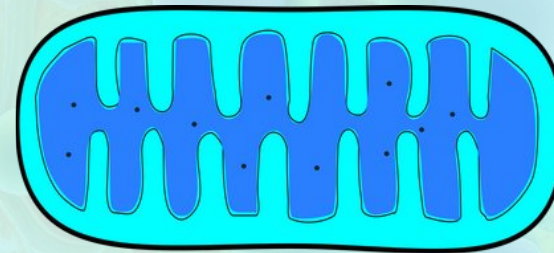
Lisossomo



**Vesículas de
secreção**



Mitocôndria



Legenda das ilustrações

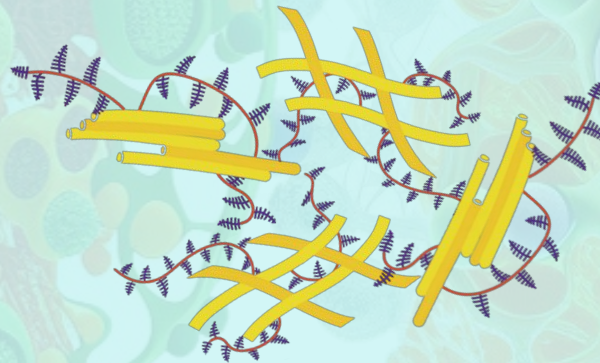
**Centríolos e
microtúbulos**



**Microfilamentos
de actina**



Matriz extracelular

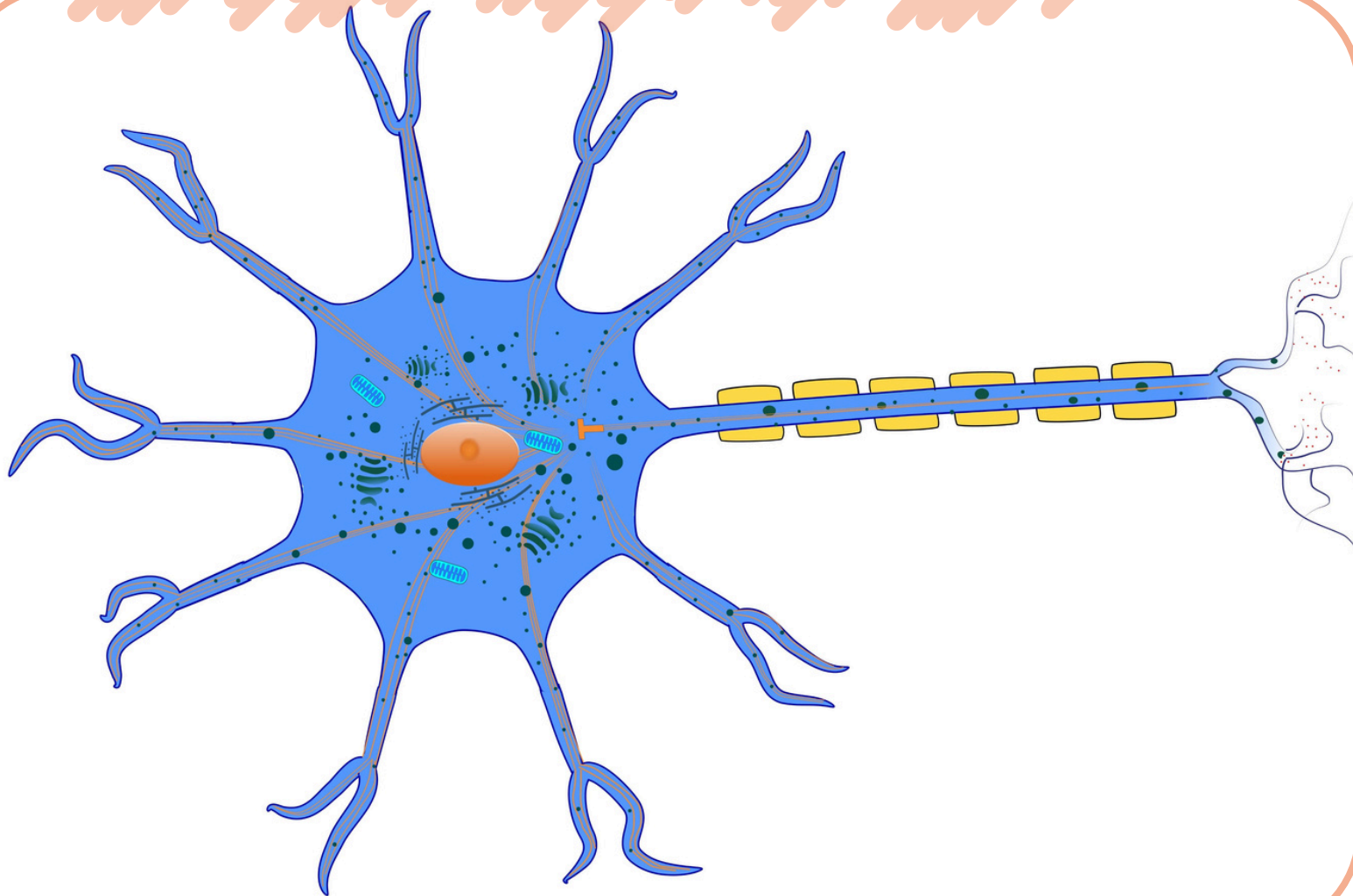




EXPLORANDO A DIVERSIDADE CELULAR

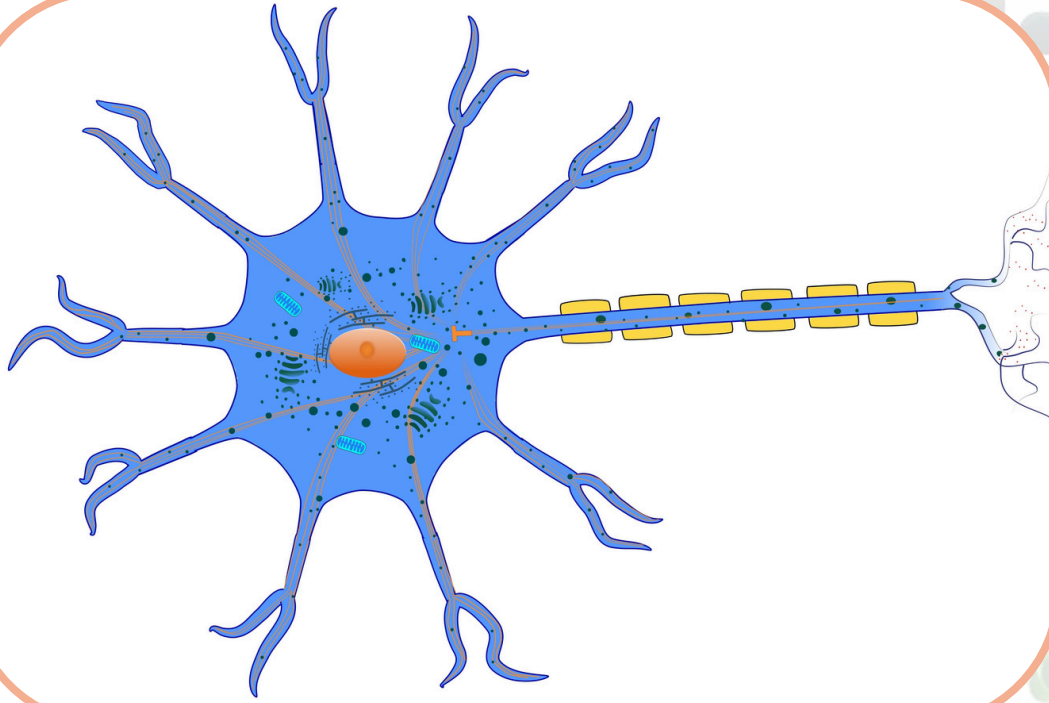
NEURÔNIO

uma célula geradora de impulsos
nervosos



NEURÔNIO

Como é essa célula?



É a principal célula do
Tecido Nervoso

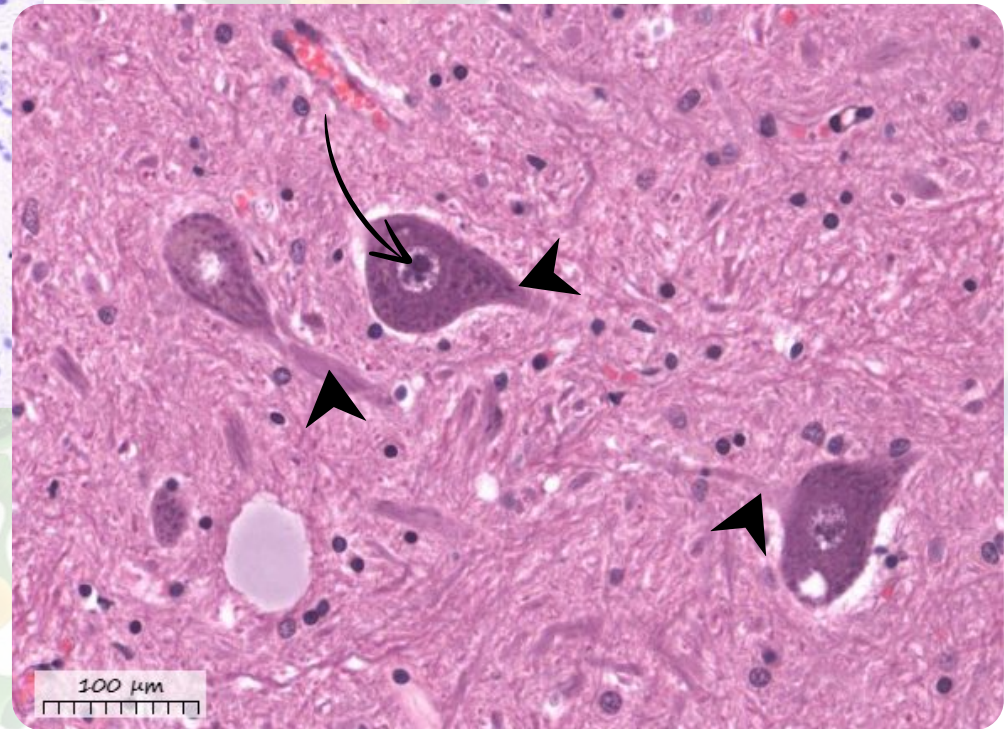
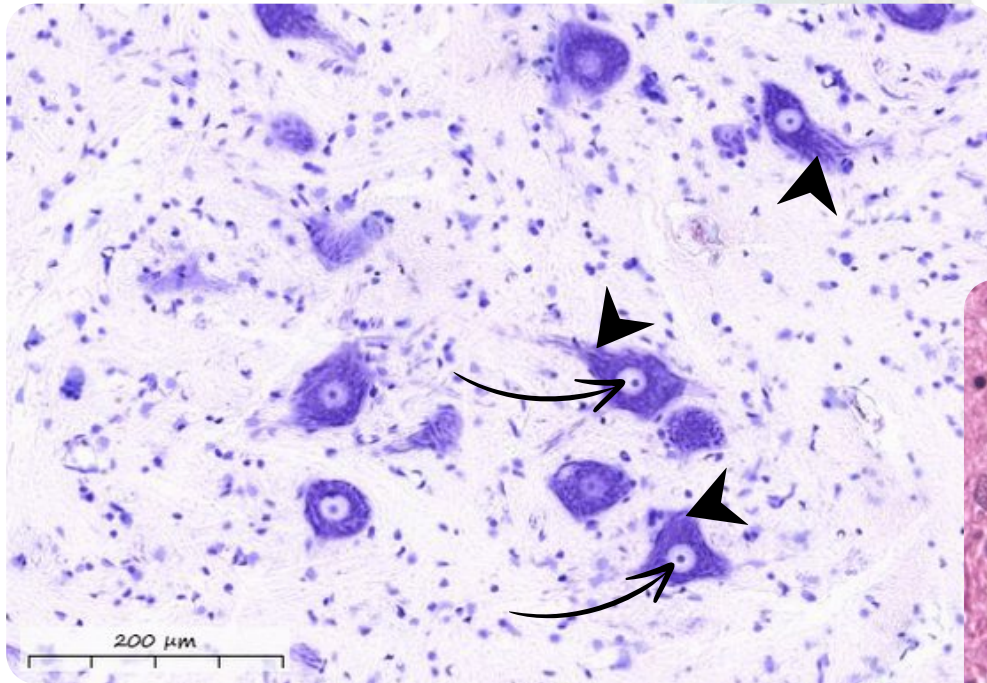
e está presente tanto no Tecido Nervoso Central (encéfalo e medula espinhal) quanto no Tecido Nervoso Periférico (glânglios e nervos).

Possui formato alongado e estrelado. Apresenta um corpo celular, onde está localizado um núcleo esférico, de cromatina pouco condensada e nucléolo evidente, e a grande maioria das organelas. Há abundância de retículo endoplasmático rugoso e complexo de golgi. Do corpo celular brotam muitos dendritos (recebem sinais) e, geralmente, um axônio (transmite sinais).

Os microtúbulos são importantes no transporte dos neurotransmissores produzidos no corpo celular para a região terminal do axônio onde ocorre a sinapse com outra célula.

NEURÔNIO

Como é no
microscópio?



Micrografias histológicas da medula espinhal (tecido nervoso central). Neurônios com núcleo redondo e nucléolo evidente (setas). Citoplasma (cabeça de setas) com projeções.

NEURÔNIO

Que funções ele tem?

1

Receber informações

Seus dendritos recebem sinais elétricos e químicos de outros neurônios ou de células sensoriais, como os receptores na pele, olhos, ouvidos, etc.

2

Processar informações

Uma vez recebido o sinal, eles realizam um processamento complexo dessas informações, com despolarização de membrana e produção de neurotransmissores.

4

Controlar funções do corpo

Comanda ações na contração muscular, na respiração, na digestão, na secreção e em muitas outras atividades.

3

Transmitir informações

Quando um sinal elétrico ou químico é gerado, os neurônios transmitem esse sinal para outros neurônios ou células alvo por meio de sinapses elétricas ou químicas.

5

Armazenar e recuperar informações

São responsáveis pela formação de memórias e pelo armazenamento de informações no cérebro. Podem fortalecer ou enfraquecer as sinapses com base na frequência e intensidade dos sinais recebidos, o que contribui para a plasticidade sináptica e a capacidade de aprendizado.

NEURÔNIO

Curiosidades

Um metro de neurônio??

Alguns neurônios podem ter até um metro de comprimento, como os neurônios motores que vão da medula espinhal até os músculos.

São muitos neurônios!!!

Você sabia que o cérebro humano contém cerca de 86 bilhões de neurônios?

Neurônios falam demais!!

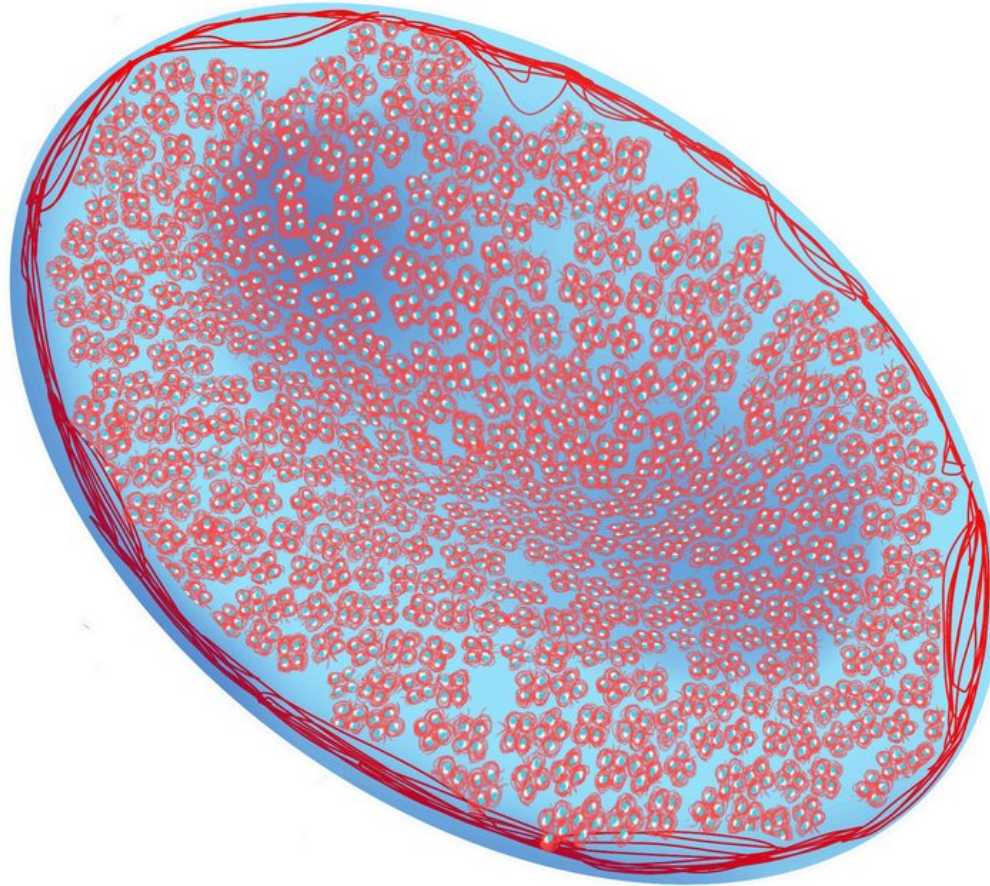
Os neurônios se comunicam entre si por sinapses elétricas e químicas. Estima-se que o cérebro humano possua cerca de 100 trilhões de sinapses.

Que neurônios diferentes!

Além da morfologia mais conhecida (multipolares), há os bipolares (um axônio e um dendrito) e os pseudounipolares (com dois axônios).

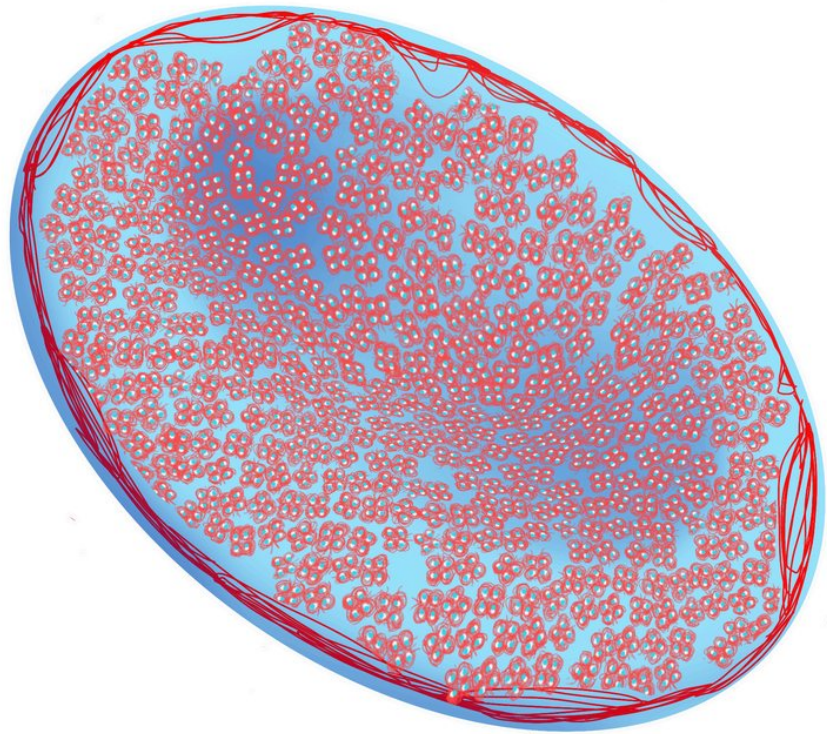
HEMÁCIA

uma célula de transporte de gases



HEMÁCIA

Como é essa célula?



As hemácias são encontradas nos vasos sanguíneos fazendo parte do **Tecido Sanguíneo**.

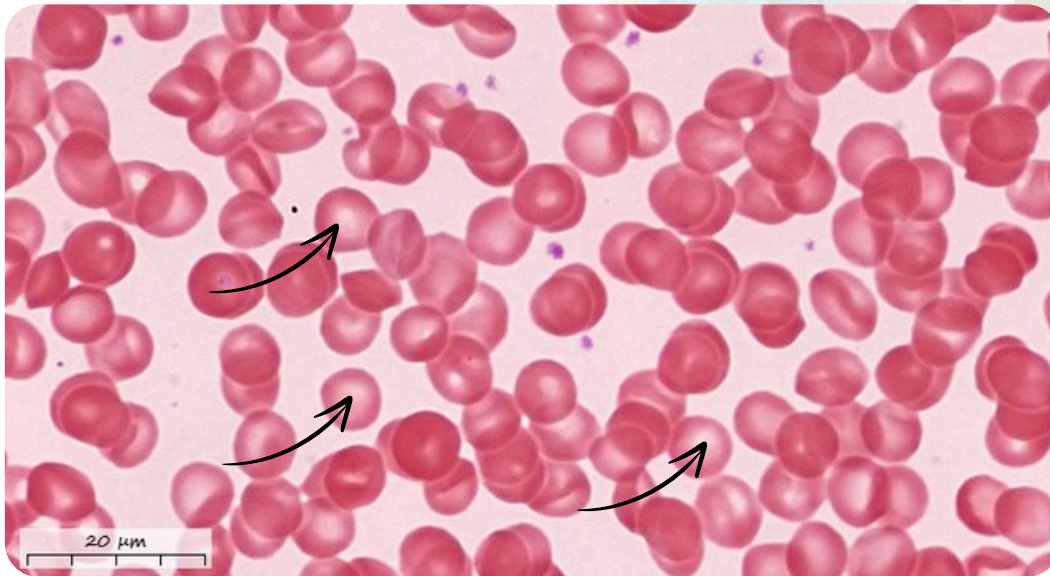
Conhecida como glóbulo vermelho ou eritrócito, tem forma característica de um disco bicôncavo. Nos mamíferos, não possuem núcleo. A falta de núcleo é uma adaptação evolutiva para aumentar sua eficiência no transporte de oxigênio e dióxido de carbono pelo corpo.

Em seu citoplasma, encontram-se basicamente moléculas de hemoglobina, de estrutura quaternária, que juntamente com o íon Ferro carregam oxigênio para os tecidos e gás carbônico para os pulmões.

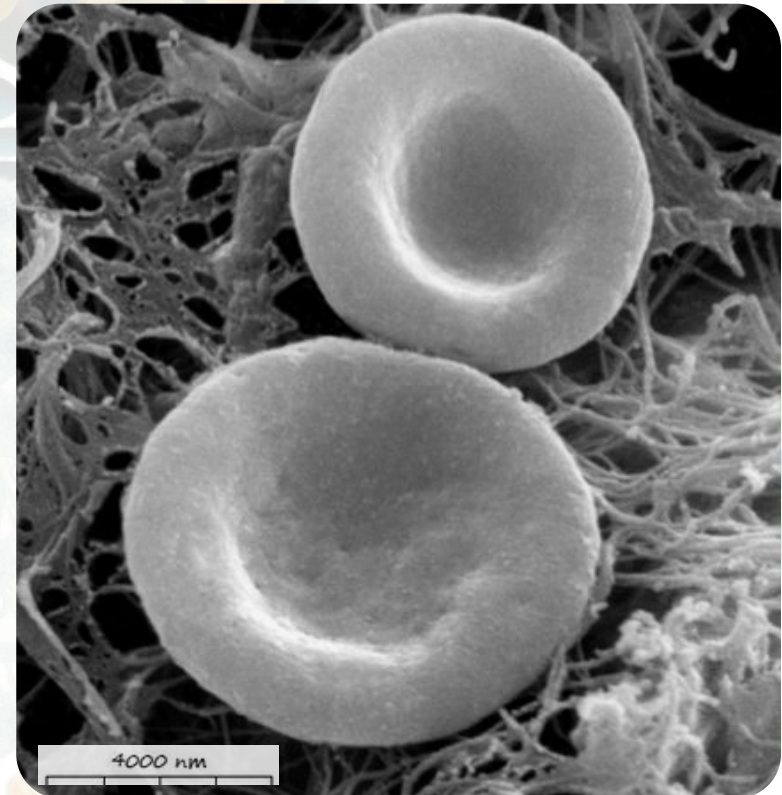
Na superfície celular encontra-se abundância de filamentos de actina para manutenção da forma bicôncava.

HEMÁCIA

Como é no
microscópio?



Esfregaço sanguíneo histológico. Hemácias em abundância com sua forma bicôncava evidenciada pela porção central pouco corada (setas).



Esfregaço sanguíneo em microscopia eletrônica. Hemácias com sua forma bicôncava evidenciada pela porção central achatada.

HEMÁCIA

**Que funções
ela tem?**

1

Transporte de Oxigênio

Dos pulmões para os tecidos. Isso é essencial para a respiração celular, pois as células utilizam oxigênio para gerar energia e produzir ATP.

2

Transporte de Dióxido de Carbono

As hemácias removem dióxido de carbono dos tecidos e transportam para os pulmões para eliminação por meio da expiração.

HEMÁCIA

Uma linha de produção!!

São produzidas cerca de 2,4 milhões de hemácias por segundo em nosso corpo, gerando cerca de 5 milhões de hemácias/mm³ no sangue de um homem adulto e saudável.

Ai que preguiça...

Na anemia o número de hemácias ou a quantidade de hemoglobina está abaixo do normal, causando fadiga, palidez e outros sintomas devido à falta de oxigênio nos tecidos.

Curiosidades

Vermelhou!!

A cor vermelha característica das hemácias é devido à proteína **hemoglobina**, responsável pelo transporte de gases.

Uma breve vida

Por não possuir núcleo, nos mamíferos as hemácias têm tempo de vida de 120 dias. Depois disso, são destruída no baço.

ADIPÓCITO

uma célula que armazena gordura



ADIPÓCITO



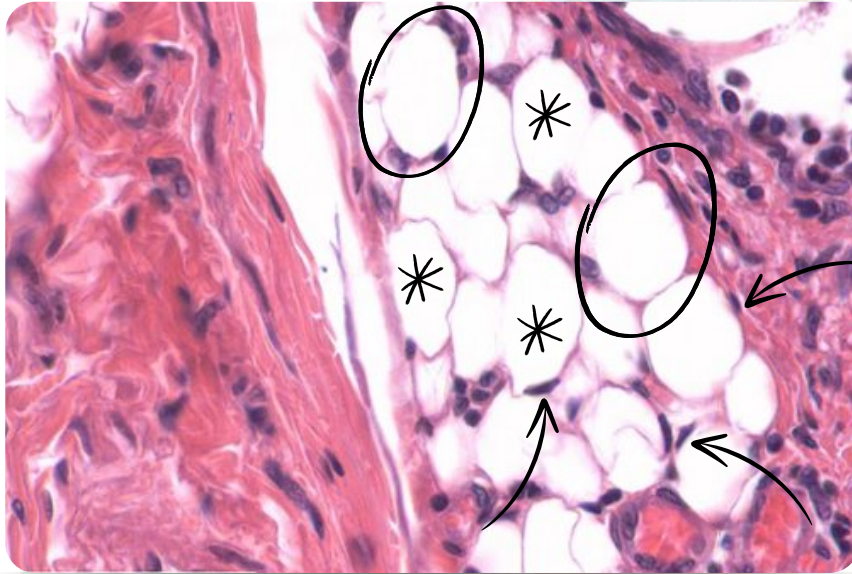
*É a principal célula do
Tecido Adiposo,
podendo ser encontrada imersa no
Tecido Conjuntivo Propriamente Dito*

**Como é essa
célula?**

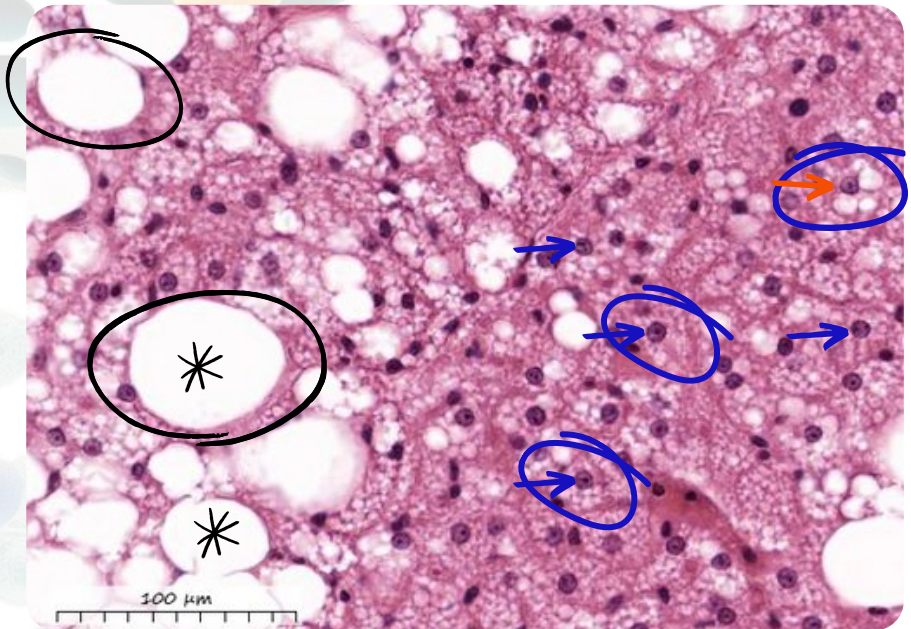
*Grande célula globular com
núcleo oval ou achatado próximo
a membrana plasmática
devido ao citoplasma ser ocupado por
inclusão de gordura (triglicerídeos). As
organelas também ficam localizadas
na periferia celular. Esse tipo de
adipócito é o mais comum em adultos e
é conhecido por unilocular, por possuir
uma única inclusão lipídica. Esse
armazenamento varia de volume ao
longo da vida do indivíduo.*

ADIPÓCITO

Como é no
microscópio?



Micrografias histológicas do tecido adiposo. Adipócitos Uniloculares (círculos pretos) com núcleos achatados periféricos (setas pretas) e grande inclusão lipídica branca (asteriscos). Adipócitos Multiloculares (círculos azuis) com núcleo central (setas azuis) e muitas pequenas inclusões lipídicas brancas.



ADIPÓCITO

Que funções ele tem?

1

Fonte de energia

Os adipócitos armazenam lipídeos do tipo triglicerídeos. Essa gordura é essencial para o fornecimento de energia química para o funcionamento do organismo, sendo utilizada, por exemplo, no exercício físico ou longos períodos de jejum.

2

Proteção mecânica

Atuam como uma almofada ao redor de órgãos vitais, fornecendo proteção contra impactos físicos.

4

Regulação metabólica

Os adipócitos desempenha um papel crucial no metabolismo do organismo liberando ácidos graxos (parte constituinte dos triglicerídeos) na corrente sanguínea para produção de novas moléculas.

3

Isolamento térmico

O tecido adiposo funciona como um isopor, proporcionando proteção contra o frio, além de ajudar a manter a temperatura corporal adequada.

5

Produção de hormônios

Os adipócitos secretam hormônios conhecidos como adipocinas, que desempenham papel importante na regulação do apetite e nos processos inflamatórios.

ADIPÓCITO

Mais adipócitos ou adipócitos mais cheios?!

Quando uma pessoa ganha peso, os adipócitos aumentam de tamanho para armazenar mais gordura e a quantidade de adipócitos tende a permanecer relativamente estável ao longo da vida adulta.

Isso significa que, quando alguém emagrece, os adipócitos diminuem de tamanho, mas não diminuem em quantidade.

Que neném quentinho!!

Nos recém-nascidos há muitos adipócitos multiloculares que recebem esse nome por terem muitas inclusões lipídicas pelo citoplasma. Eles têm alta concentração de mitocôndrias, responsáveis pela produção de calor nos pequeninos nos recém nascidos.

Curiosidades

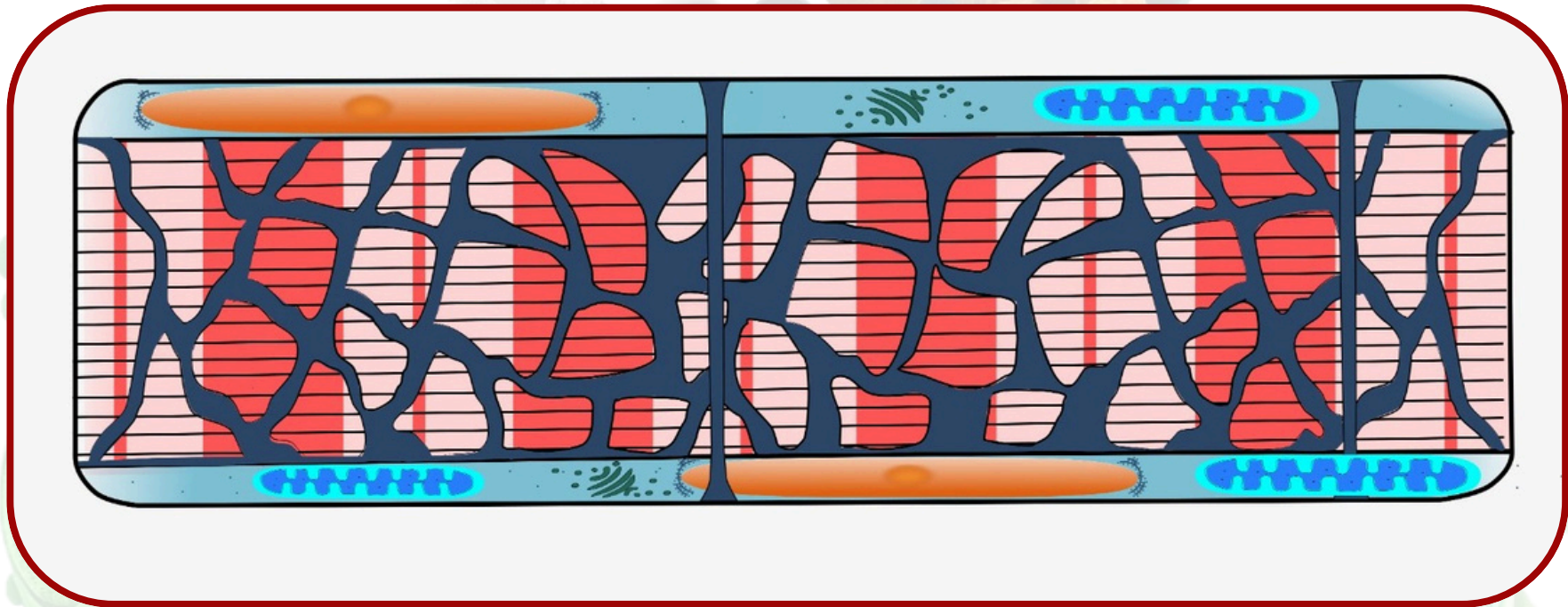
Pra uns... quadril, para outros... barriga

Nas mulheres, o tecido adiposo é comumente encontrado abaixo da pele, nas coxas, quadris e nádegas, o que pode estar relacionado à função reprodutiva.

Já nos homens, ele é mais comumente encontrado na região abdominal.

MIÓCITO

uma célula que contrai



MIÓCITO

Como é essa célula?

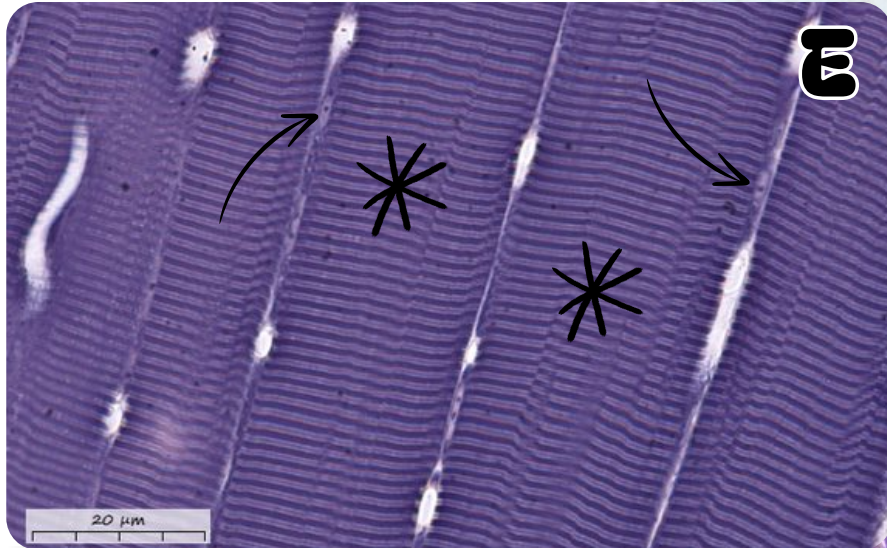


O miócito é encontrado
no
Tecido Muscular

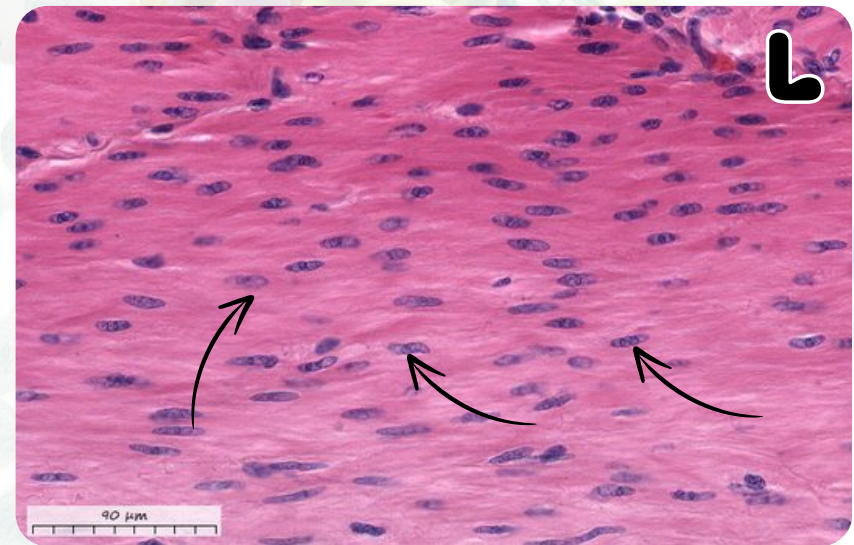
Miócitos são células musculares. Existem três tipos principais de miócitos: os do músculo estriado esquelético, do estriado cardíaco e do liso. Independentemente do tipo, todos são células alongadas com núcleos que acompanham o formato celular. Seu citoplasma é abundante em filamentos de actina e miosina para realização da contração. Eles possuem todas as organelas citoplasmáticas organizadas entre esses filamentos do citoesqueleto. Aqui representamos o miócito do músculo estriado esquelético que recebe esse nome por ter estriações chamadas de sarcômero, formadas pelos filamentos de actina e miosina. No citoplasma ainda encontramos um retículo especializado no armazenamento de cálcio.

MIÓCITO

Como é no
microscópio?



Micrografias histológicas dos tecidos musculares esquelético (E), cardíaco (C) e liso (L). Todos os miócitos são alongados e seus núcleos (setas) também. Estriações citoplasmáticas (asteriscos) presentes no esquelético e cardíaco.



MIÓCITO

Que funções
ele tem?

1

Movimentação voluntária e sustentação

Os miócitos esqueléticos assim são chamados por estarem ligados aos ossos e são responsáveis por movimentos voluntários e rápidos do corpo. Eles geram força contrátil para movimentar os ossos e, assim, produzir movimento e suportar o peso do corpo. Também desempenham um papel na estabilização das articulações, ajudando a prevenir lesões e manter a postura adequada.

Contração dos órgãos

Os miócitos lisos trabalham com contrações involuntárias e lentas, desempenhando papel na movimentação de alimentos através do sistema digestivo, na contração uterina durante o parto e em outras funções internas do corpo. No trato gastrointestinal, os miócitos lisos ajudam a empurrar os alimentos por meio de contrações peristálticas.

2

3

Batimento cardíaco e fluxo sanguíneo

Os miócitos cardíacos são responsáveis por fazer o coração bater de forma involuntária rítmica e coordenada, permitindo que o sangue seja bombeado para todo o corpo.

MIÓCITO

Curiosidades

Nossa, como estou forte!

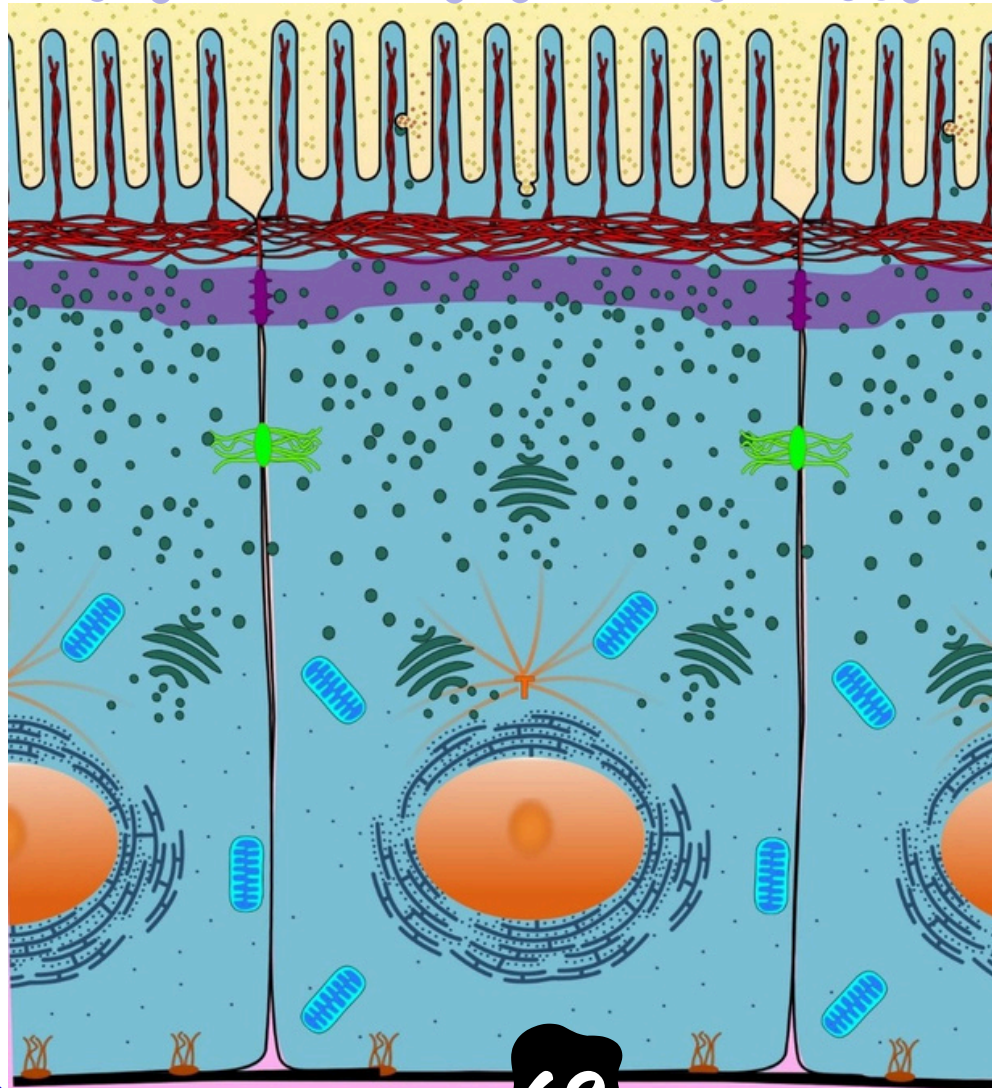
Durante o treinamento de resistência, o estresse mecânico intensifica a síntese de proteínas contráteis (actina e miosina) nos miócitos. Isso aumenta as fibras contráteis e deixam os músculos esqueléticos trabalhados mais fortes e volumosos, o que chamamos de hipertrofia muscular

Hora da pausa

Quando um músculo esquelético se torna, temporariamente, incapaz de gerar força ou contrair é sinal de fadiga. Isso pode ocorrer por falta de substratos energéticos, acúmulo de ácido láctico. Depois de repouso, os miócitos se recuperam à medida que a demanda de energia diminui e os processos metabólicos retornam ao normal

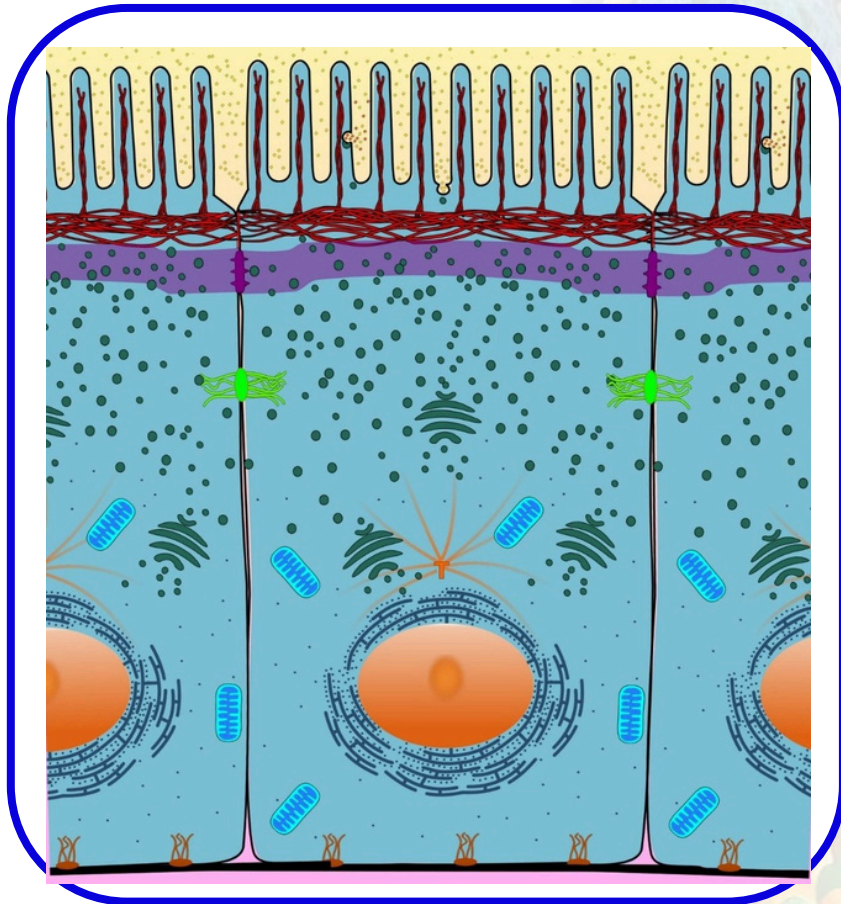
ENTERÓCITO

uma célula que faz absorção de nutrientes



ENTERÓCITO

Como é essa célula?



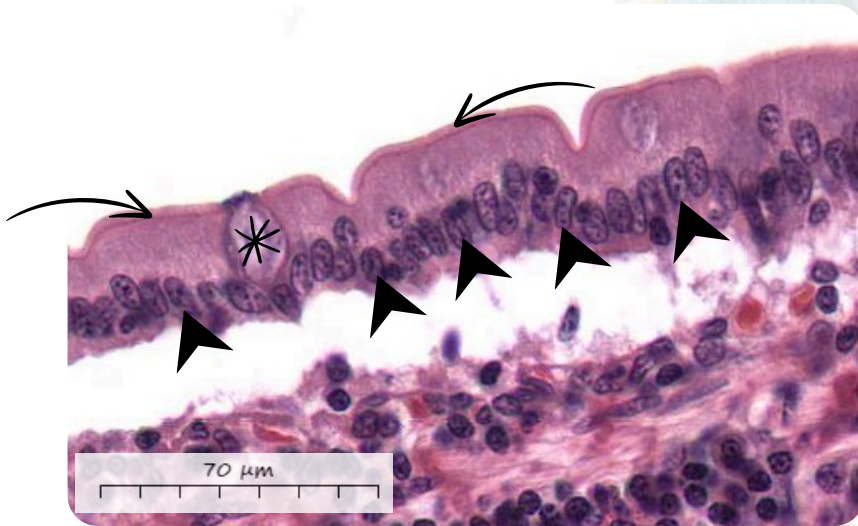
É encontrado no
Tecido Epitelial do
Intestino

É uma célula de absorção de moléculas. Têm formato colunar, núcleo basal e presença das demais organelas em equilíbrio.

Sua região apical é caracterizada por microvilosidades, formadas por filamentos de actina, que aumentam a área de absorção. Outra característica importante é a presença de fortes junções intercelulares que colam um enterócito a outro e a matriz extracelular basal, isolando a luz do intestino da passagem de moléculas entre as células mantendo assim a região abnomial livre de resíduos das fezes.

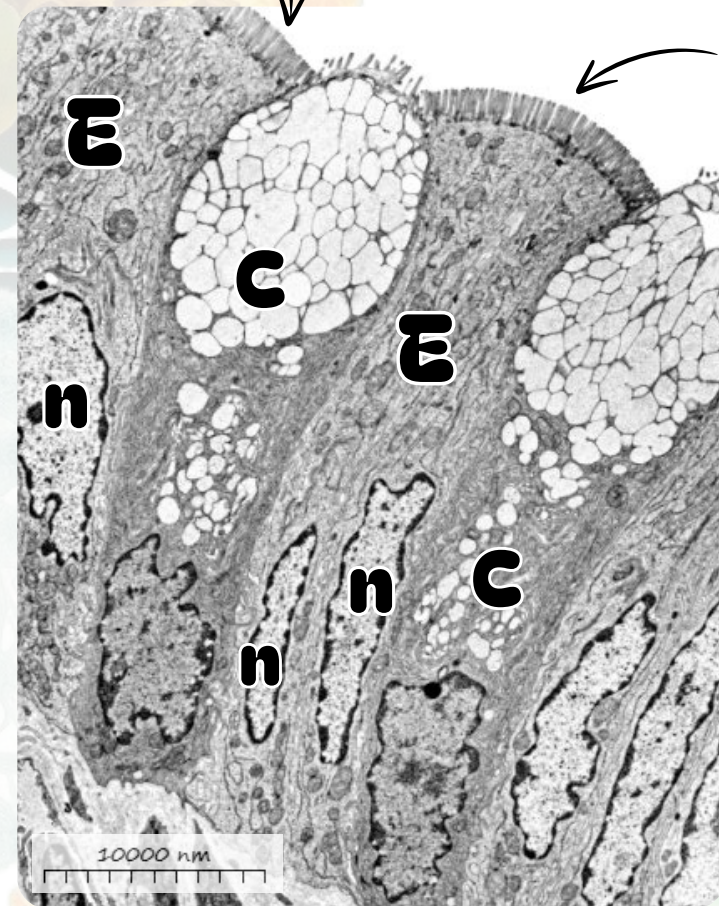
ENTERÓCITO

Como é no microscópio?



Micrografia histológica do tecido epitelial do intestino. Enterócitos alongados lado a lado com microvilosidades na porção apical (setas) e núcleo na porção basal (cabeça de seta). Célula caliciforme entre os enterócitos (asterisco).

Micrografia eletrônica do tecido epitelial do intestino. Enterócitos (E) com microvilosidades na porção apical (setas) e núcleos na porção basal. Células caliciformes (C) entre os enterócitos.



ENTERÓCITO

Que funções ele tem?

1

Absorção de Nutrientes

Por possuir microvilosidades, que aumentam a área da membrana plasmática na porção apical, os enterócitos são responsáveis pela absorção de nutrientes, como aminoácidos, ácidos graxos, glicose, vitaminas e minerais. Eles possuem muitos canais transportadores na membrana plasmática apical que permitem que esses nutrientes se movam do lúmen do intestino para o interior da célula, e em seguida, para a corrente sanguínea.

Absorção de Água

Além dos nutrientes, os enterócitos também absorvem água do lúmen intestinal, ajudando a manter o equilíbrio hídrico do corpo. A absorção de água é vital para a formação das fezes e prevenir a desidratação.

3

Barreira Protetora

Atuam como barreira protetora, impedindo que substâncias prejudiciais (patógenos e toxinas) presentes no lúmen do intestino passem. Eles regulam seletivamente a absorção de substâncias.

2

4

Produção de Muco

Embora a produção de muco ocorra por células secretoras do epitélio, os enterócitos também contribuem discretamente para essa produção. O muco ajuda a proteger o epitélio, evitando o atrito excessivo e auxiliando na movimentação do conteúdo intestinal.

ENTERÓCITO

Nossa, tô cheia!

Além de suas funções de absorção, os enterócitos também desempenham um papel na regulação da saciedade. Quando os nutrientes são absorvidos, eles podem liberar hormônios, como o peptídeo YY, que sinaliza ao cérebro que a pessoa está saciada.

Cálice o que?!

Entre os enterócitos, fazendo parte do epitélio, existem as células **caliciformes**. Elas são células secretoras produtoras de muco. Seu nome é porque elas tem uma forma de cálice.

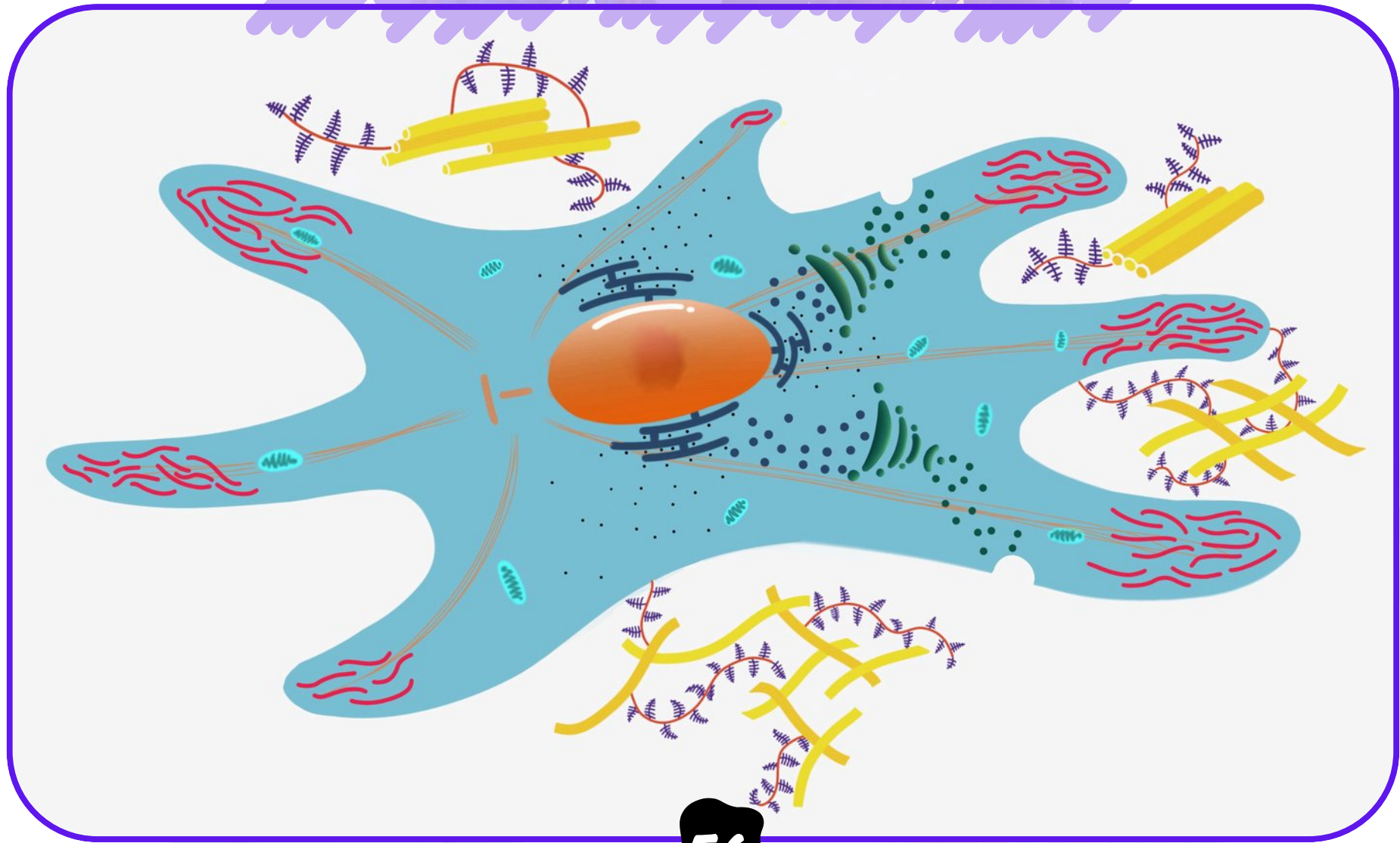
Curiosidades

Microvilosidades em Forma de Escova

As microvilosidades presentes na superfície apical dos enterócitos aumentam a área de superfície disponível para a absorção de nutrientes. Essas microvilosidades são organizadas em uma estrutura semelhante a um pente, que é conhecida como "borda em escova". Essa adaptação é essencial para a eficiência da absorção no intestino delgado.

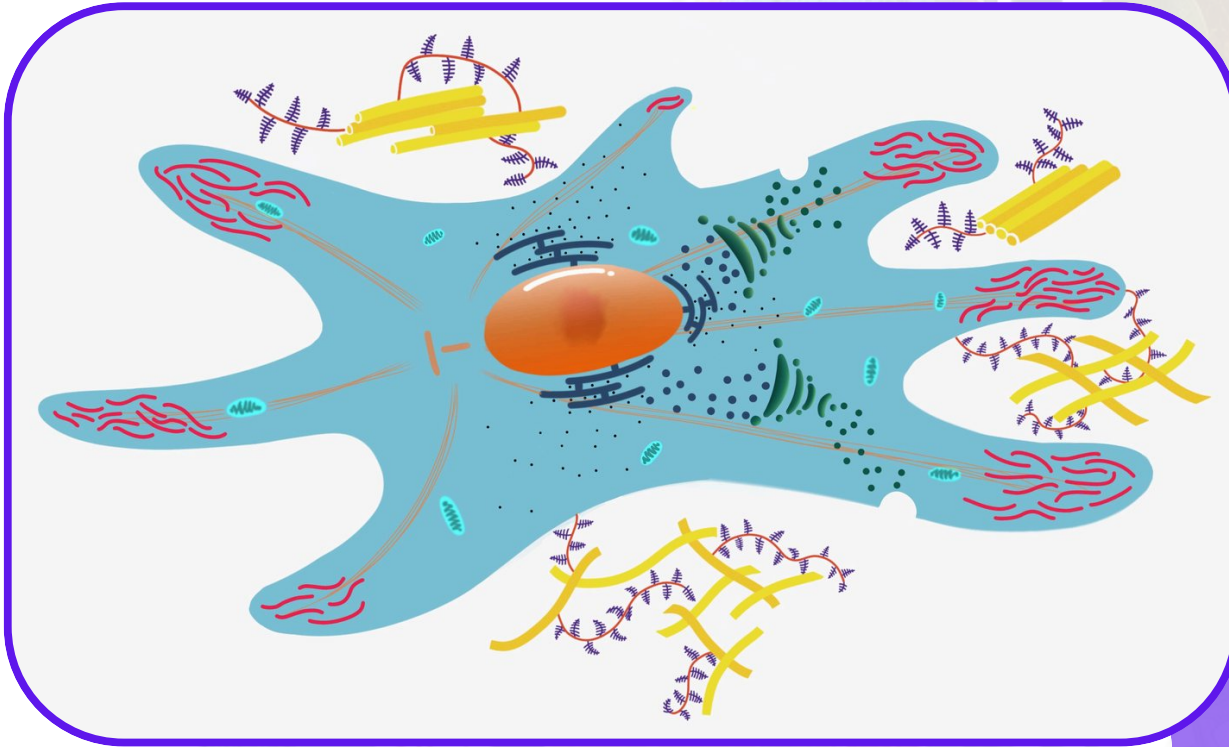
FIBROBLASTO

uma célula produtora de matriz
extracelular



FIBROBLASTO

Como é essa célula?



É a principal célula do tecido conjuntivo propriamente dito.

Por ser um tecido responsável pela conexão entre os demais tecidos, podemos encontrar fibroblastos associados em praticamente todos os tecidos histológicos.

Possui uma forma alongada e irregular graças aos prolongamentos citoplasmáticos formados pelos microfilamentos de actina e microtúbulos.

Seu núcleo é oval e seu citoplasma é rico em ribossomos, retículo endoplasmático rugoso, complexo de Golgi e vesículas de secreção.

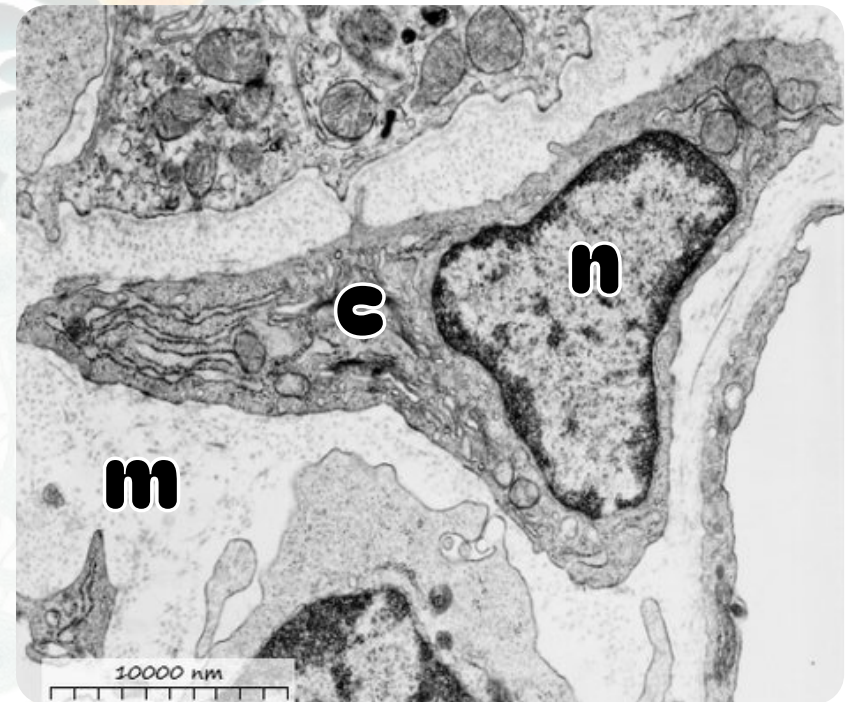
Suas secreções são moléculas da matriz extracelular, como colágeno, elastina e glicosaminoglicanos.

FIBROBLASTO

Como é no microscópio?



Micrografia histológica do tecido conjuntivo da bexiga. Núcleo dos fibroblastos (círculos) e matriz extracelular (asteriscos).



Micrografia eletrônica de um fibroblasto. Núcleo (n), citoplasma (c) e matriz extracelular (m).

FIBROBLASTO

**Que funções
ele tem?**

1

Produção de matriz extracelular

Sua principal função: É ele quem sintetiza e secreta os componentes da matriz extracelular, como colágeno, elastina e glicosaminoglicanos. Esses componentes fornecem suporte estrutural e mecânico ao tecido conjuntivo.

Cicatrização

Durante o processo de cicatrização, os fibroblastos têm um papel fundamental pois migram para o local da lesão, se proliferam, secretam matriz extracelular para preencher a lesão e promovem a cicatrização.

2

FIBROBLASTO

Curiosidades

Suplementos de colágeno ajudam na reposição?

Não há evidências científicas conclusivas!!

É importante notar que o colágeno, quando ingerido, será quebrado em aminoácidos durante o processo de digestão.

Esses aminoácidos são utilizados pelo organismo para várias funções, mas não há garantia de que eles sejam direcionados especificamente para a produção de colágeno.

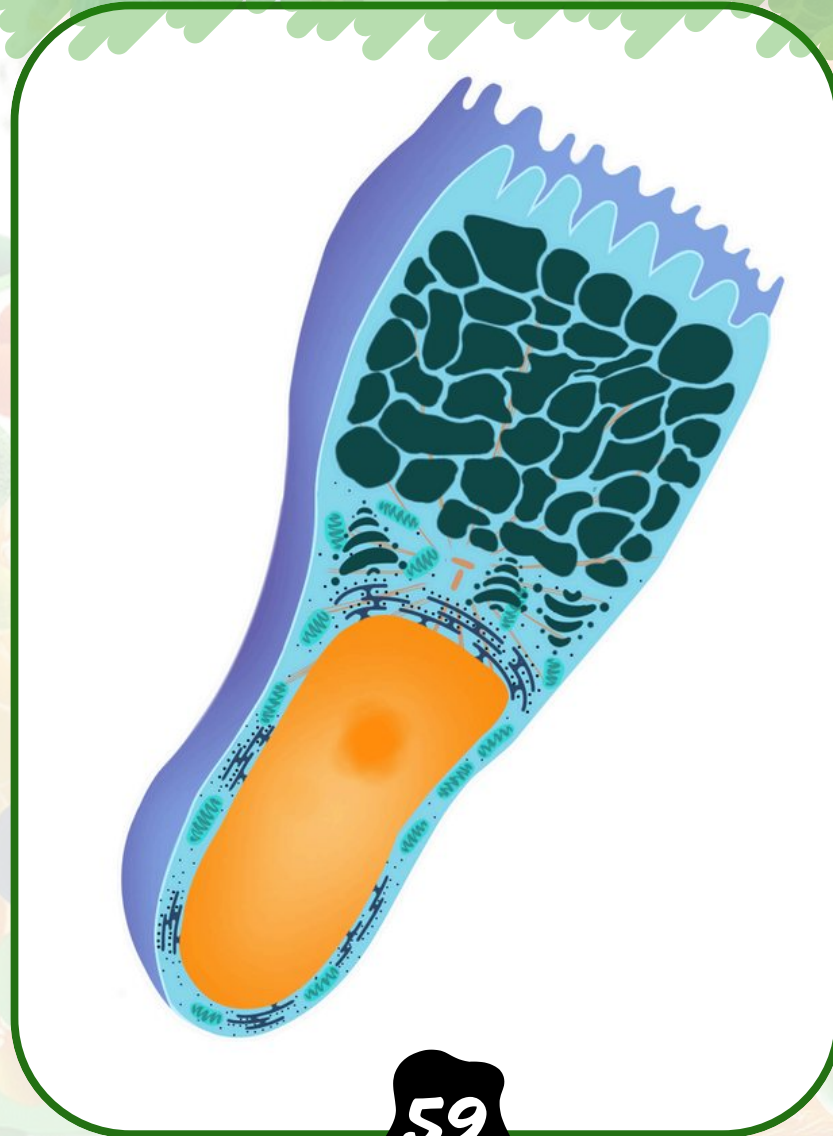
Sabe aquelas "ruguinhas" e marcas de expressão que ninguém quer ter um dia?

Isso acontece devido a diminuição da produção de colágeno à medida que envelhecemos, comprometendo a qualidade do colágeno existente e a hidratação da pele.

O colágeno é uma proteína essencial para a estrutura, elasticidade e regeneração da pele. Nossos queridinhos fibroblastos são a grande fonte de colágeno no nosso corpo.

CALICIFORME

uma célula secretora de muco



CALICIFORME

Como é essa célula?



Pertence ao
Tecido Epitelial dos tratos respiratório e
gastrointestinal

Caliciforme é uma célula secretora de muco que possui um núcleo alongado na região basal e uma porção apical dilatada e repleta de vesículas de secreção. Seu nome está relacionado exatamente a sua morfologia, ou seja, em forma de cálice, ou caliciforme.

A secreção tem composição glicoproteica e é produzida pelos ribossomos, retículo endoplasmático rugoso e complexo de golgi, ficando armazenada até o momento da liberação.

As células caliciformes estão presentes entre outras células epiteliais não secretoras e compõem esse epitélio.

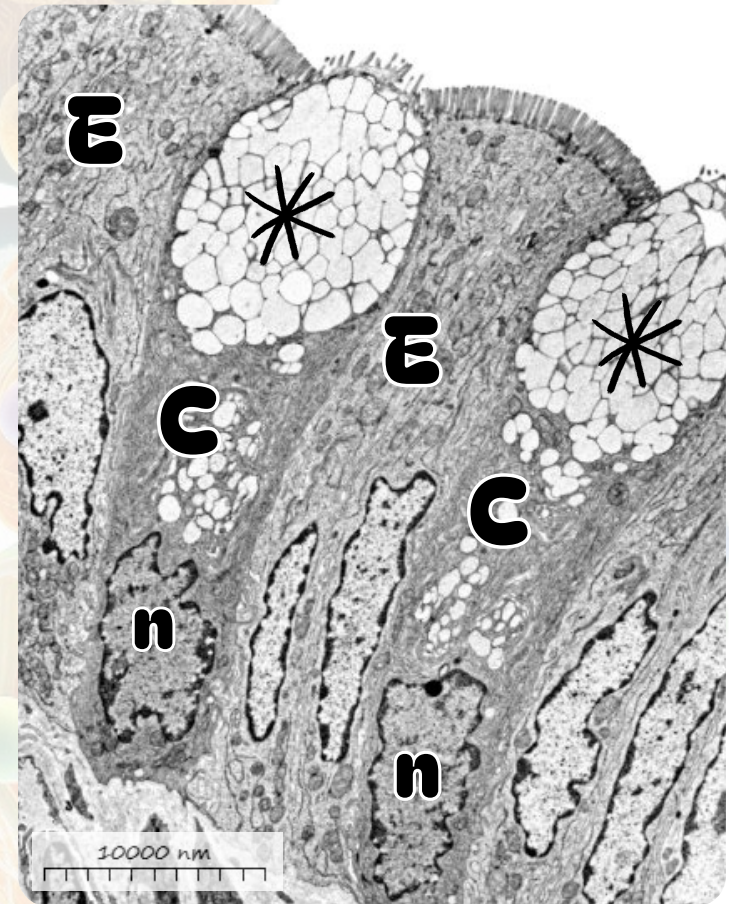
CALICIFORME

Como é no microscópio?



Micrografia histológica do tecido epitelial do intestino. Células caliciformes (círculos) espalhadas entre as células epiteliais (enterócitos). Muco (asterisco) armazenado na porção apical dilatada e núcleos (setas) localizados na porção basal delgada.

Micrografia eletrônica do tecido epitelial do intestino. Células caliciformes (c) espalhadas entre os enterócitos (e). Muco (asteriscos) armazenado na porção apical dilatada e núcleos (n) localizados na porção basal delgada.



CALICIFORME

**Que funções
ela tem?**

1

Lubrificação

Sua função primária é produzir muco, uma substância viscosa composta principalmente por mucinas (proteínas gelatinosas). Esse muco tem propriedades lubrificante desempenhando um papel crucial no trato respiratório e gastrointestinal.

Limpeza

No trato respiratório, o muco ajuda a capturar partículas estranhas, poeira, bactérias e vírus inalados. Os cílios presentes nas células epiteliais movem o muco juntamente com as partículas capturadas para longe dos pulmões, contribuindo para a limpeza das vias aéreas.

2

3

Proteção química e mecânica

No trato gastrointestinal, o muco protege o epitélio do estômago e do intestino contra danos mecânicos e químicos causados pelos alimentos e enzimas digestivas. Além disso, nos intestinos, esse muco facilitar o movimento das fezes.

Homeostase

A produção de muco contribui para manter a umidade e a homeostase nas superfícies epiteliais, evitando que essas áreas fiquem secas e suscetíveis a danos.

4

CALICIFORME

Curiosidades

Aquela tosse chata!!!

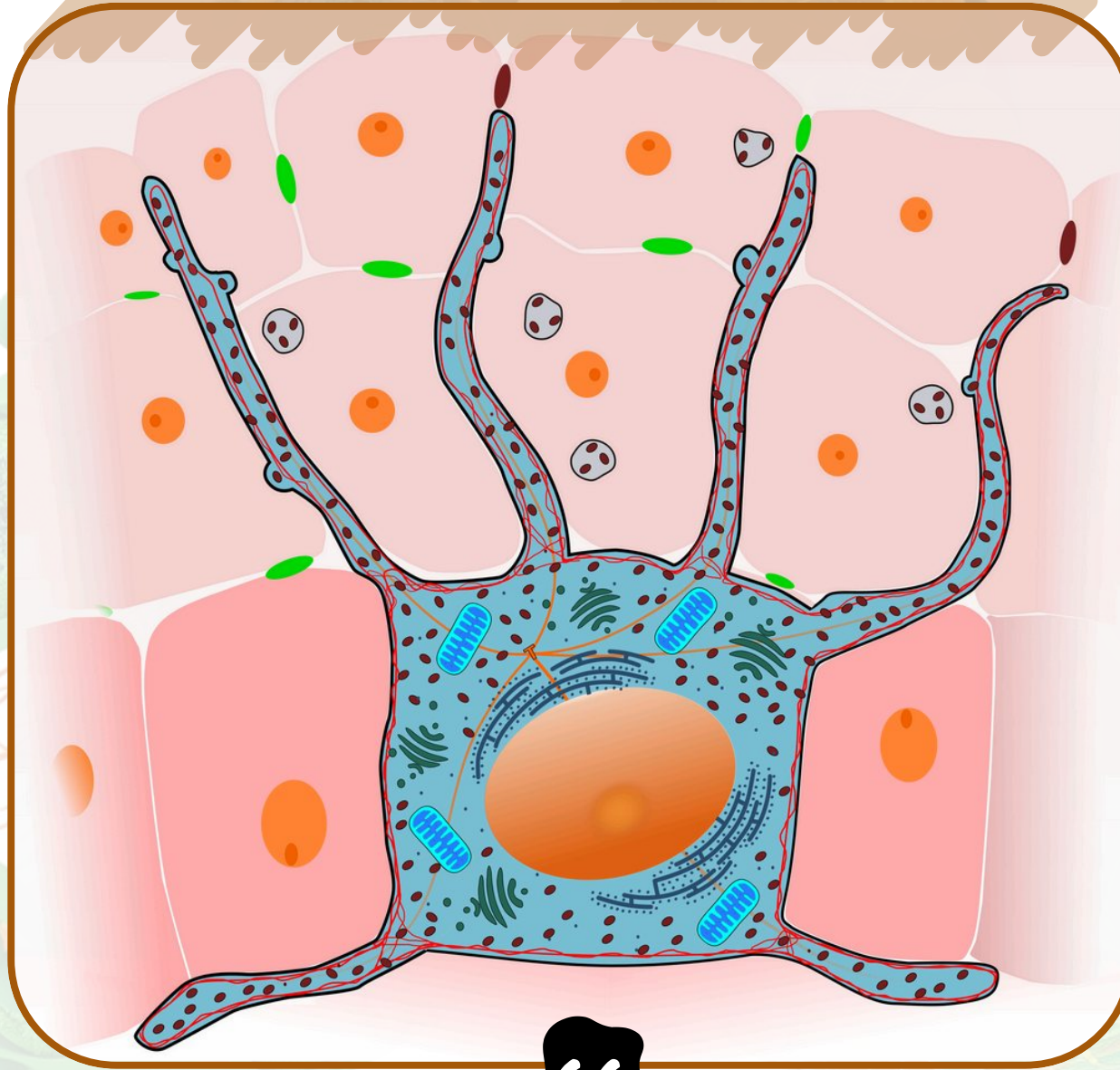
Quando o trato respiratório é exposto a fatores que causam irritação, as caliciformes são estimuladas a secretar mais muco. O muco auxilia na remoção dessas partículas irritantes, que podem ser expelidas na tosse ou engolidas.

É proibido fumar...

A fumaça de cigarro causa aumento no número e tamanho das caliciformes (e consequente aumento de muco), provocando muito pigarro, catarro e tosse. Além disso, os cílios presentes no epitélio diminuem e causam ainda maior obstrução das vias respiratórias

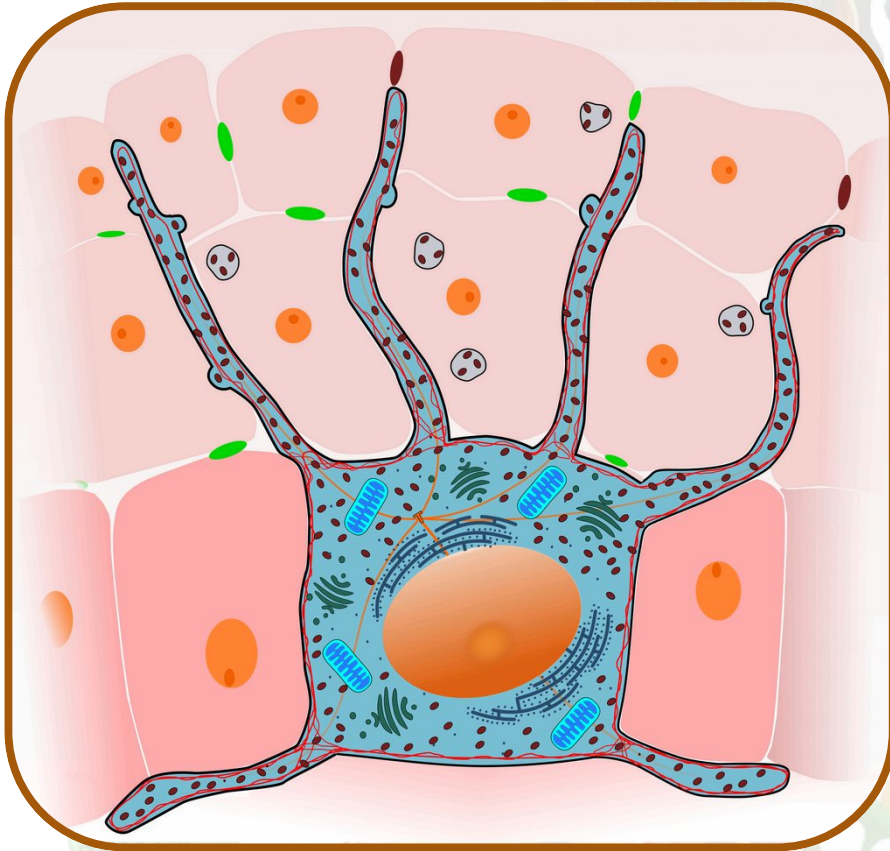
MELANÓCITO

uma célula produtora de pigmento



MELANÓCITO

Como é essa célula?



Os melanócitos são encontrados no **Tecido Epitelial** da pele e anexos (pelos, cabelos), ouvidos e olhos.

É uma célula rica em prolongamentos por estar presente no meio de outras células. Seu citoplasma é rico em grânulos de melanina.

Seus prolongamentos permitem que os melanócitos se conectem a outras células na epiderme, espalhando melanina entre as células vizinhas, como os queratinócitos. Contêm organelas especializadas chamadas melanossomos, onde a síntese e o armazenamento de melanina ocorrem.

MELANÓCITO

**Como é no
microscópio?**



Micrografia histológica da epiderme (tecido epitelial). Melanócitos (círculos) nas camadas basais, núcleo evidente (cabeças de setas) e citoplasma repleto de vesículas de melanina (setas).

MELANÓCITO

**Que funções
ele tem?**

1

Produção de Melanina

A melanina é um pigmento biológico que determina a cor da pele, cabelo, olhos e outras partes do corpo. Existem dois tipos principais de melanina: eumelanina, que produz cores escuras, como marrom e preto, e feomelanina, que contribui para cores mais claras, como amarelo e vermelho.

2

Pigmentação da Pele, Cabelo e Olhos

Os melanócitos determinam a cor da pele, cabelo e olhos, com base na quantidade e tipo de melanina que produzem. A genética desempenha um papel importante na determinação das características de pigmentação de um indivíduo.

3

Proteção da pele

A melanina produzida e armazenada em estruturas chamadas melanossomos é um pigmento protetor contra radiação ultra-violeta.

MELANÓCITO

Perdendo a cor da pele...

O vitiligo é uma condição dermatológica caracterizada pela perda progressiva da pigmentação da pele. Ocorre pela destruição ou disfunção dos melanócitos, resultando em áreas da pele brancas ou descoloridas. O vitiligo pode afetar qualquer parte do corpo, incluindo o rosto, mãos, braços, pernas, boca, olhos e genitais.

Albinismo: muito além do que se vê!

O **albinismo** é uma condição genética rara caracterizada pela ausência ou produção insuficiente de melanina, causada por mutações genéticas que afetam os melanócitos

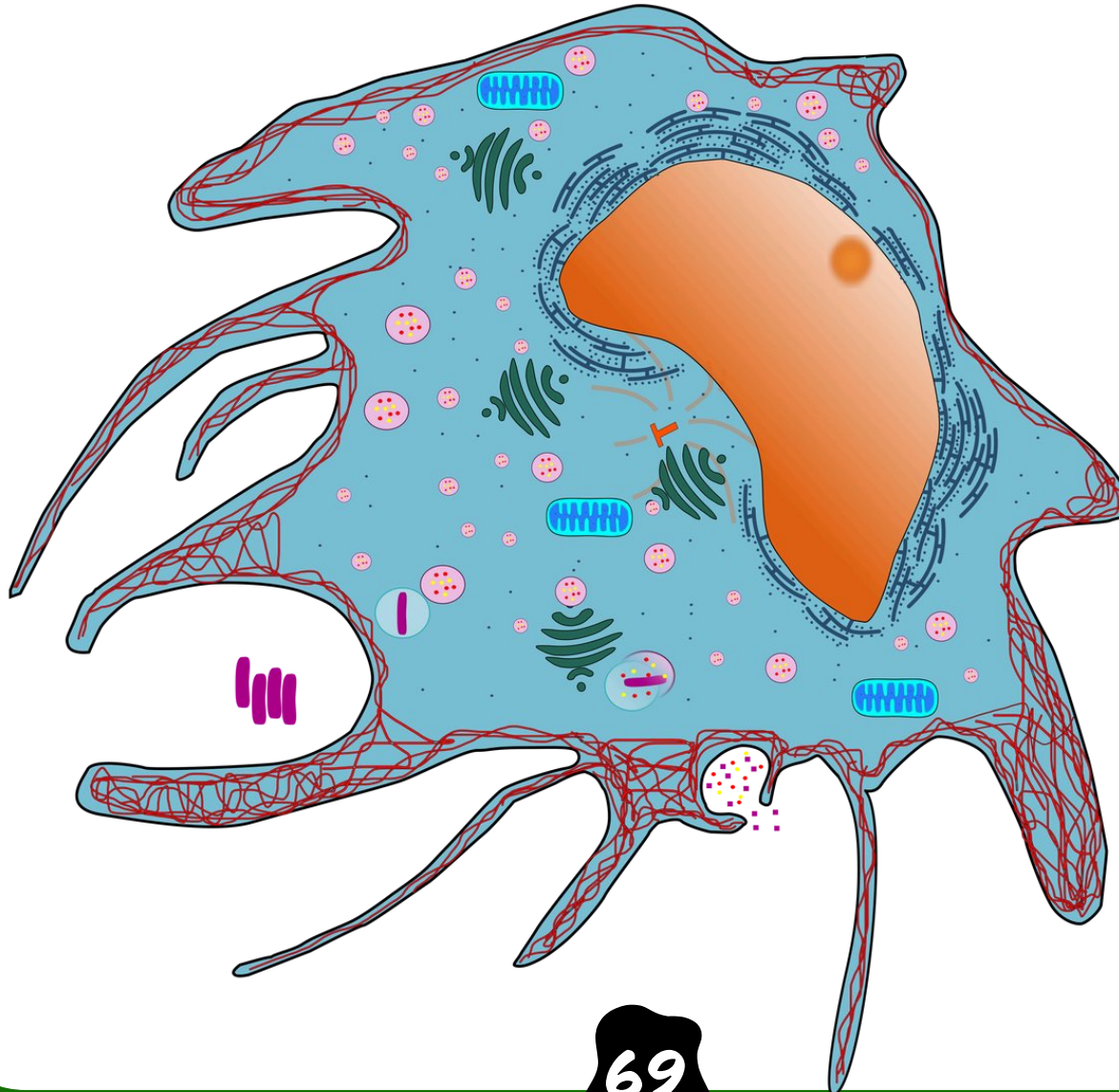
Curiosidades

Camaleões do mar

Animais que mudam de cor como a sépia, o fazem como comportamento de camuflagem ou comunicação. Essa mudança é resultado de concentrações diferenciadas de pigmentos que são movidos pelo citoesqueleto de células denominadas de cromatóforos (melanócito é um tipo de cromatóforo).

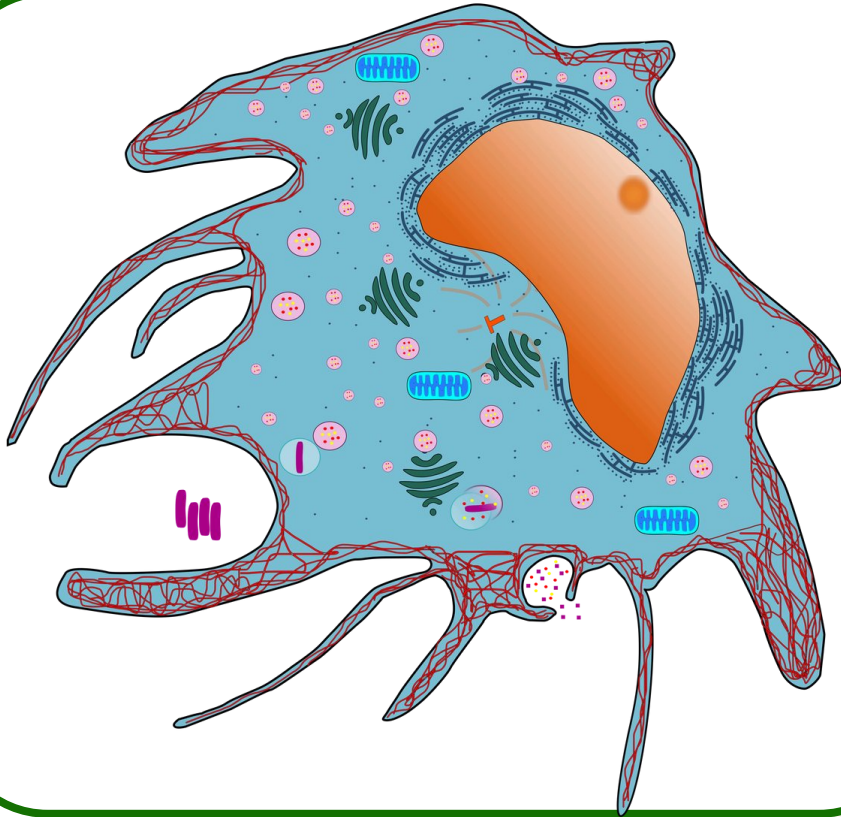
MACRÓFAGO

uma célula de defesa que fagocita



MACRÓFAGO

Como é essa célula?

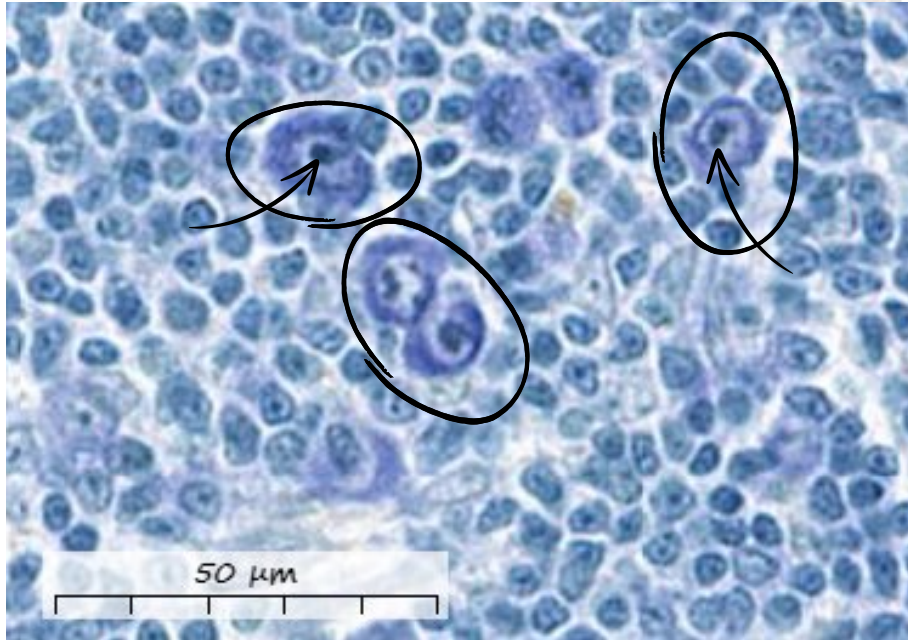


O macrófago é encontrado nos
Tecidos Conjuntivo, Muscular, Adiposo
e linfoide

É uma célula geralmente derivada de um monócito (tipo de glóbulo branco do sangue) que apresenta forma variável com diversos prologamentos citoplasmáticos, denominados pseudópodos que permitem movimento ameboide e deslocamento. O núcleo geralmente é globular e o citoplasma rico em retículo endoplasmático, complexo de Golgi e vesículas de digestão. Apresenta citoesqueleto de microfilamentos de actina bastante desenvolvido na periferia celular.

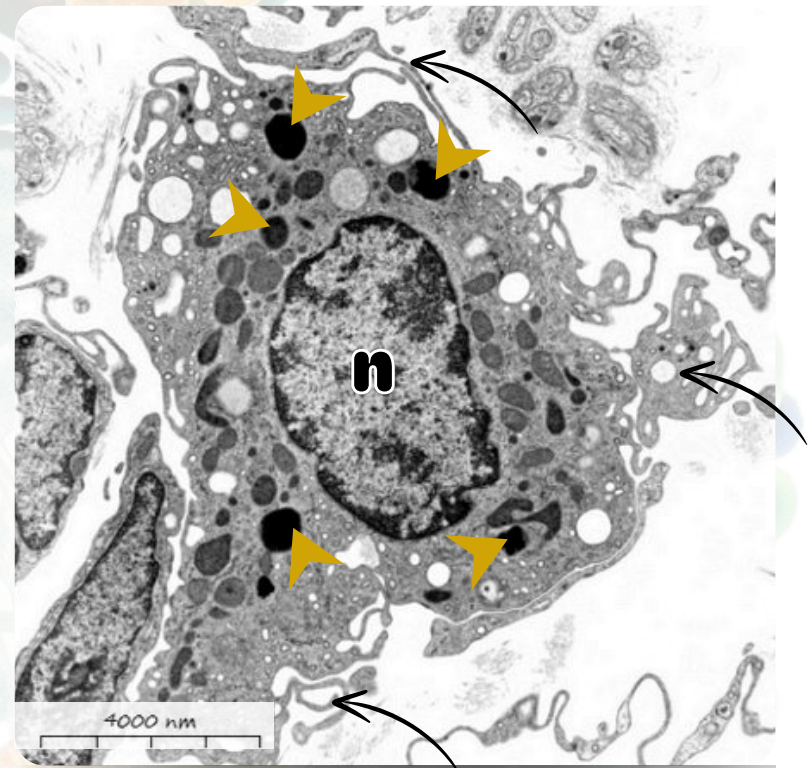
MACRÓFAGO

Como é no
microscópio?



Micrografia histológica de um linfonodo. Macrófagos (círculos) com formato irregular e núcleo com nucléolo evidente (setas).

Micrografia eletrônica do tecido conjuntivo. Macrófago com formato irregular, repleto de projeções citoplasmáticas (setas), núcleo central (n) e citoplasma contendo vesículas de materiais em digestão (pontas de setas laranjas)



MACRÓFAGO

Que funções ele tem?

1

Fagocitose

Fagocita restos celulares, fragmentos de fibras da matriz extracelular, células neoplásicas (cancerosas), bactérias e elementos inertes que penetram o organismo.

2

Síntese e secreção de substâncias

Produz e secreta citocinas, que são mensageiros químicos do sistema imunológico que ajudam a regular a resposta imunológica e inflamatória. Além disso, produz uma variedade de substâncias que participam nas funções de defesa e reparo dos tecidos.

Cicatrização de feridas e regeneração de tecidos

Ajuda a remover detritos celulares resultantes do processo de cicatrização tecidual e ainda libera fatores de crescimento que estimulam proliferação e diferenciação de células envolvidas na reparação tecidual.

3

MACRÓFAGO

Excelentes combatentes!!

Os macrófagos são famosos por sua capacidade de fagocitar. Sugere-se que um único macrófago pode englobar e destruir centenas de microrganismos em apenas algumas horas.

Vamos fazer uma tatuagem?

Durante a pintura da tatuagem, os macrófagos fagocitam e tentam digerir a tinta. Neste processo, encapsulam as partículas de tinta, mas não digerem por não terem enzimas para isso contribuindo para a permanência da tinta na pele.

Curiosidades

Eca, pus!

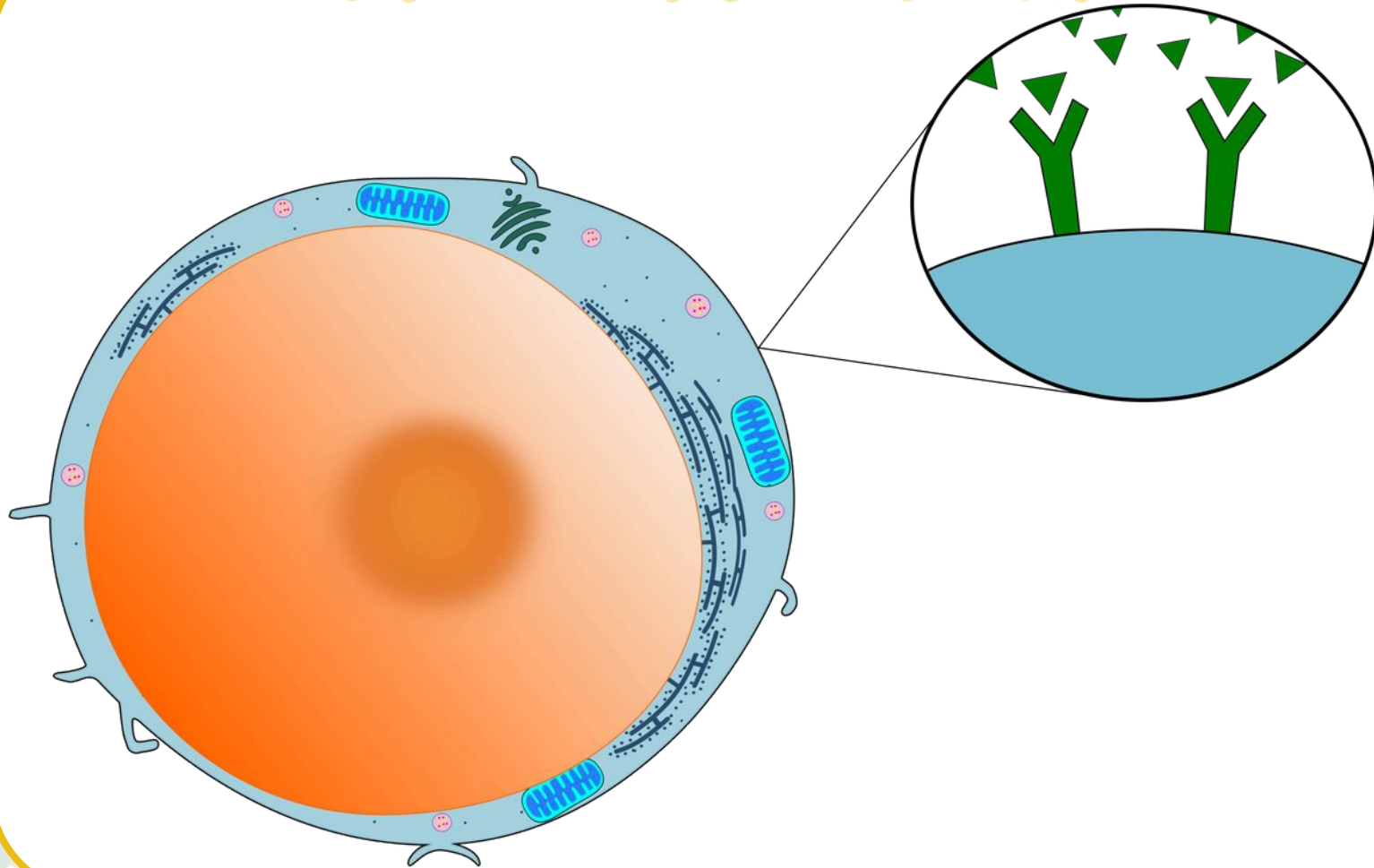
Sabe aquele pus que muita gente acha nojento? É uma coleção de células mortas e fluidos, resultantes da fagocitose, que são produzidas pelos macrófagos

Múltiplas identidades

No sangue, são chamados de monócitos; no tecido nervoso são as micróglias; no fígado são as células de Kupffer; no tecido ósseo são os osteoclastos... todos em prol da defesa!

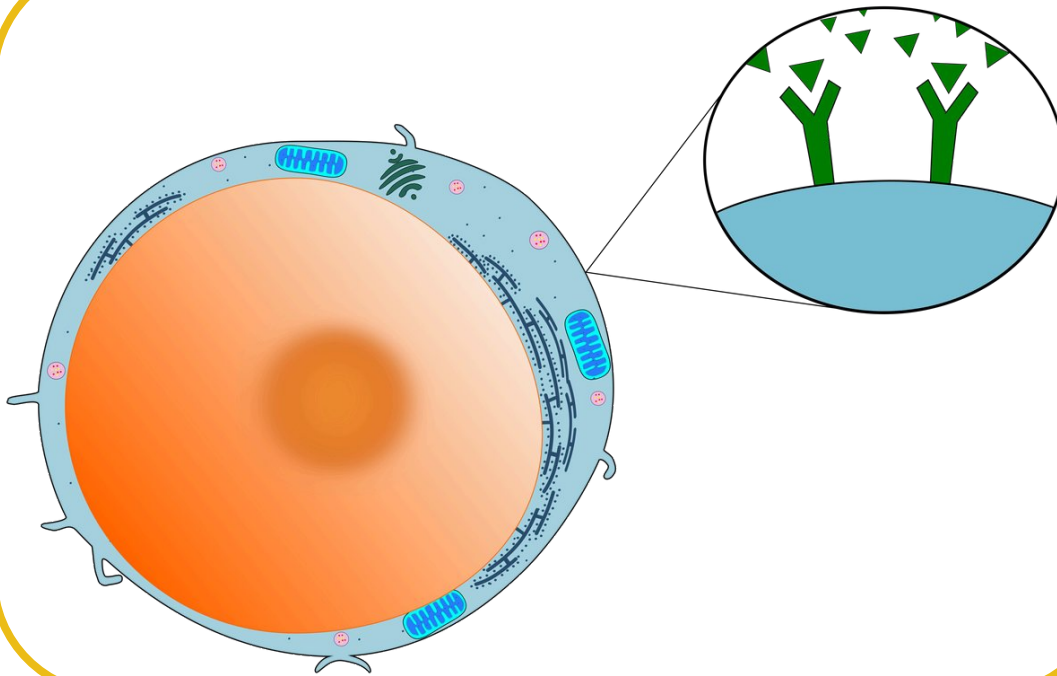
LINFÓCITO

uma célula de defesa que produz anticorpos



LINFÓCITO

Como é essa célula?

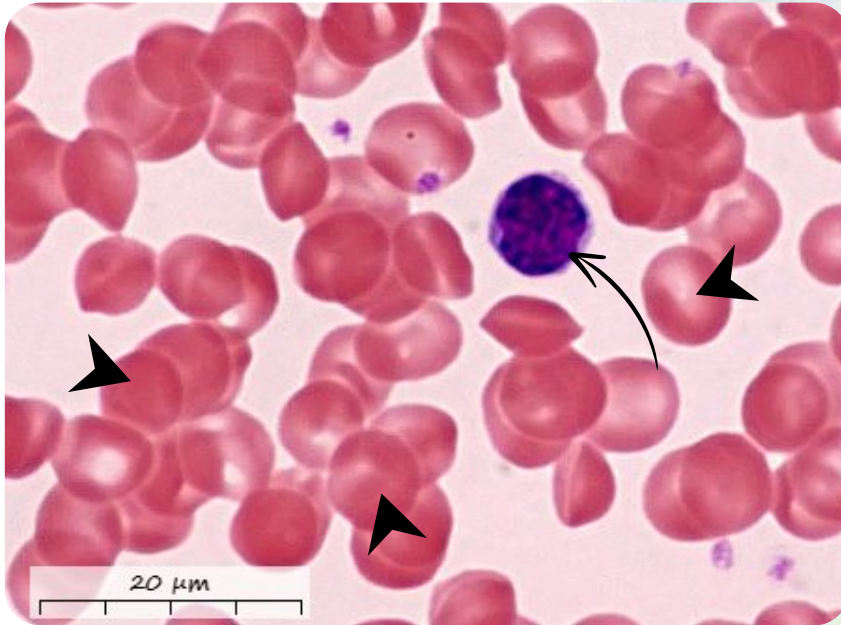


É encontrado no **Tecido Linfoide**, e no sangue circulante.

É um tipo de glóbulo branco, do tipo agranulócito, presente no sangue. Apresenta formato esférico ou oval e núcleo de cromatina densa que ocupa cerca de 90% do volume celular. Em seu escasso citoplasma, encontram as demais organelas envolvidas na produção de anticorpos que são secretados na face externa da membrana plasmática. Os linfócitos constituem, normalmente, entre 20 a 40% de todos os glóbulos brancos presentes no tecido sanguíneo. São conhecidos muitos tipos de linfócitos.

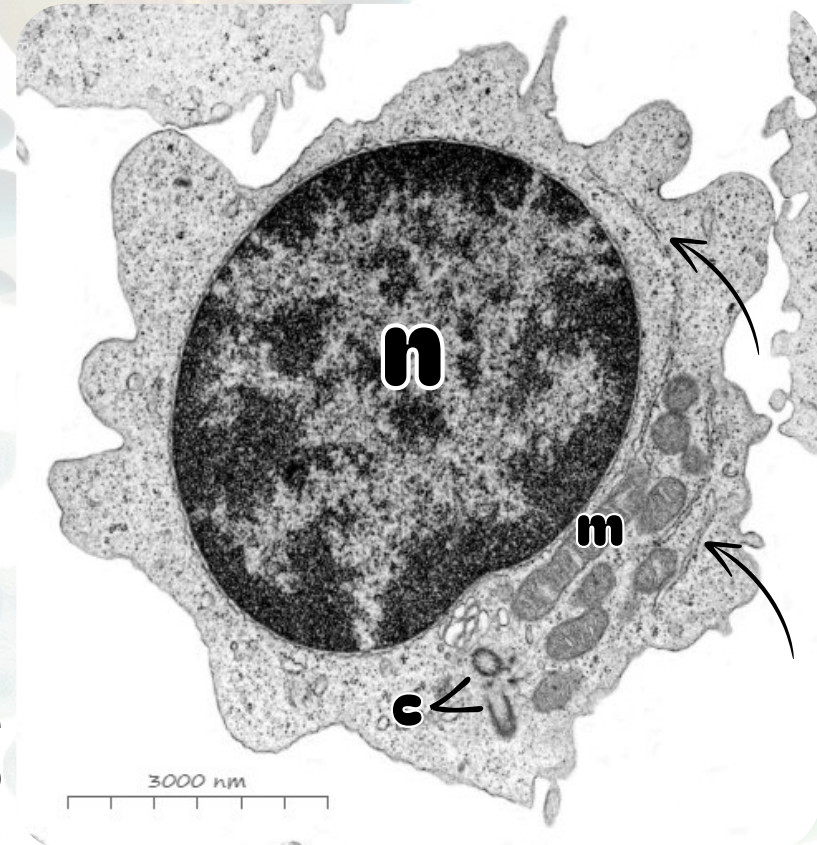
LINFÓCITO

Como é no
microscópio?



Micrografia histológica. Hemácias em abundância (pontas de setas) e um linfócito com núcleo globular denso (seta) e ocupando grande parte do volume celular.

Micrografia eletrônica de um linfócito. Núcleo (n) ocupando grande parte do volume celular. Podem ser vistas mitocôndrias (m), retículo endoplasmático rugoso (setas) e um par de centríolos (c).



LINFÓCITO

Que funções ele tem?

1

Reconhecimento de Antígenos

Antígenos são moléculas estranhas ao corpo, encontradas em bactérias, vírus, células cancerosas. Cada linfócito possui receptores específicos em sua superfície que podem se ligar a antígenos determinados.

2

Resposta Imune Adaptativa

É uma resposta imunológica específica e adaptada ao patógeno que envolve a produção de uma resposta imunológica direcionada contra um antígeno específico.

3

Linfócitos T auxiliares

Atuam na coordenação da resposta imune, ativando outras células imunológicas, como linfócitos B e células T citotóxicas.

Linfócitos T citotóxicos

Destroem células infectadas por vírus e células cancerosas através da liberação de substâncias tóxicas.

4

Linfócitos B

Grupo de linfócitos específicos que produz anticorpos em resposta a antígenos específicos que ajudam a neutralizar patógenos e marcam-nos para destruição por outros componentes do sistema imunológico. Mas nem todos os linfócitos produzem anticorpos.

5

Células Natural Killer (Células NK):

Destroem células infectadas por vírus e células cancerosas sem a necessidade de um reconhecimento específico de antígenos. Elas agem rapidamente contra células anormais.

LINFÓCITO

Previna-se

O vírus causador da AIDS atua no organismo infectando os linfócitos T causando sua destruição e comprometendo, assim, a defesa do organismo.

Vaccine-se

A vacinação é baseada na capacidade dos linfócitos de criar uma memória imunológica. As vacinas estimulam a produção de linfócitos de memória específicos para um patógeno sem causar a doença real.

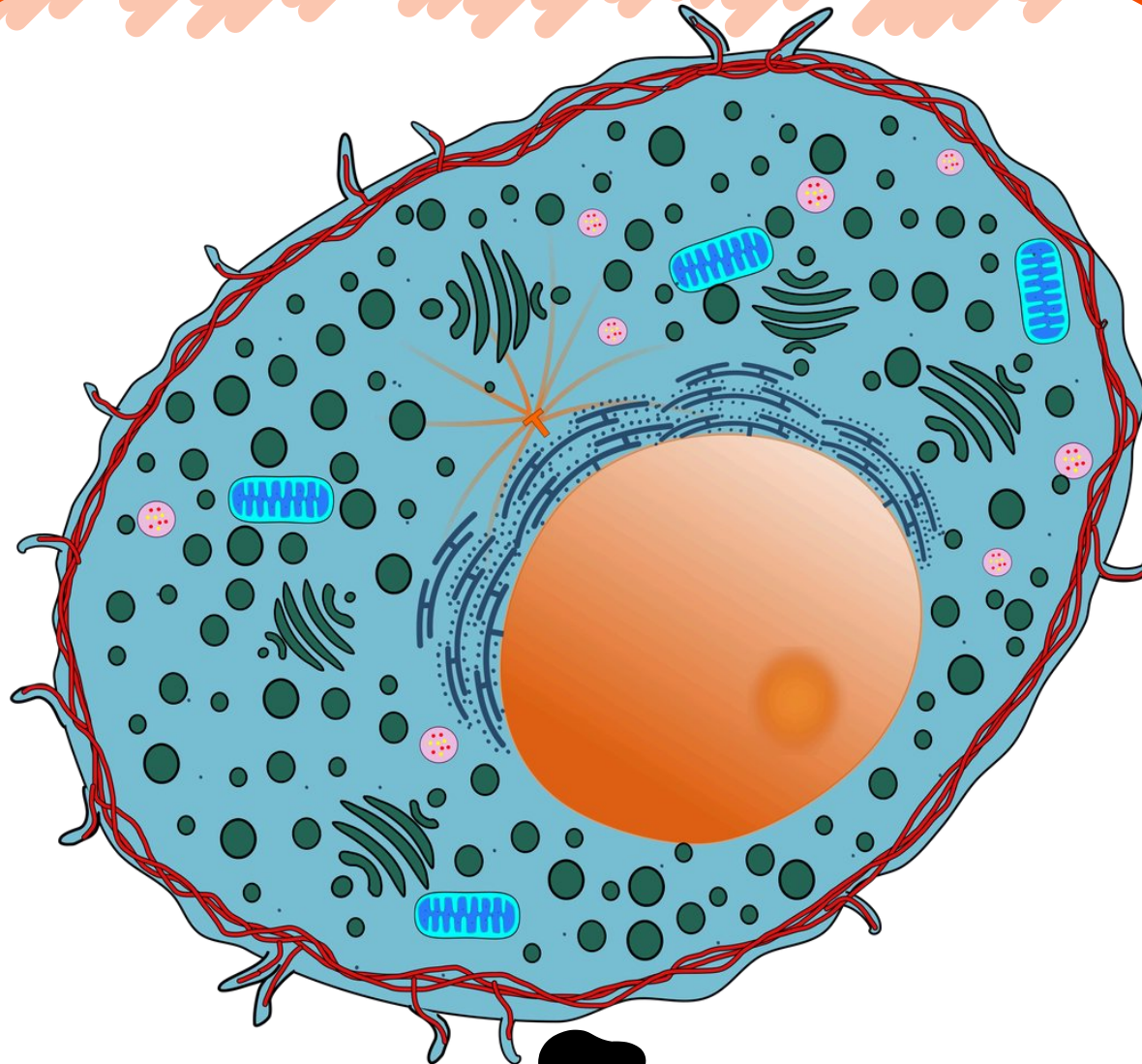
Curiosidades

Um corpo não tão estranho assim!

Durante a gravidez, o sistema imunológico materno deve ser capaz de reconhecer o feto como "não estranho" para não desencadear uma resposta imunológica. Isso é conseguido por mecanismos de tolerância imunológica: os linfócitos T maternos são ensinados a serem menos responsivos às células do feto e aos antígenos fetais.

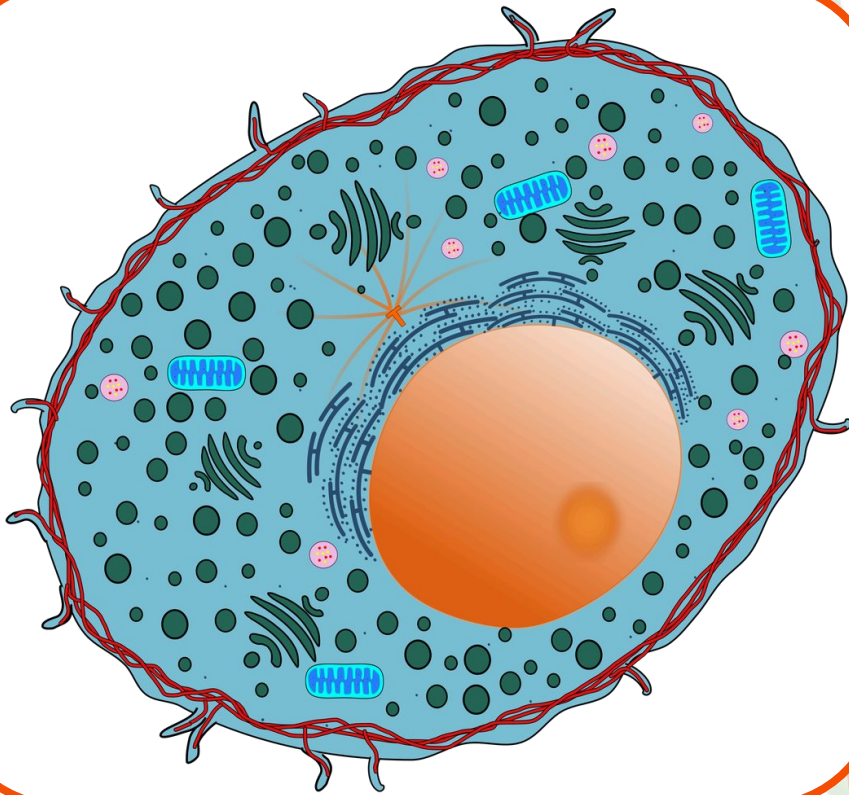
MASTÓCITO

uma célula de defesa contra agentes
alérgicos



MASTÓCITO

Como é essa célula?

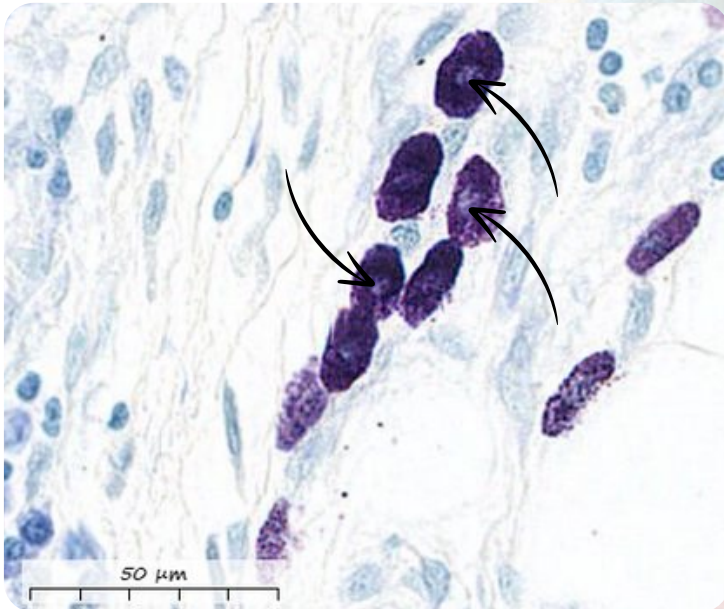


Os mastócitos são encontrados principalmente nos **Tecidos Conjuntivos**

É uma grande célula globular ou oval com citoplasma repleto de grânulos de histamina e heparina, que desempenham um papel fundamental na resposta imunológica. O núcleo é esférico, central e de difícil observação por estar frequentemente encoberto pelos grânulos citoplasmáticos.

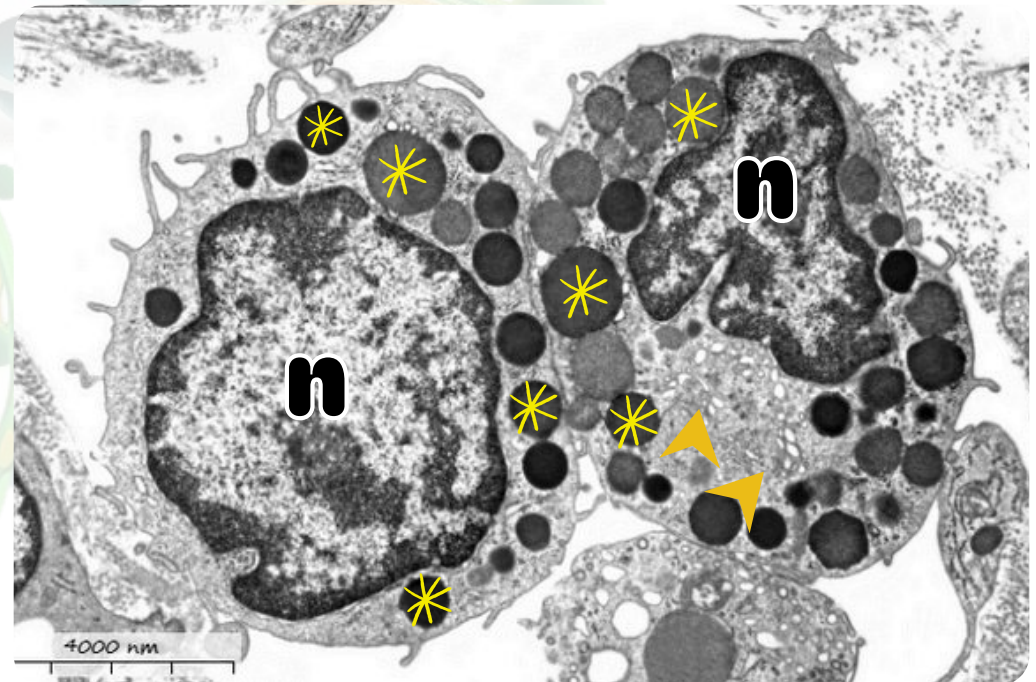
MASTÓCITO

Como é no microscópio?



Micrografia histológica do tecido conjuntivo. Mastócitos com citoplasma repleto de vesículas fortemente coradas. Núcleo central (setas).

Micrografia eletrônica de um mastócito. Núcleo (n) volumoso e citoplasma repleto de vesículas densas (asteriscos). É possível identificar complexos de golgi (cabeças de setas)



MASTÓCITO

**Que funções
ele tem?**

1 **Estoque de substâncias de defesa**
Seus grânulos armazenam mediadores químicos da resposta inflamatória, como heparina e histamina, que promovem vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular, aumentando o fluxo sanguíneo para a área afetada e permitindo que células do sistema imunológico cheguem ao local da infecção, lesão ou irritação.

2 **Respostas alérgica**
Quando o organismo é exposto a um alérgeno (substância estranha que desencadeia reação alérgica), os mastócitos são ativados e liberam histamina e outras substâncias químicas. Isso leva a sintomas alérgicos, como inchaço, coceira, vermelhidão, congestão nasal e espirros.

3 **Cicatrização de feridas**
Ajudam a recrutar células necessárias para reparar o tecido danificado.

MASTÓCITO

Os mastócitos têm uma relação importante com os testes de alergia, especialmente com os testes cutâneos, também conhecidos como prick tests. São usados para identificar alérgenos específicos que desencadeiam reações alérgicas em um indivíduo.

Você sabe como funcionam alguns testes de alergia?

I
Os alérgenos suspeitos são aplicados na pele do paciente utilizando um dispositivo de picada (lanceta) que perfura levemente a superfície da pele.

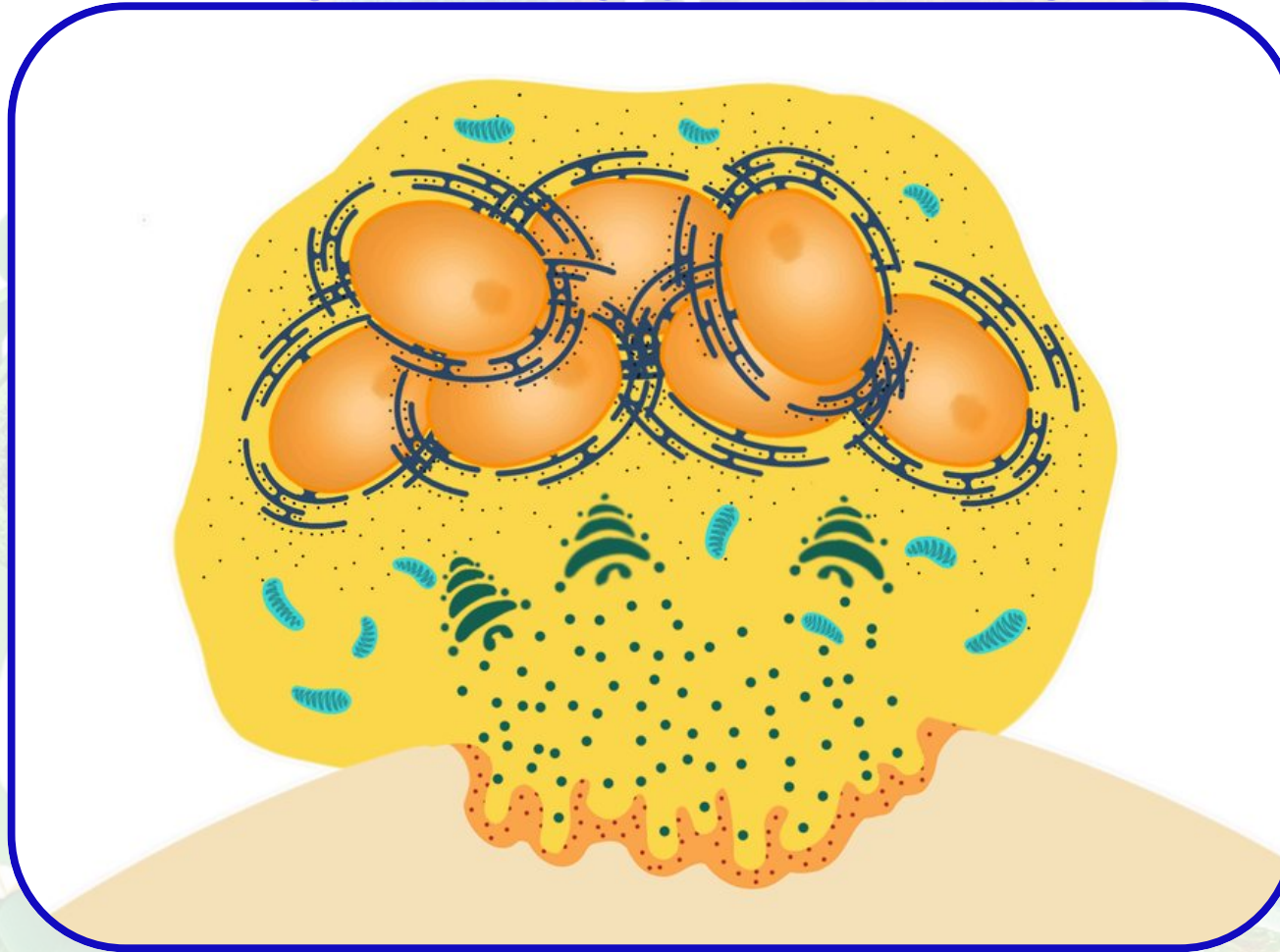
II
Se o paciente é alérgico a um dos alérgenos testados, os mastócitos serão ativados. Isso ocorre quando o alérgeno entra em contato com a superfície dos mastócitos que resulta na liberação rápida de histamina na área do teste.

III
Esses testes exploram a resposta dos mastócitos à exposição a alérgenos específicos. A ativação dessas células e liberação de histamina causam as reações alérgicas observadas na pele durante o teste, ajudando a identificar quais alérgenos desencadeiam as reações alérgicas em um indivíduo.

Curiosidades

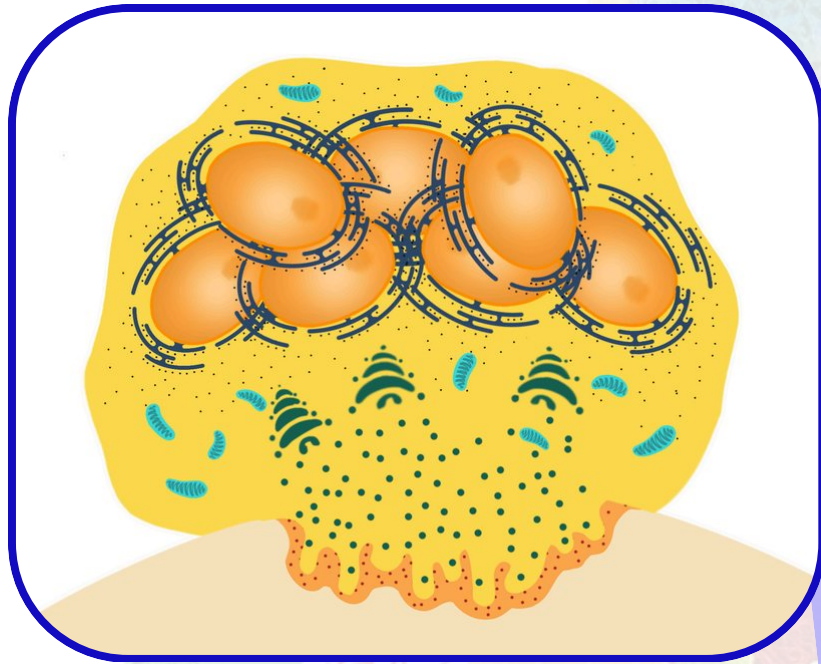
OSTEOCLASTO

uma célula que faz digestão
extracelular



OSTEOCLASTO

Como é essa célula?

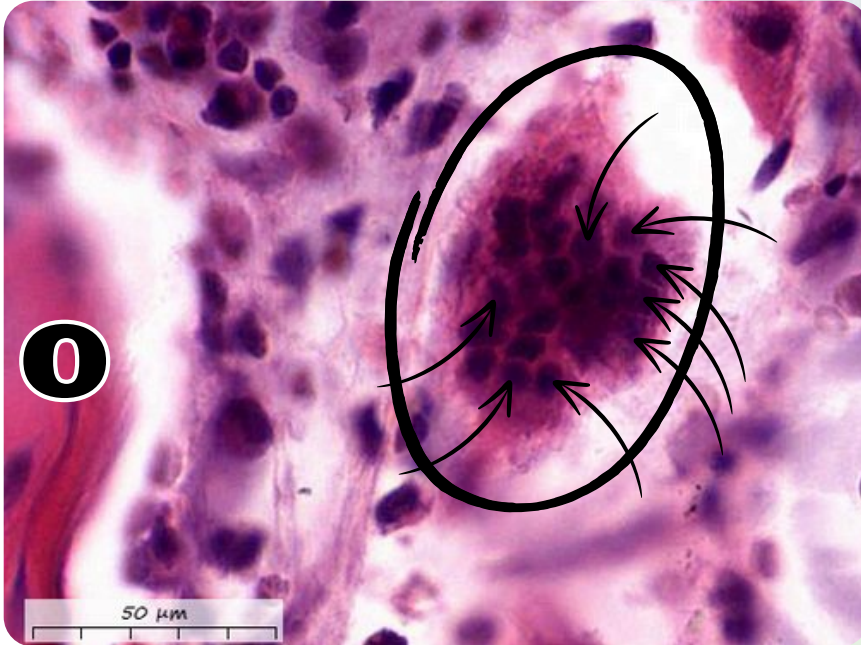


Os osteoclastos são encontrados no **Tecido Ósseo**

Célula gigante, móvel e multinucleada localizada na superfície da matriz extracelular óssea. É responsável pela digestão e reabsorção do tecido ósseo, por isso seu citoplasma é rico em enzimas digestivas produzidas pelos ribossomos, retículo endoplasmático rugoso e complexo de Golgi. Possui várias projeções celulares que se fixam à superfície do osso, liberam as enzimas digestivas para o espaço extracelular e fazem a digestão. As enzimas digerem a matriz extracelular, reabsorvem as moléculas digeridas e as aproveitam em outras vias metabólicas.

OSTEOCLASTO

Como é no
microscópio?



Micrografias histológicas da superfície óssea (O). Osteoclastos (círculos) de formato irregular e projeções citoplasmáticas. Grande quantidade de núcleos (setas) espalhados pela célula.



OSTEOCLASTO

**Que funções
ele tem?**

1

Reabsorção Óssea

Os osteoclastos são responsáveis pela degradação da matriz óssea. Eles liberam enzimas digestivas que dissolvem minerais, como cálcio e fósforo. Esses minerais são liberados na corrente sanguínea para atender demandas diversas.

2

Reparação de Fraturas

Quando ocorre uma fratura óssea, os osteoclastos são recrutados como parte do processo de cicatrização. Eles desempenham um papel na remodelação do osso quebrado e na remoção de tecido ósseo danificado, facilitando assim a regeneração do osso.

Remodelação Óssea

Desempenham um papel crucial na remodelação óssea, que é um processo contínuo que envolve a formação e a reabsorção de tecido ósseo. Eles ajudam a substituir o osso antigo ou danificado por osso novo e saudável. Esse processo é fundamental para a manutenção da integridade e força dos ossos ao longo da vida.

3

OSTEOCLASTO

Curiosidades

Ossos esburacados

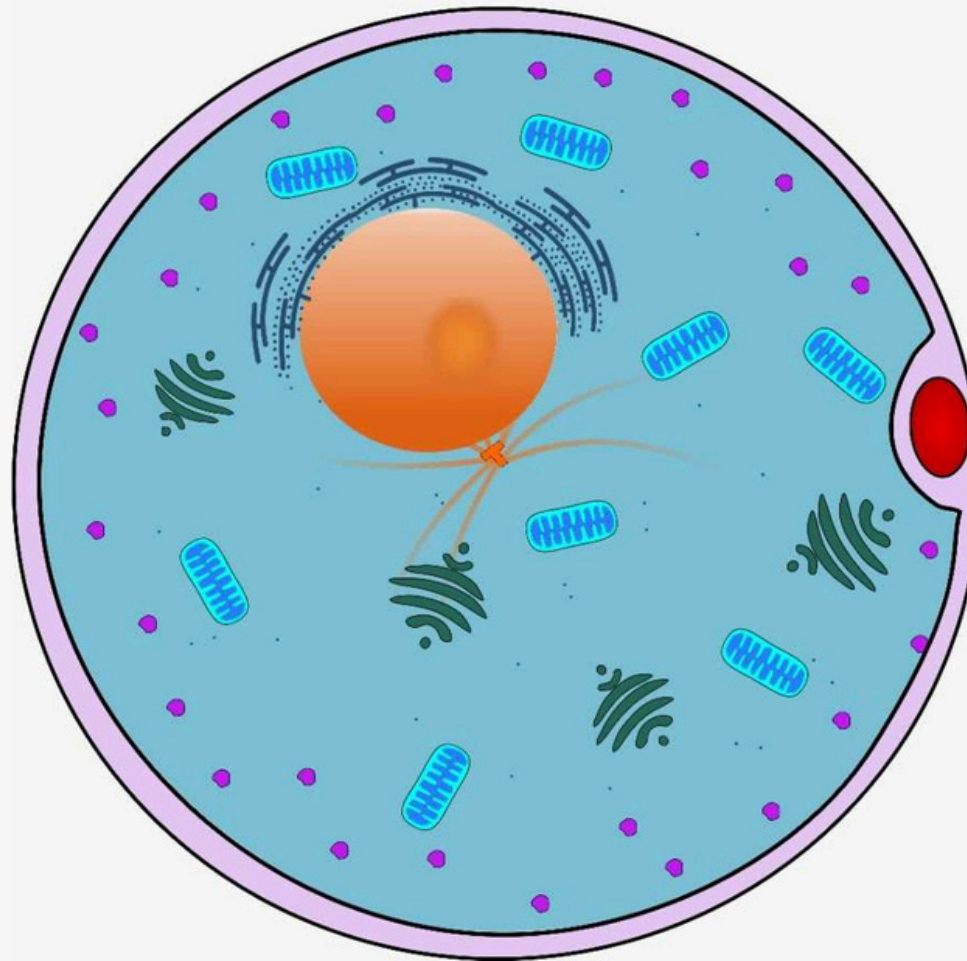
Os osteoclastos estão ligados à **osteoporose**, caracterizada pela diminuição da densidade óssea e fragilidade dos ossos que ocorre quando há um desequilíbrio entre a formação óssea, realizada pelos osteoblastos, e a reabsorção óssea, realizada pelos osteoclastos. O tratamento ocorre com uso de bifosfonatos que ajudam a reduzir a reabsorção óssea ao inibir os osteoclastos.

Ossos enpedrados

De forma contrária à osteoporose, quando os osteoclastos apresentam disfunção e não realizam absorção óssea, pode ocorrer a **osteopetrose**, caracterizada pelo aumento da densidade óssea e enrijecimento dos ossos. Os ossos ficam muito duros e afetam até mesmo as articulações.

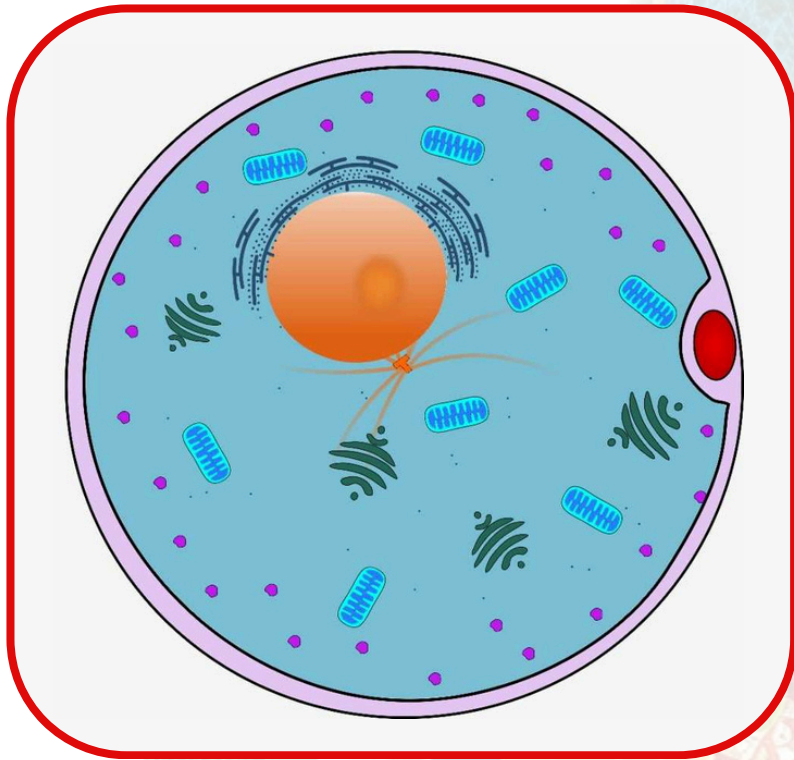
OVÓCITO

a célula reprodutiva feminina



OVÓCITO

Como é essa célula?



Os ovócitos são encontrados no
sistema reprodutor feminino

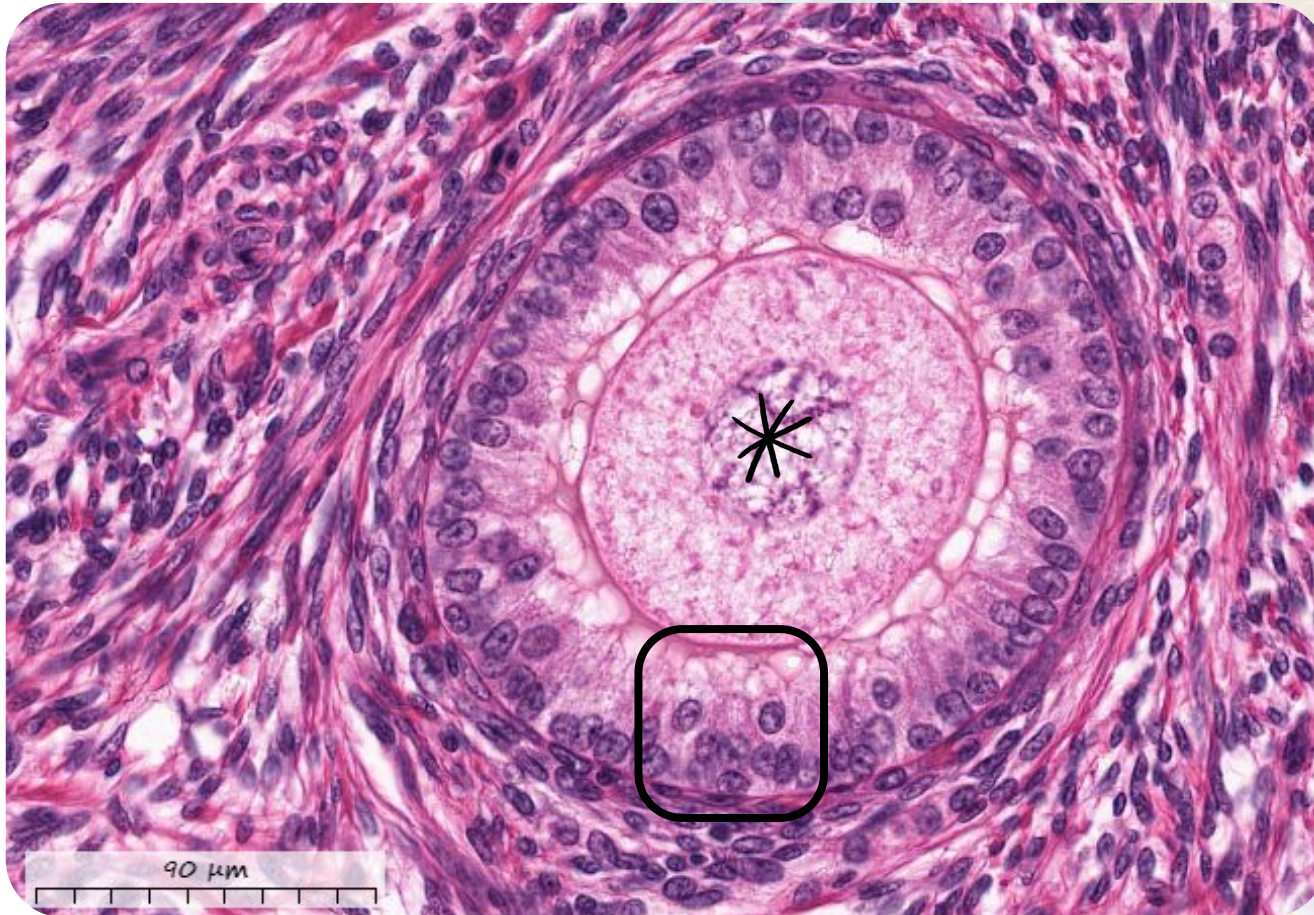
É uma grande célula globular e sua morfologia varia ao longo do processo de maturação. Existem dois tipos principais de ovócitos:

Ovócito primário: célula imatura presente no corpo feminino desde o nascimento. Permanece em estado de repouso por anos.

Ovócito secundário: a cada ciclo menstrual, um ovócito primário amadurece em ovócito secundário, uma célula haploide pronta para a fertilização. Externo a sua membrana plasmática, apresenta a zona pelúcida, que o protege de lesões mecânicas e atua como barreira espécie-específica para o espermatozóide, admitindo apenas a entrada daqueles da mesma espécie ou de espécies intimamente relacionadas. Todo ovócito ainda é envolto pela corona radiata, diversas camadas de células foliculares que atraem quimicamente o espermatozóide.

OVÓCITO

**Como é no
microscópio?**



Micrografia histológica de um ovário. Ovócito central, com grande núcleo globular (asterisco). O ovócito é envolvido por camadas de células da corona radiata (quadrado).

OVÓCITO

**Que funções
ele tem?**

1 **Desenvolvimento do zigoto**
Os ovócitos são as células germinativas femininas responsáveis por receber o material genético paterno para a formação do zigoto e desenvolvimento do embrião

2 **Fertilização**
Durante a ovulação, um ovócito secundário é liberado do ovário e está pronto para ser fertilizado por um espermatozoide. A fertilização ocorre quando um espermatozoide penetra no ovócito, resultando na formação de um zigoto, que é o embrião inicial.

3 **Contribuição Genética**
O ovócito contém metade do material genético necessário para criar um novo indivíduo. Após a fertilização, o núcleo do ovócito se funde com o núcleo do espermatozoide, combinando material genético materno e paterno para formar um embrião com um conjunto completo de cromossomos.

OVÓCITO

Curiosidades

Uma produção limitada...

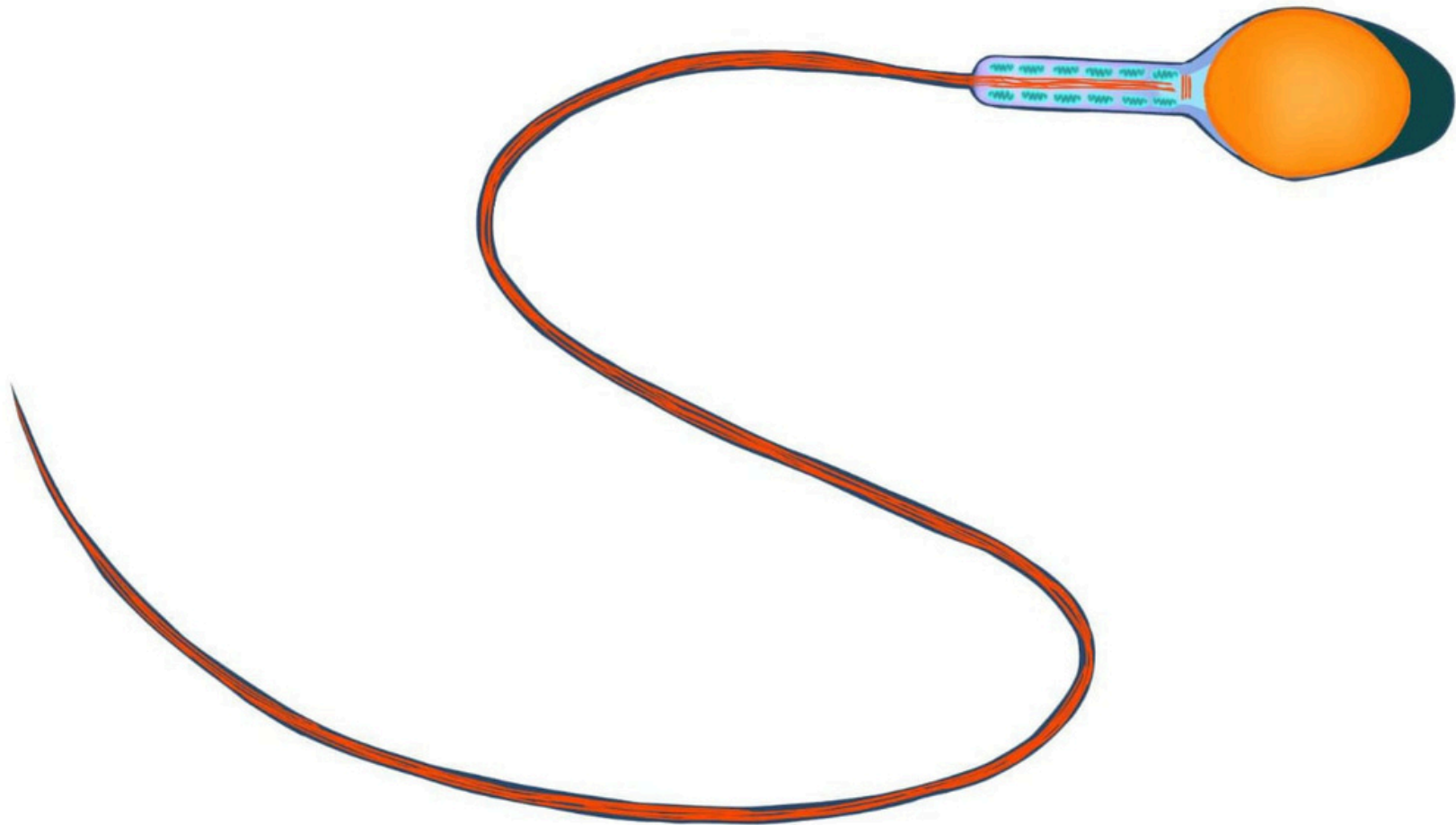
As mulheres nascem com uma quantidade finita de ovócitos primários nos ovários. Essa reserva diminui ao longo da vida e, eventualmente, se esgota durante a menopausa, o que marca o fim da fertilidade.

...de grandes células

Os ovócitos são as maiores células do corpo humano em volume, sendo possível visualizá-las até mesmo a olho nu.

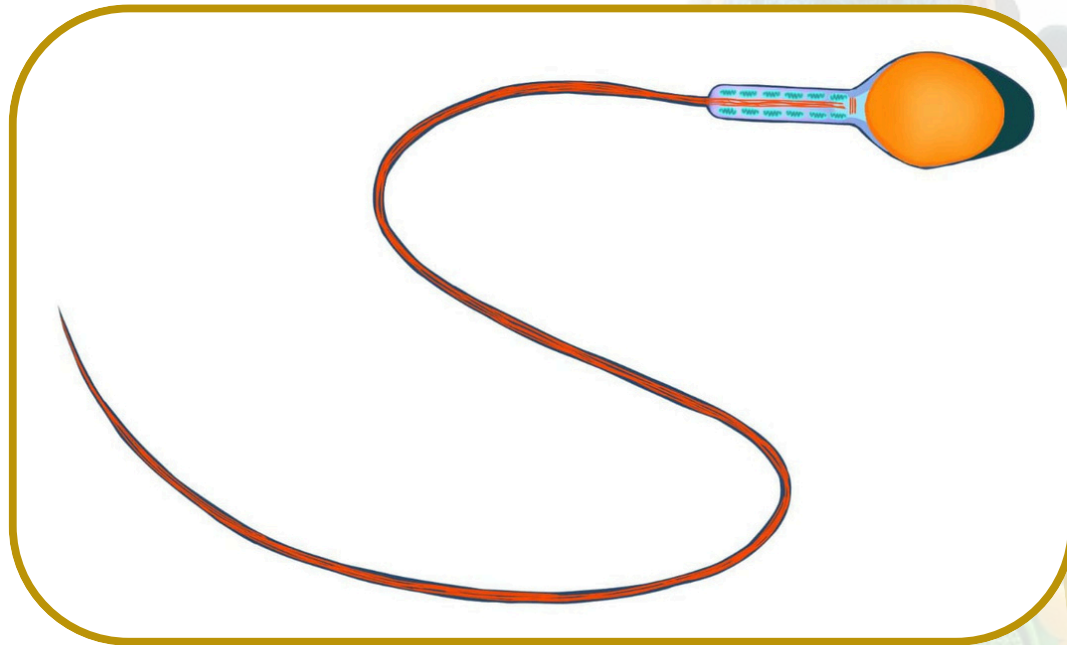
ESPERMATOZOIDE

a célula reprodutiva masculina



ESPERMATOZOIDE

Como é essa célula?

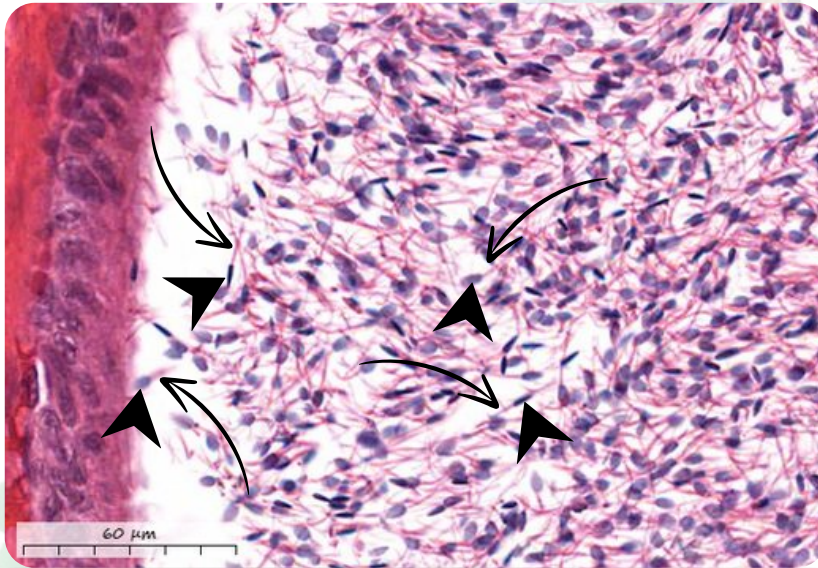


Os espermatozoides são encontrados no sistema reprodutor masculino

Célula reprodutiva masculina móvel caracterizada por um formato alongado. Possui **cabeça**, **peça intermediária** e uma **cauda**. A cabeça contém núcleo repleto de material genético altamente compactado e acrossomo, responsável pela digestão para penetração no ovócito. A peça intermediária contém mitocôndrias que fornecem energia ao espermatozoide para seu deslocamento. A cauda, ou flagelo, apresenta filamentos de microtúbulos e é a parte móvel da célula. O formato alongado envolve a perda gradativa de grande volume citoplasmático e organelas.

ESPERMATOZOIDE

Como é no
microscópio?



Micrografia histológica de epidídimo. Milhares de espermatozoides armazenados na luz do órgão. Cabeças (pontas de setas) e caudas (setas).



Micrografia eletrônica de esfregaço de espermatozoides. Cabeças (asteriscos), peça intermediária (setas) e caudas (cabeças de setas).

ESPERMATOZOIDE

**Que funções
ele tem?**

1

Fertilização

É papel do espermatozoide fertilizar o óvulo. Quando um espermatozoide alcança um óvulo maduro, ele penetra na membrana do mesmo e libera seu material genético, que se combina com o material genético do óvulo. O zigoto formado é a primeira célula do novo organismo, que conterá uma combinação única de genes dos pais. Esse processo inicia o desenvolvimento embrionário.

2

Transporte de DNA paterno

Os espermatozoides transportam o DNA paterno para combinação com o DNA materno do óvulo. A combinação de material genético mantém a ploidia constante da espécie e contribui para a variabilidade genética.

ESPERMATOZOIDE

Curiosidades

A fábrica fechou!

A vasectomia é um procedimento cirúrgico de esterilização masculina que envolve o corte ou bloqueio dos ductos deferentes, os tubos que transportam os espermatozoides dos testículos até a uretra. Como resultado, os espermatozoides não são mais capazes de serem ejaculados durante a relação sexual e, portanto, o homem se torna infértil.

Continue a nadar!

Os espermatozoides têm uma cauda longa e fina, chamada flagelo, que lhes permite nadar e se mover em direção ao óvulo. Esse movimento é essencial para que os espermatozoides alcancem o óvulo no trato reprodutivo feminino.



Após olhar as sessões celulares, você pode se perguntar “Como que eu poderia usar isso em minha sala de aula?” Apresentamos a você algumas sugestões de uso para turmas de ensino médio, mas que podem ser facilmente adaptadas ao ensino fundamental e ao ensino superior.

Sugestões de Atividades

Como são nossas células?

OBJETIVOS

Expandir o conhecimento dos alunos acerca da diversidade morfológica celular.



NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

Sugere-se que essa atividade seja desenvolvida após a turma ter tido contato com o conteúdo de células e antes do conteúdo de tecidos ser trabalhado. Esta atividade demanda entre 2 a 3 aulas, e cada professor deve adaptá-la conforme sua realidade de turma e tempo.

MATERIAIS

Notas adesivas

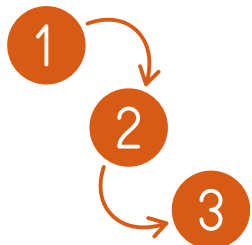
Folhas A4

Lápis de cor, canetas coloridas ou giz de cera

Computadores/dispositivos para exploração do Guia Digital Ilustrado



DINÂMICA



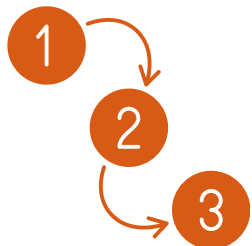
Conceito de célula: A turma deverá ser dividida em dois grupos. Cada grupo construirá um mapa conceitual colaborativo no quadro branco usando notas adesivas em três cores diferentes representando nome, morfologia e função de cada organela celular. As notas serão organizadas e conectadas no quadro por setas desenhadas pelos alunos. O professor atuará como mediador e, ao final, conduzirá uma discussão sobre os dois mapas construídos.

Desenhando células: Cada grupo será dividido em três novas equipes, totalizando seis equipes. Cada equipe deverá desenhar uma célula eucarionte em uma folha A4. Ao final do tempo estipulado, o professor deve pedir que cada equipe registre na folha um nome/identidade para a célula desenhada, a descreva (como ela é, qual sua forma, quais seus constituintes) e indique uma provável função.

Nossas células são todas iguais? Os desenhos realizados pelas equipes devem ser compartilhados com a turma para iniciar a discussão "Nossas células são todas iguais?" "Como realizam funções distintas?". O professor, enquanto mediador, conduz a discussão e registra no quadro as informações fornecidas pelos alunos. Faz-se interessante que os alunos discutam as diferentes funções celulares (secreção, absorção, contração, armazenamento...) e como seria a organização dessas células para que elas desempenhem essas funções.

Diversidade celular: O professor deve então disponibilizar o Guia Digital Ilustrado para que as equipes explorem, confirmem ou refutem suas hipóteses acerca das morfologias e funções celulares. Cada equipe deverá preparar uma apresentação oral de 5 minutos sobre o assunto, escolhendo 2 células para explanação.

DINÂMICA



Redesenhando células: Como atividade de encerramento, cada equipe deverá desenhar uma célula e os desenhos novamente devem ser compartilhados e descritos (nome, identidade, como ela é, qual sua forma, quais seus constituintes e provável função). O professor pode fazer uma explosição comparativa na sala de aula, demonstrando os desenhos antes e depois da discussão e exploração do guia.

A apresentação oral poderá ser realizada imediatamente após a exploração do Guia OU na aula seguinte, para que as equipes explorem outras fontes de pesquisa.

Ao invés de desenhar, os alunos podem usar massa de modelar para criar as células antes e depois da exploração do guia. Os modelos podem originar uma exposição na escola.

Montando células especializadas

OBJETIVO

Compreender a organização e função das organelas nas células animais.



NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

Sugere-se que essa atividade seja desenvolvida após a turma ter tido contato com o conteúdo de células. Ela pode ser desenvolvida antes do conteúdo de tecidos. Esta atividade demanda 2 aulas, e cada professor deve adaptá-la conforme sua realidade de turma e tempo.



MATERIAIS

Folhas impressas com organelas (págs. 105 e 106)

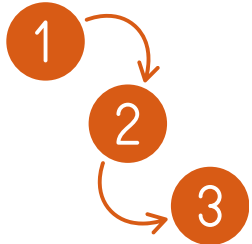
Folhas A4

Tesoura

Cola

Computadores/dispositivos para exploração do Guia Digital Ilustrado

DINÂMICA



Funcionamento do corpo: A turma deve ser dividida em grupos de 4-5 alunos. O professor deve conduzir uma discussão sobre o funcionamento do corpo humano, indagando sobre os tecidos/sistemas presentes, relacionando células como componente essencial para o desempenho das funções do organismo. A proposta é que se discuta funções que as células devem ter (secreção, reprodução, contração, defesa...)

Montagem celular: Cada grupo deverá receber uma folha A4 branca, uma folha A4 com ilustrações de organelas, tesoura e cola para montar uma célula capaz de desempenhar uma das funções listadas. O professor pode fazer essa distribuição. Os formatos da célula e do núcleo são livres, dentro da célula os alunos devem organizar e colar as organelas selecionadas e cortadas. É relevante que o professor saliente, quando necessário, a importância da reflexão sobre a localização e quantidade das organelas em cada célula. Cada grupo deve explicar e justificar para os demais a montagem realizada. O professor deve incentivar a participação dos grupos na discussão sobre as montagens dos demais.

Recorrendo ao Guia Ilustrado: O professor deve disponibilizar o Guia Ilustrado para os grupos explorarem e acharem uma célula com função equivalente. Após leitura e discussão entre os integrantes, cada grupo deve pontuar, em uma folha A4, os acertos, erros e descobertas para nova explicação para a turma.

Organelas para atividade

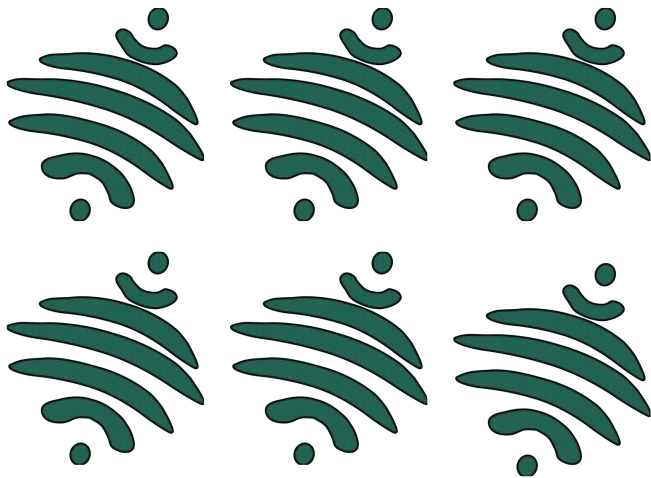
RIBOSSOMO



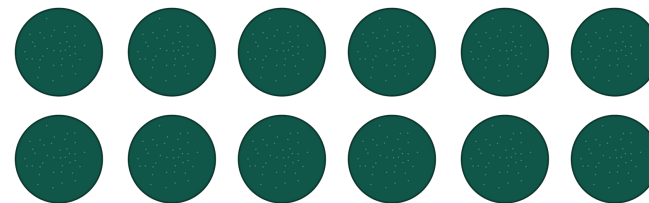
**RETÍCULO
ENDOPLASMÁTICO**



COMPLEXO DE GOLGI

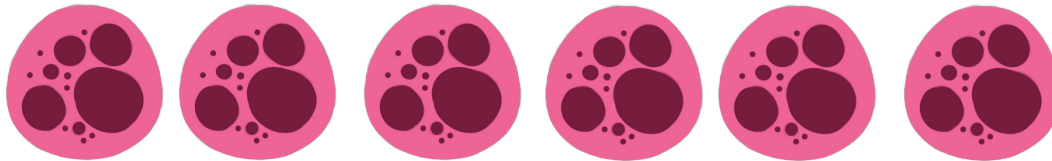


VESÍCULA DE SECREÇÃO

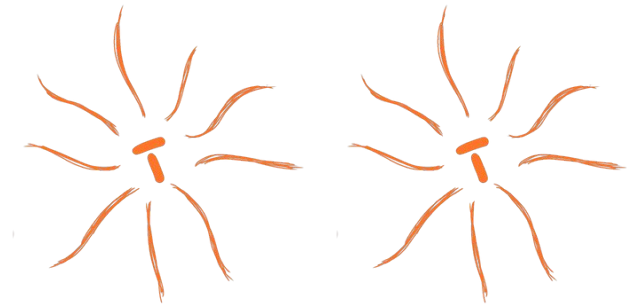


Organelas para atividade

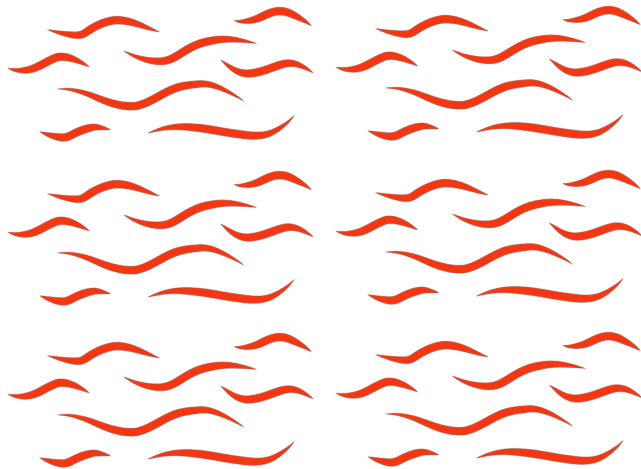
LISOSSOMO



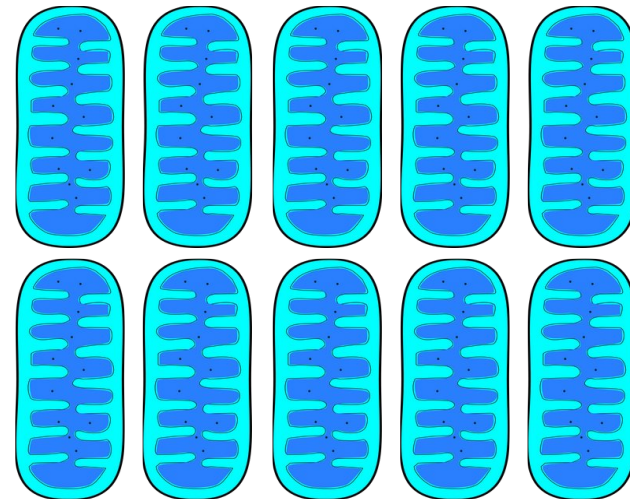
**MICROTUBULO E
CENTRÍOLO**



FILAMENTO DE ACTINA



MITOCÔNDRIA



Conhecendo as células especializadas

OBJETIVO

Compreender as características morfológicas e funcionais das células especializadas.



NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

Sugere-se que essa atividade seja desenvolvida após a turma ter tido contato com o conteúdo de células. Ela pode ser desenvolvida durante ou depois do conteúdo de tecidos. Esta atividade demanda entre 2 a 3 aulas, e cada professor deve adaptá-la conforme sua realidade de turma e tempo.

MATERIAIS

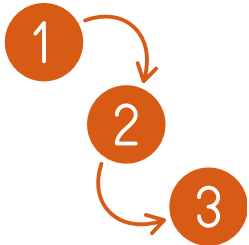


Cópias impressas das ilustrações do Guia Digital (págs. 109 a 115)

Folhas A4 e canetas para anotações

Computadores/dispositivos para exploração do guia digital (ou guia impresso)

DINÂMICA



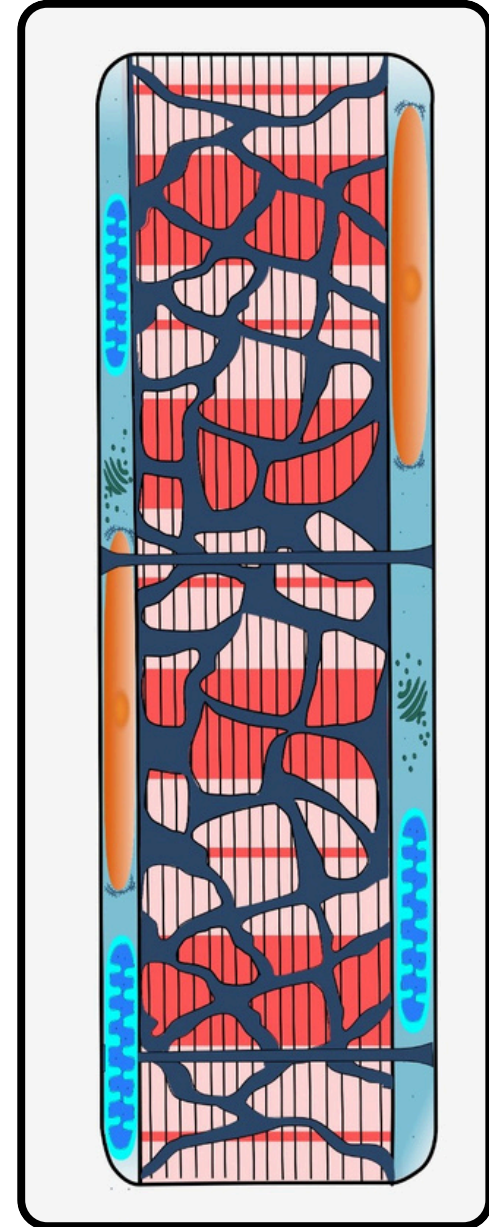
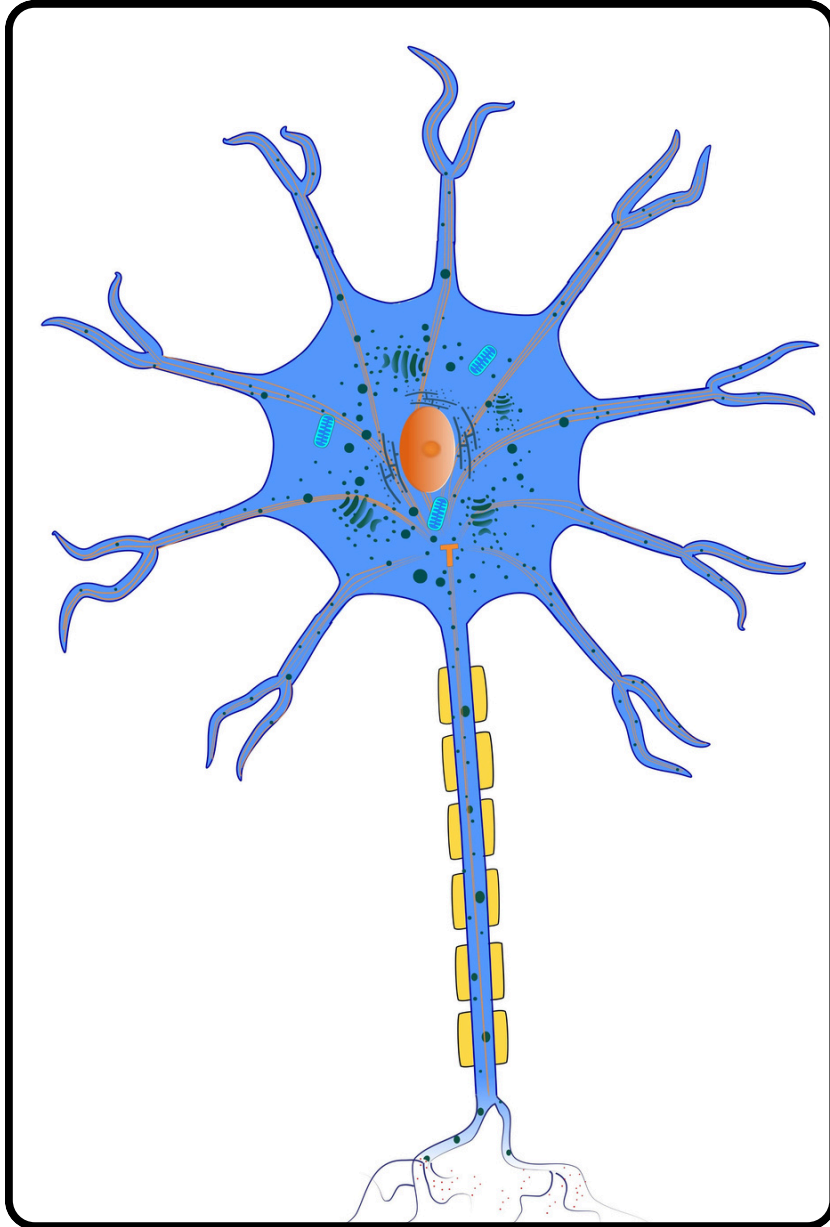
Exploração das ilustrações: A turma deve ser dividida em grupos. Cada um recebe 3 ilustrações diferentes. O professor pode explorar todas as ilustrações, dividindo de forma variada entre os grupos. À critério do professor, as ilustrações podem estar com ou sem o nome da célula.

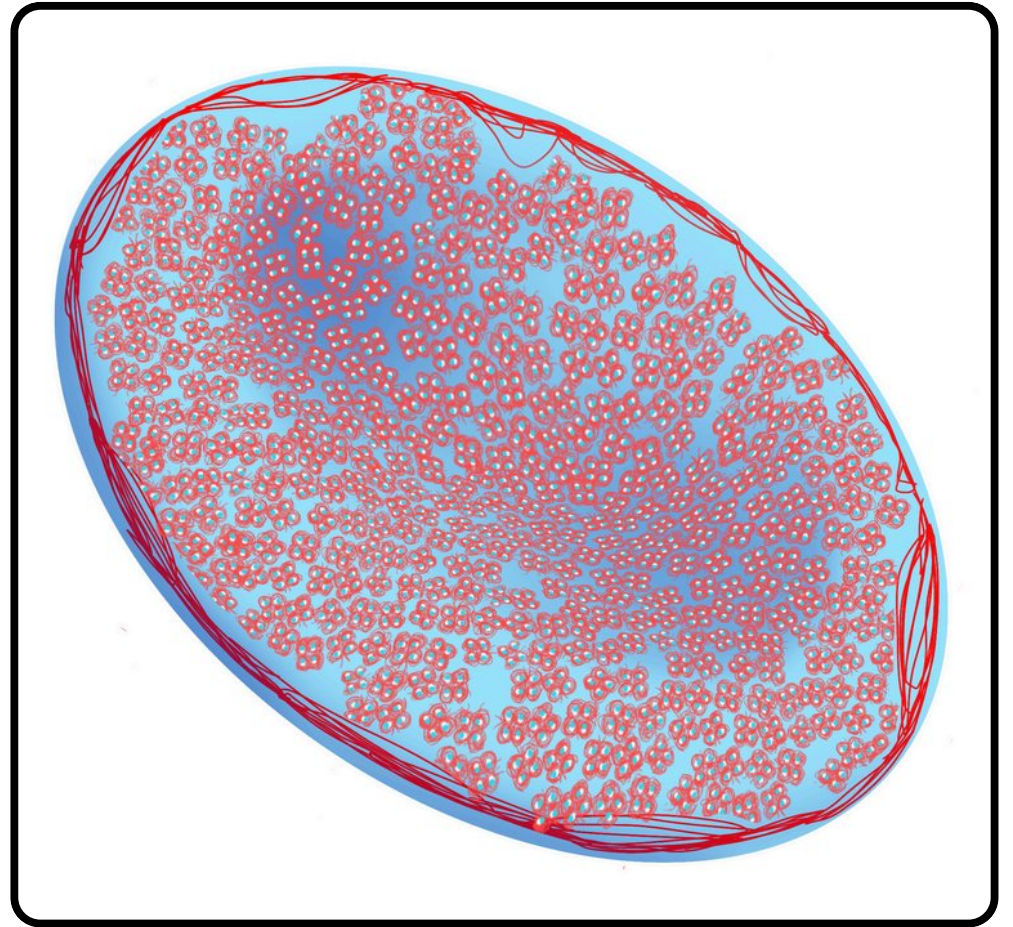
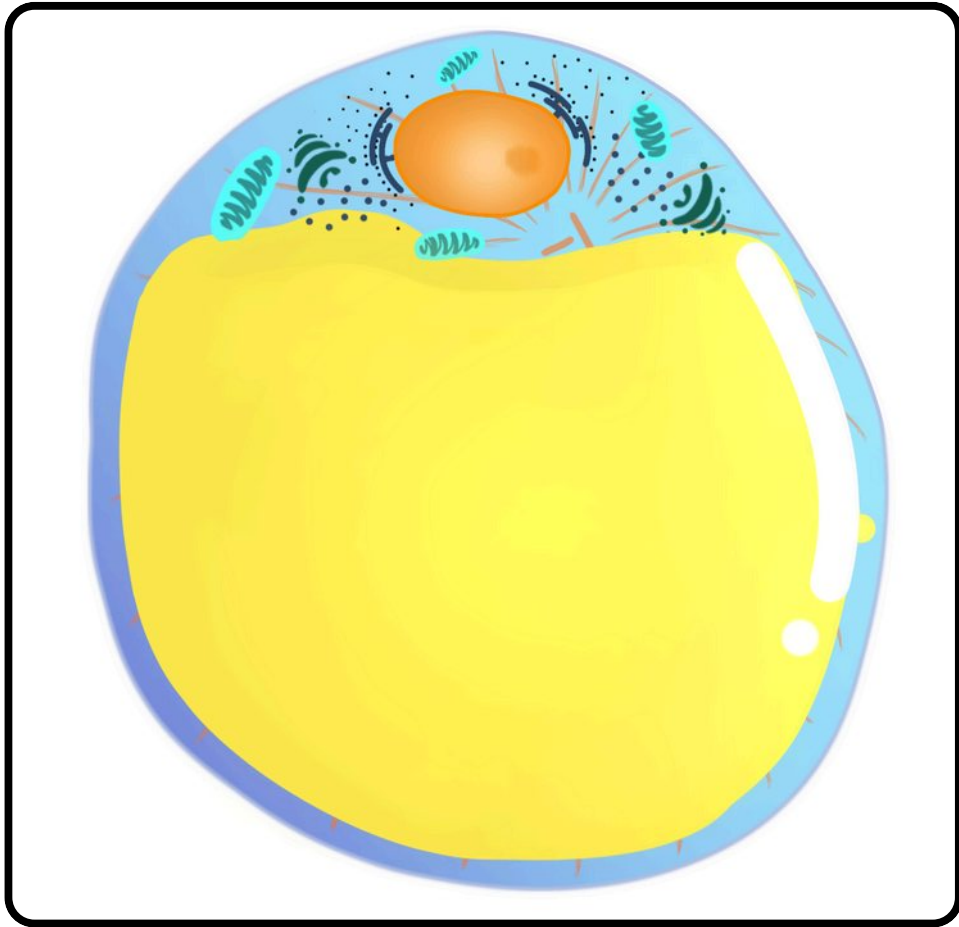
Análise das ilustrações: Os grupos devem refletir e anotar em folha A4 sobre formatos celular e nuclear e sobre as organelas e estruturas (presença, ausência, funções, abundância, organização espacial). Com base nas descrições, os grupos devem propor uma possível função. Havendo muita dificuldade nos grupos, o professor pode mediar as reflexões auxiliando na identificação das organelas.

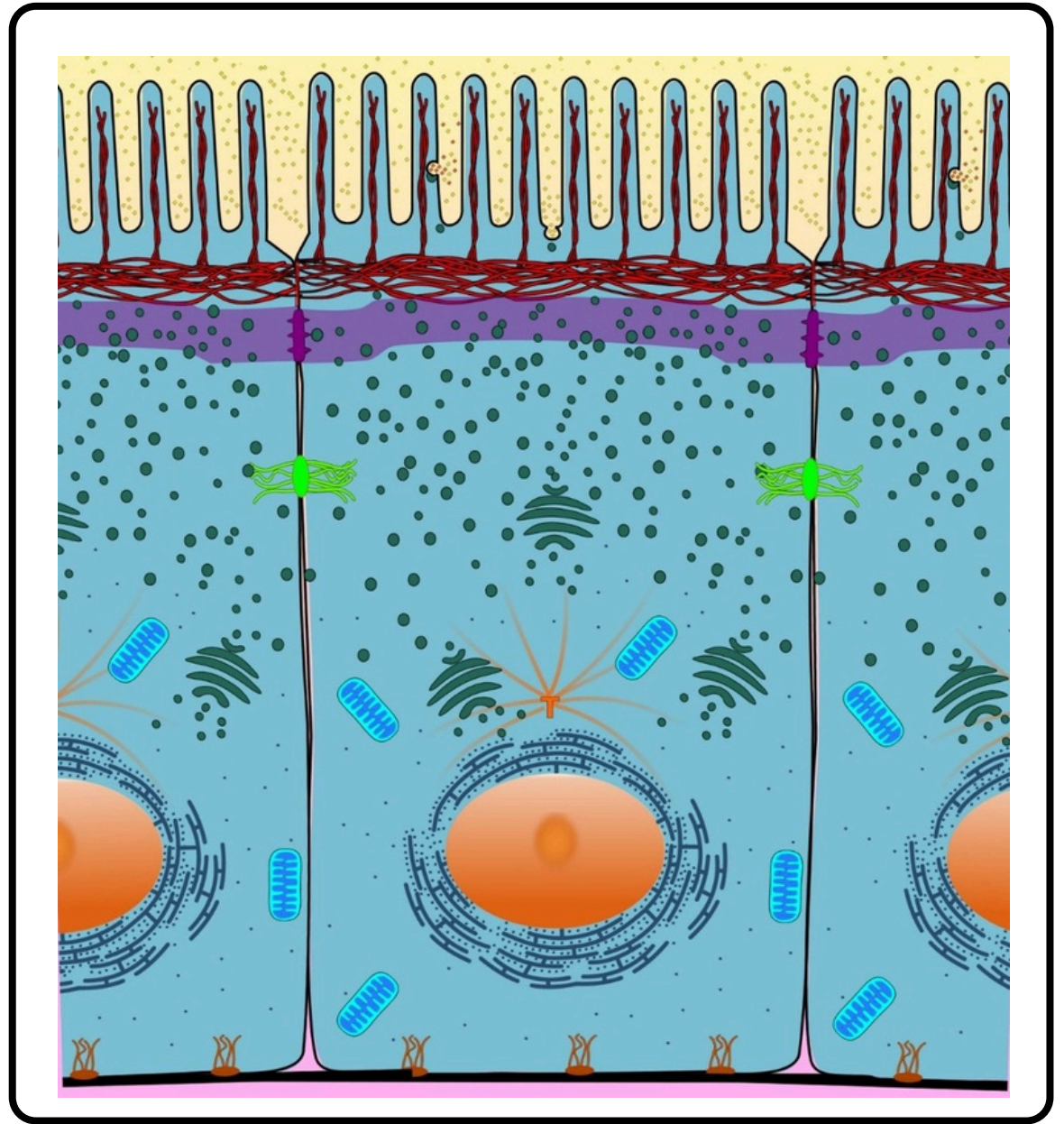
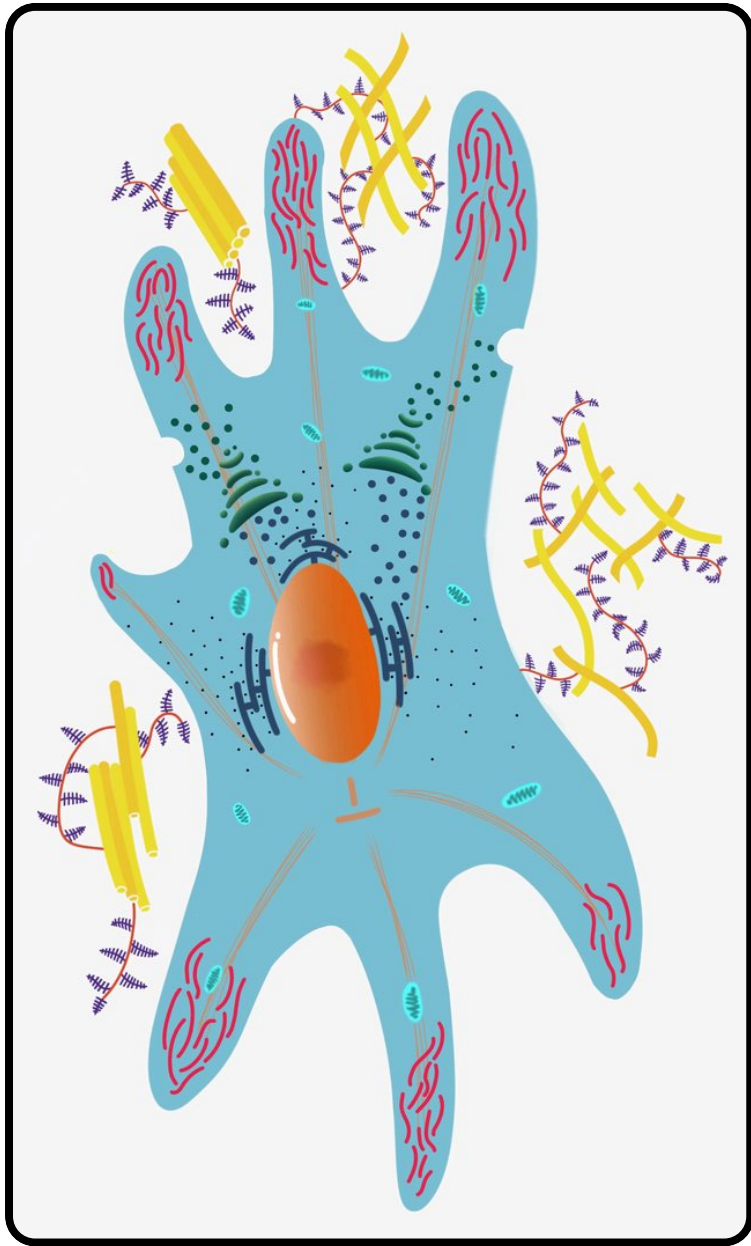
Exploração do Guia: Após discussão e registro da etapa anterior, os grupos devem explorar o Guia Digital Ilustrado, procurando pelas células que recebeu e verificando as informações.

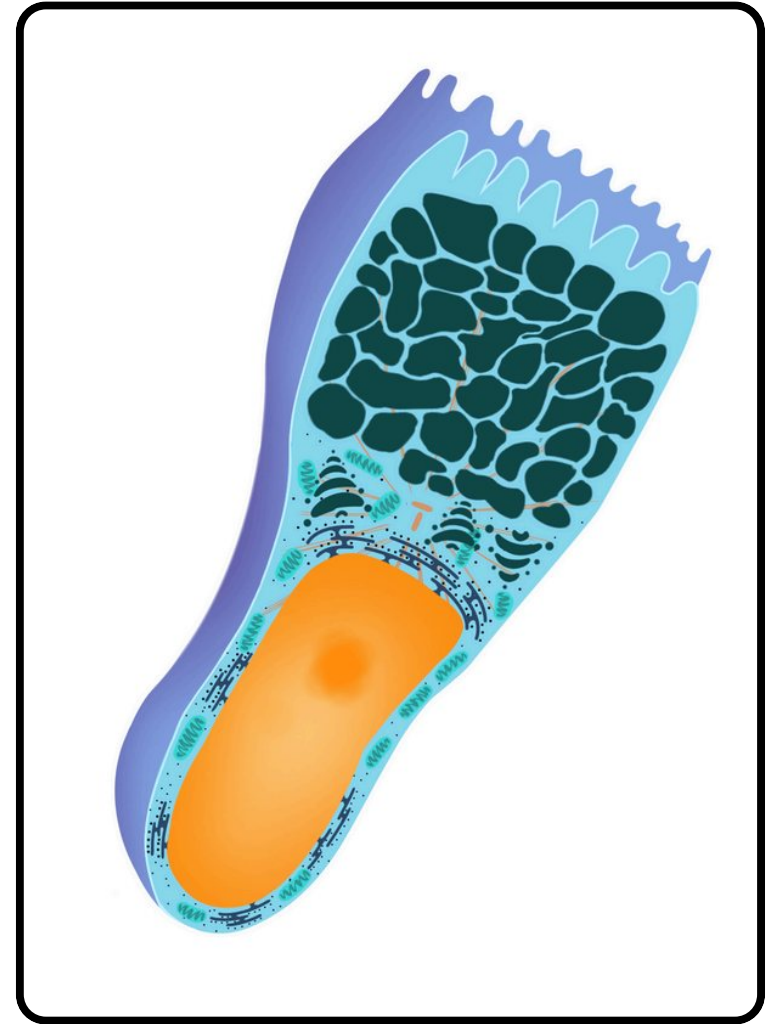
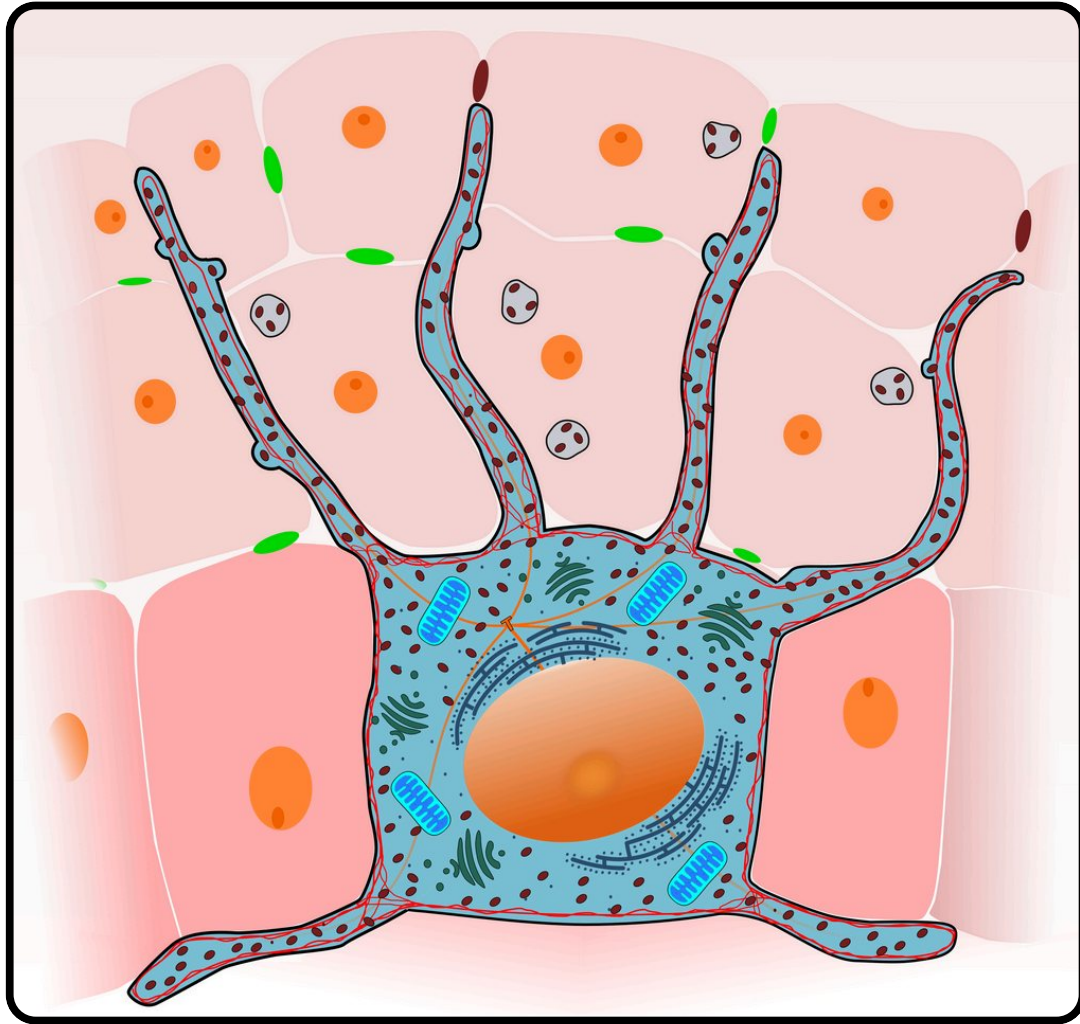
Apresentações e Construção de um Quadro Comparativo Colaborativo: Os grupos deverão apresentar as células recebidas e analisadas para o restante da turma para discussão. Ao mesmo tempo, no quadro branco, os grupos elaborarão um quadro comparativo destacando as descobertas realizadas para cada tipo celular.

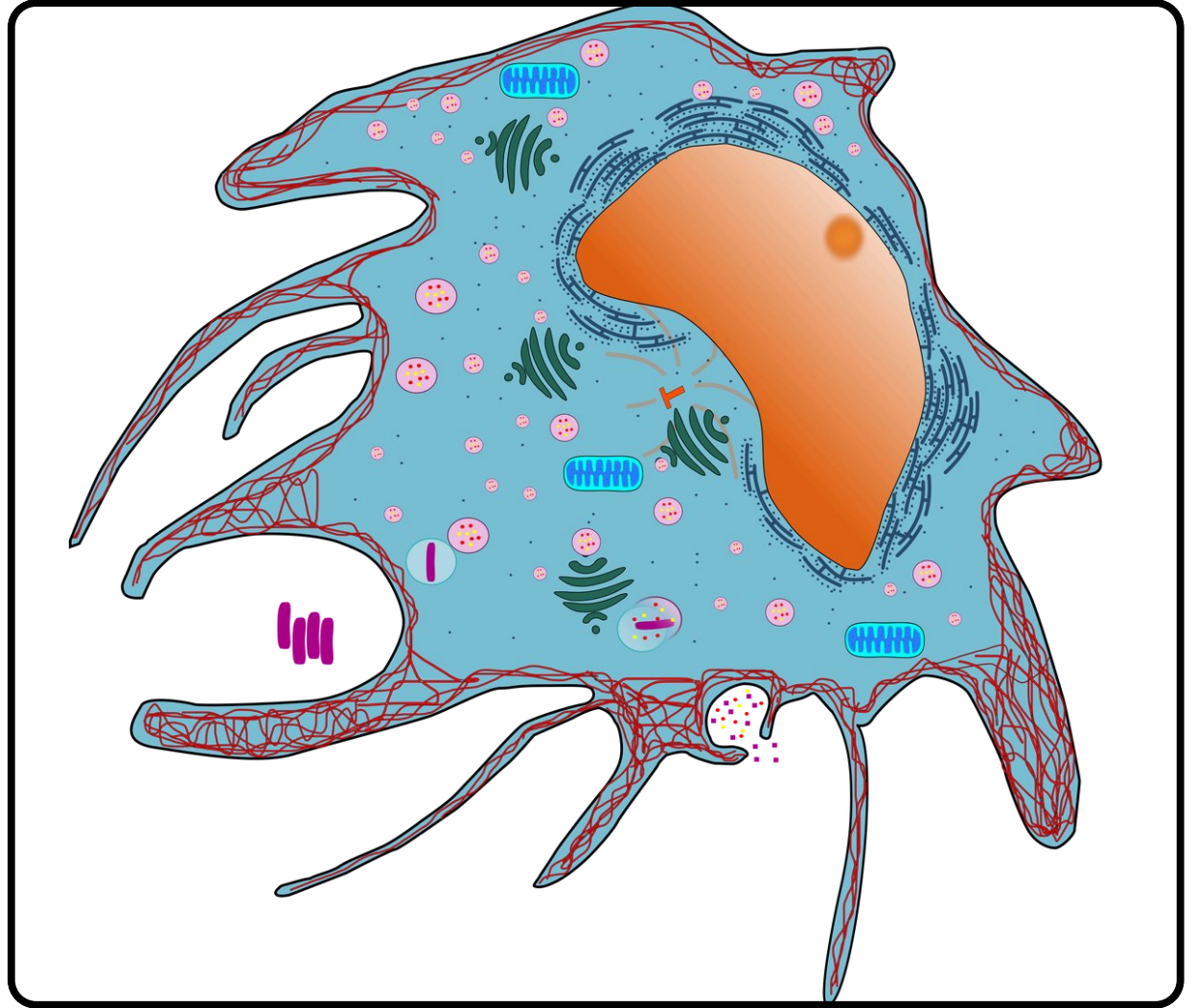
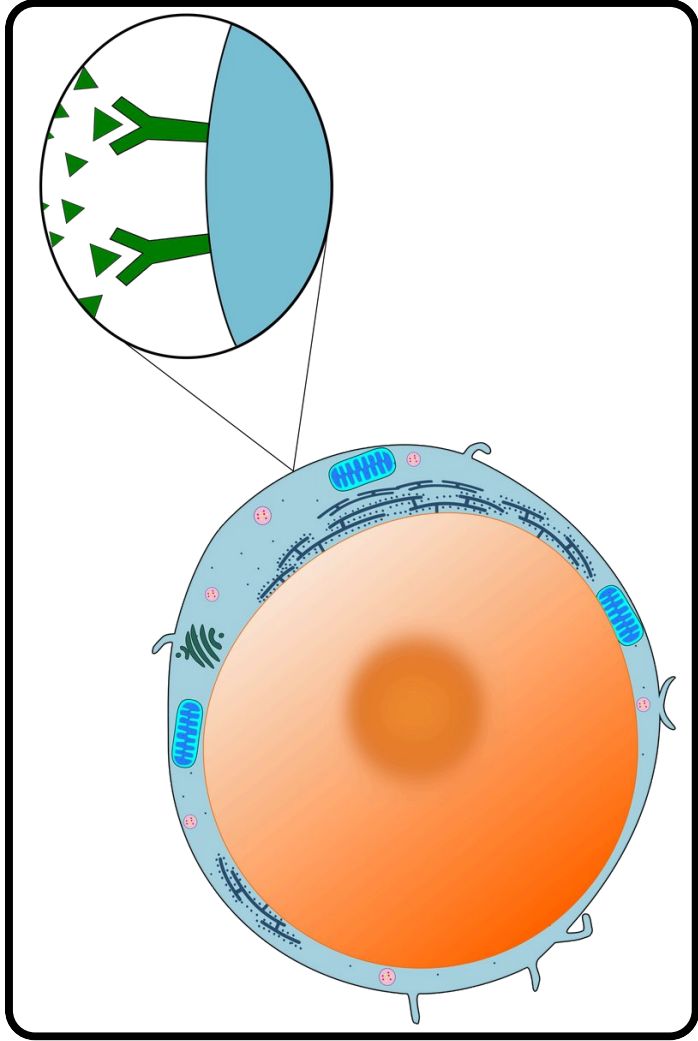
Ilustrações para atividade

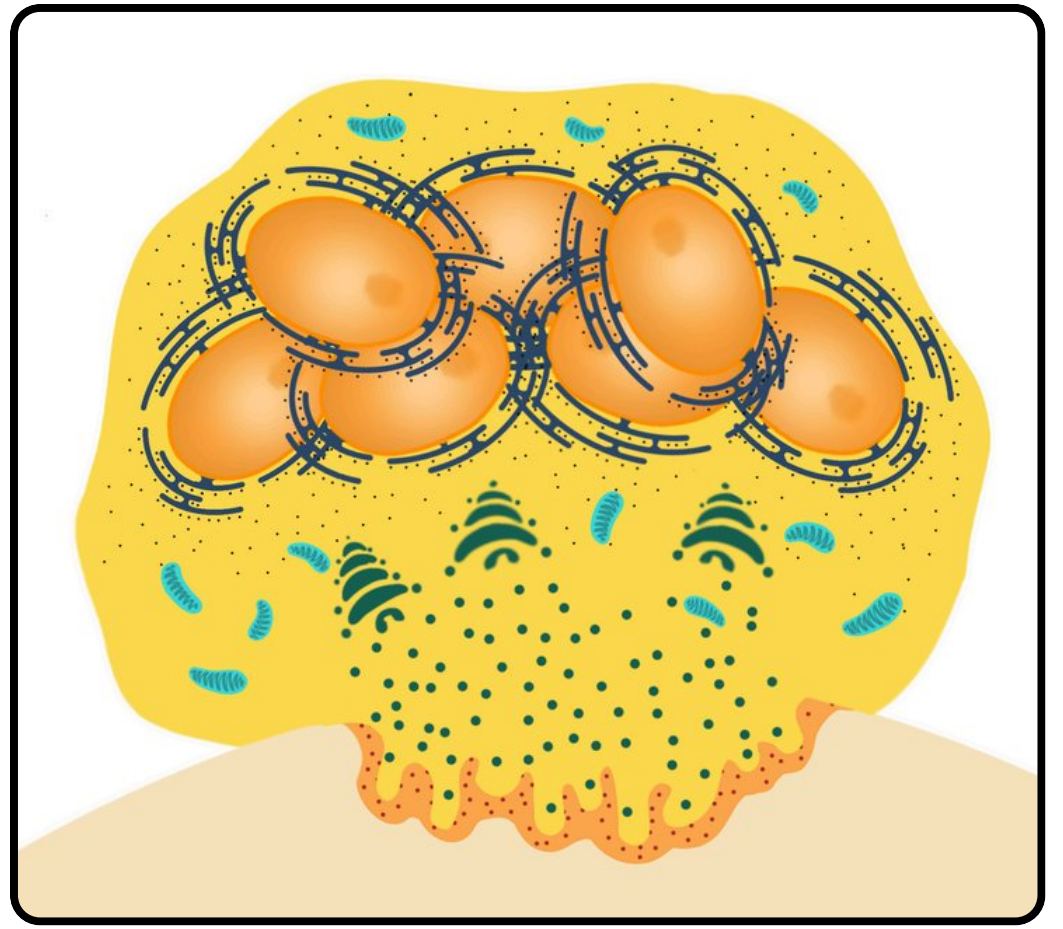
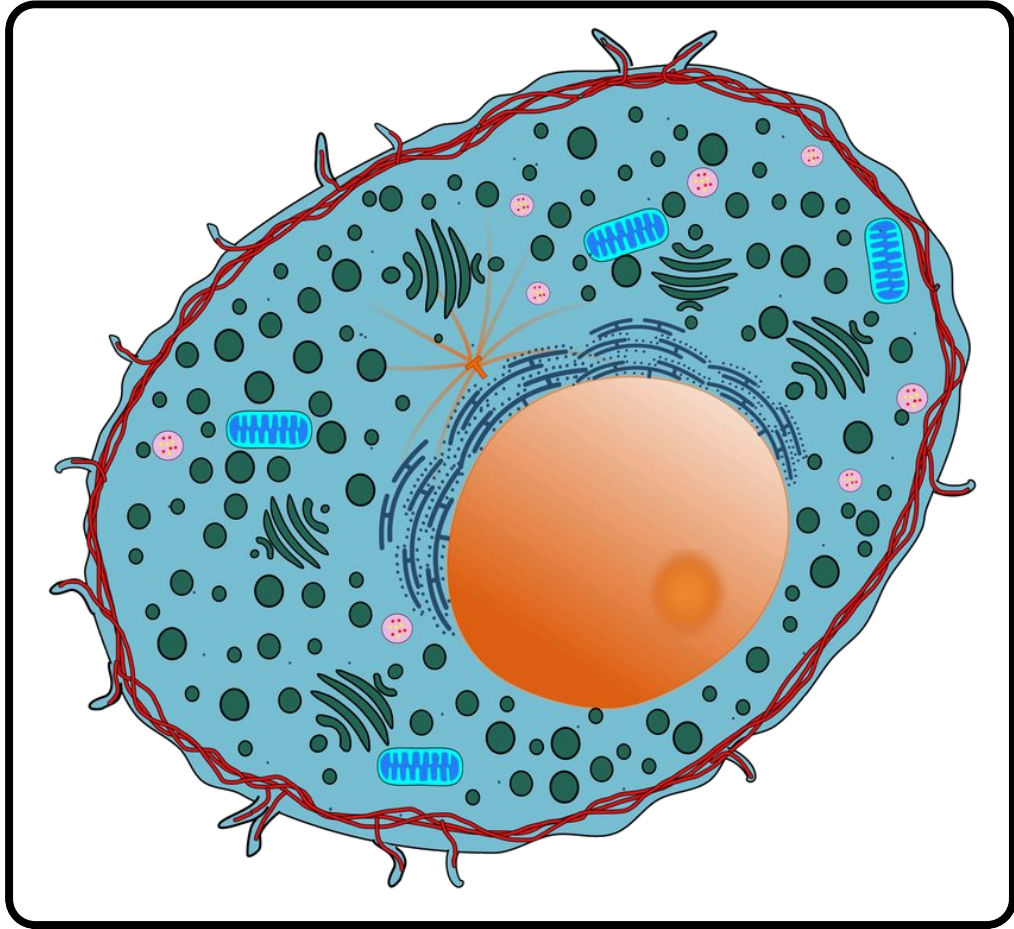


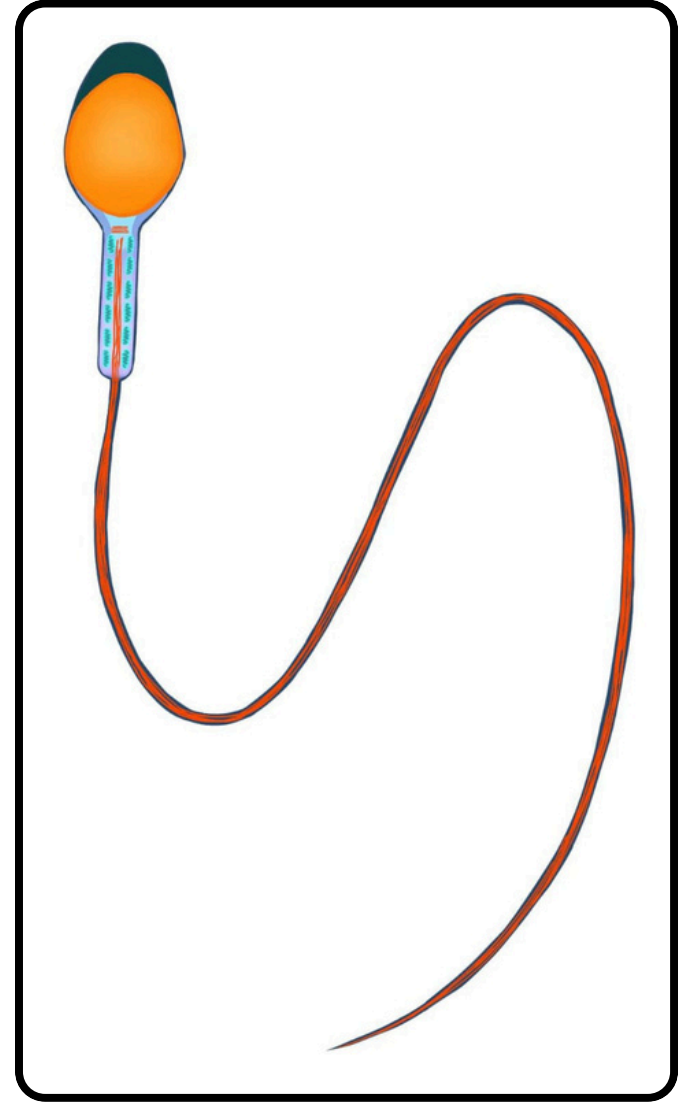
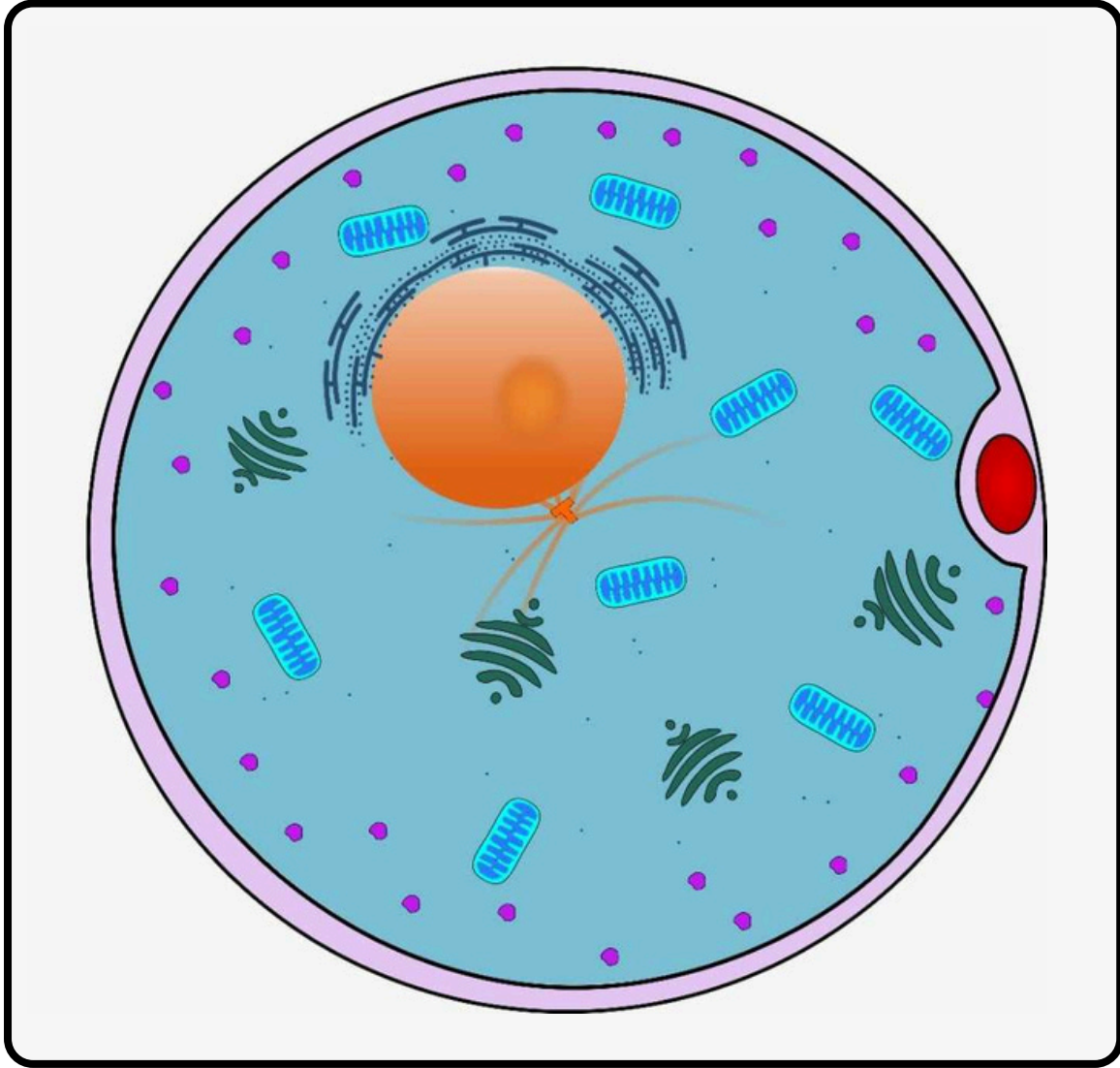












As células no nosso dia a dia

OBJETIVO

Identificar como as células estão presentes em processos do nosso corpo e situações do dia a dia.



NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

Sugere-se que essa atividade seja desenvolvida após a turma ter tido contato com os conteúdos de células. Ela pode ser desenvolvida durante ou depois do conteúdo de tecidos. Esta atividade demanda entre 2 a 3 aulas, e cada professor deve adaptá-la conforme sua realidade de turma e tempo.



MATERIAIS

Guia Digital

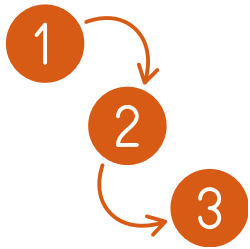
Celular, chromebook ou outro dispositivo para pesquisa

Cartolina

Cola, Tesoura

Lápis de cor, canetas coloridas ou giz de cera

DINÂMICA



Exemplificando com o Guia Digital Ilustrado: O professor deve escolher uma célula especializada do Guia para servir de exemplo para a atividade. O professor deve explorar junto com os alunos essa célula (morfologia, localização no tecido, organelas, funções e curiosidades).

As células nos tecidos: Ao final da discussão, o professor deve propor que os alunos, baseados nos tecidos histológicos existentes, listem outras células especializadas que conhecem. Sugere-se explorar os tecidos histológicos para que os alunos façam a relação célula especializada x função exercida pelo tecido. A partir da listagem, o professor deve mediar a discussão sobre como cada célula especializada se organiza para desempenhar sua principal função. Os registros podem ser feitos no quadro pelos alunos ou pelo professor.

Caracterizando as células especializadas: O professor deve dividir a turma em grupos e cada um ficará responsável por caracterizar uma das células listadas de forma a obter informações semelhantes ao exemplificado no Guia (ilustração, micrografia, descrição, localização, funções, curiosidades). Os alunos ainda não terão acesso ao Guia. A pesquisa deve ser feita usando-se outras fontes de busca indicadas ou não pelo professor. Somente ao final das pesquisas, caso os grupos estejam com dificuldades, o professor pode disponibilizar o Guia para conclusão. Cada grupo deve preparar um cartaz sobre sua célula especializada para exposição na sala de aula (ou para outras turmas).

Para tornar a primeira aula mais dinâmica, o professor deve perguntar aos alunos sobre a célula e suas características, deixando que eles discutam e tentem descrevê-la.

Mesmo que os alunos não saibam os nomes das células, ao identificarem sua importância para o tecido/corpo, deve-se registrar no quadro.

Ao invés de cartazes, o professor pode propor que cada grupo crie materiais de divulgação sobre o assunto para publicação no instagram da escola.

Fontes de pesquisa para auxiliar os alunos:

<https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/livros/atlas-de-histologia/>

<https://molich.usp.br/index.php/acesso-aos-modulos/>

<https://www.unifal-mg.edu.br/histologiainterativa/>

<https://www.youtube.com/@professorsamuelcunha>



PERFIL das células especializadas

OBJETIVO

Caracterizar, de forma lúdica, os diferentes tipos celulares.



NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

Sugere-se que essa atividade seja desenvolvida após a turma ter tido contato com os conteúdos de células e tecidos. Esta atividade demanda 2 aulas, e cada professor deve adaptá-la conforme sua realidade de turma e tempo.

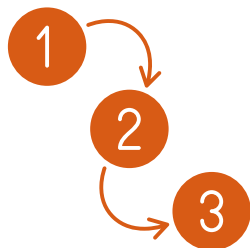


MATERIAIS

Guia Digital
Celular, chromebook ou outro dispositivo para pesquisa
Cartões (cartolina cortada em tamanho A4)
Lápis ou caneta



DINÂMICA



Adaptado do jogo Perfil (Grow), o objetivo é adivinhar qual é a célula especializada do cartão com o menor número de dicas possíveis.

A turma deve ser dividida em 14 grupos e cada grupo receberá secretamente 1 célula especializada para elaborar 15 dicas no cartão, envolvendo morfologia, localização, função, curiosidade e qualquer outra informação relevante.

Podem ser usadas células especializadas exclusivas do Guia Ilustrado ou à critério do professor. Também é possível que os próprios grupos sugiram secretamente os tipos celulares e o professor avalia cada sugestão. Seja qual for o modelo adotado para a escolha das células, o grupo deve elaborar 15 dicas. O professor deve acompanhar os grupos na elaboração ou pode sugerir a elaboração como atividade de casa. As dicas podem ser baseadas em informações do Guia Ilustrado ou de outras fontes de pesquisa.

Para jogar, deve ser estabelecida uma sequência de participação dos grupos. Cada grupo, em sua vez, assume a leitura do cartão a medida que os demais grupos (na sequência estabelecida) solicitam dicas. Cada cartão vale 15 pontos. Os pontos ganhos pelo grupo que acertar a célula em sua vez é o equivalente ao número de dicas não divulgadas. Por exemplo: O grupo acertou NEURONIO na quarta dica, então ele ganha 11 pontos (15 menos 4). O jogo termina somente quando todos os grupos tiverem feito a leitura de seu cartão. O grupo ganhador é aquele que acumular mais pontos.

BARALHO das células especializadas

OBJETIVO

Identificar, de forma lúdica, as diferentes células do corpo humano, relacionar suas funções e características.



NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO

Sugere-se que essa atividade seja desenvolvida após a turma ter tido contato com os conteúdos de células e tecidos. Esta atividade demanda entre 2 a 3 aulas, e cada professor deve adaptá-la conforme sua realidade de turma e tempo.



MATERIAIS

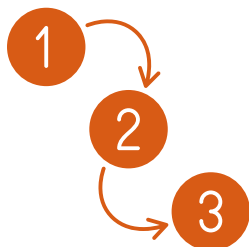
Guia Digital

Jogo (Baralho das células especializadas)

Celular, chromebook ou datashow, computador



DINÂMICA



Há várias possibilidades de uso do baralho de células especializadas em sala de aula. Sugerimos duas.

Em ambas as opções, é interessante que a turma tenha tido contato com o Guia durante o desenvolvimento do conteúdo de tecidos em sala de aula.

Semelhante ao jogo Pife: A turma deve ser dividida em grupos de 4-5 alunos, cada grupo recebe um baralho e cada jogador recebe 8 cartas. O objetivo do jogo é formar na mão 2 sequências de informações celulares, combinando 8 cartas. A cada rodada, o jogador ‘compra’ uma carta nova e descarta uma de sua mão. Pode-se ‘comprar’ do monte ou utilizar a última carta descartada. Ganha o jogador que formar as 2 sequências primeiro.

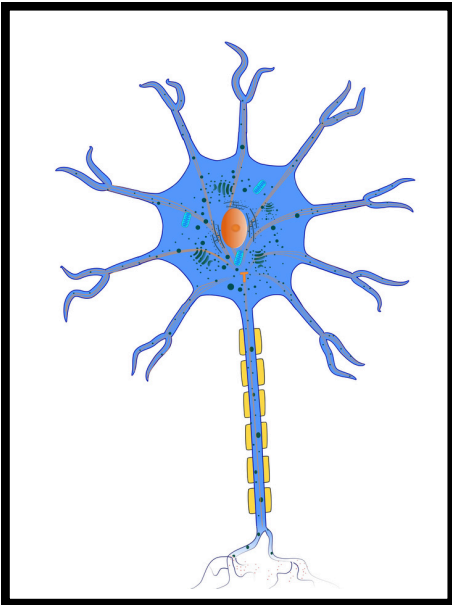
Cada carta no seu lugar: A turma deve ser dividida em grupos de 5-6 alunos. As cartas contendo as ilustrações devem ficar expostas para visualização de todo o grupo. As demais cartas devem ser embaralhadas e cada aluno deve virar uma carta por vez.

O grupo deve associar a informação contida na carta com a célula correspondente, sem nenhum tipo de consulta.

A medida que as cartas são viradas, devem ser colocadas próximas da carta com a ilustração correspondente, até que finalize todas as informações.

Ao final, os alunos podem acessar o Guia (pelo celular ou projetado por datashow) e verificar o resultado das associações. O professor tem papel de mediador, questionando os erros e instigando para o correto raciocínio.

Baralho das células especializadas



NEURÔNIO

Receber, processar e transmitir impulsos nervosos

Controlar diversas funções do corpo

*Formato alongado e estrelado
Corpo celular com núcleo esférico
Muito retículo endoplasmático rugoso e complexo de golgi
Apresenta muitos dendritos e um único axônio
Microtúbulos transportam neurotransmissores*



MIÓCITO

Movimentar e sustentar o corpo junto ao esqueleto

Contrair órgãos

Promover batimento cardíaco

*Formato alongado, núcleo acompanha o formato celular
Citoplasma rico em filamentos de actina e miosina
Organelas organizadas entre esses filamentos*



ADIPÓCITO

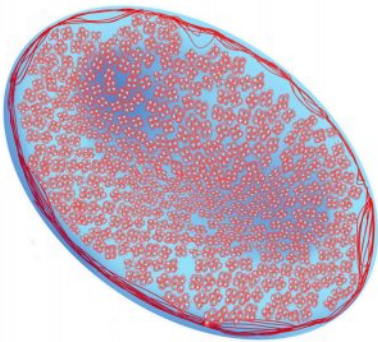
Armazenar lipídeos

*Participa da
regulação
metabólica*

*Produz hormônios
(adipocinas)*

*Formato globular,
núcleo periférico oval
ou achatado*

*Citoplasma ocupado
por inclusão de
gordura*



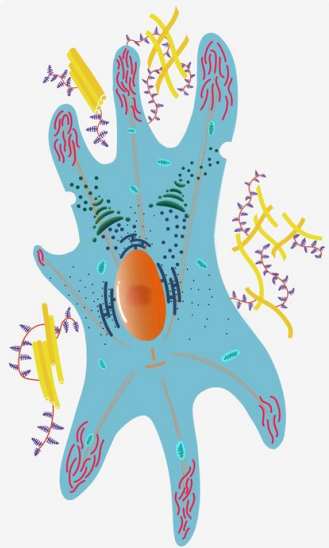
HEMÁCIA

*Transportar
oxigênio e dióxido
de carbono*

*Formato de disco
bicôncavo*

Não possui núcleo

*Citoplasma basicamente
com moléculas de
hemoglobina ligadas ao
Ferro*



FIBROBLASTO

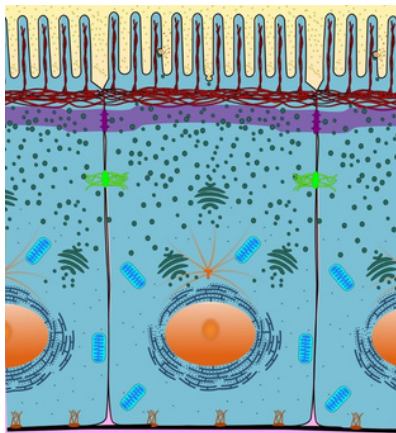
**Produz matriz
extracelular**

**Atua no processo de
cicatrização**

**Formato alongado
irregular com
prolongamentos**

Núcleo oval

**Citoplasma rico em
ribossomos, retículo
endoplasmático rugoso,
complexo de Golgi e
vesículas de secreção**



ENTERÓCITO

Absorve nutrientes

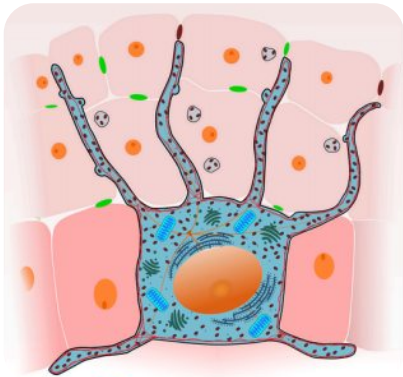
Absorve de água

**Atua como barreira
protetora contra
substâncias
prejudiciais**

**Formato colunar com
núcleo basal**

**Região apical com
microvilosidades**

**Apresenta muitas
junções intercelulares**



MELANÓCITO

Produz melanina

Determina a cor da pele, cabelos e olhos

Atua na proteção da pele contra radiação ultra-violeta

Formato estrelado e alongado

Prolongamentos se conectam com outras células

Citoplasma rico em grânulos de pigmento



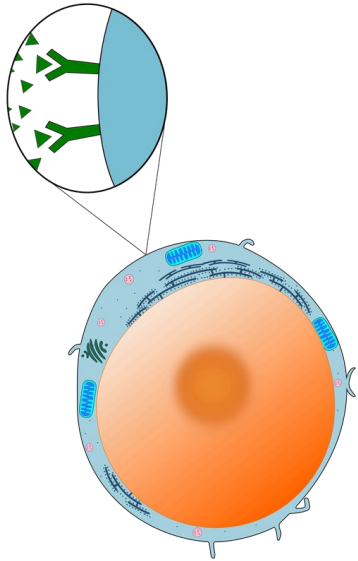
CALICIFORME

Promover lubrificação do trato respiratório e gastrointestinal

Núcleo basal e alongado

Porção apical dilatada com vesículas

Secreção de composição glicoproteica



LINFÓCITO

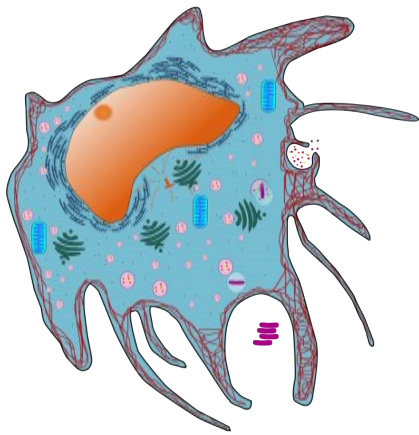
*Reconhecer antígenos
com receptores
específicos em sua
superfície*

*Atuar na coordenação
da resposta imune*

Formato esférico ou oval

*Núcleo denso e volumoso
(90% do volum celular)*

*Citoplasma com
organelas envolvidas na
produção de anticorpos*



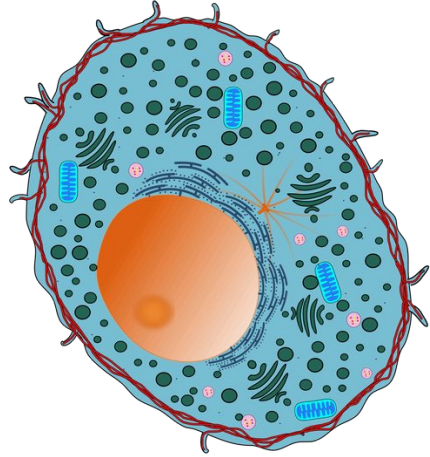
MACRÓFAGO

*Fagocitar restos
celulares, células
inteiras e fragmentos*

*Produzir e secretar
citocinas (sistema
imunológico)*

*Forma variável com
diversos
prolongamentos*

*Citoplasma rico em
retículo
endoplasmático,
complexo de Golgi e
vesículas de digestão*



MASTÓCITO

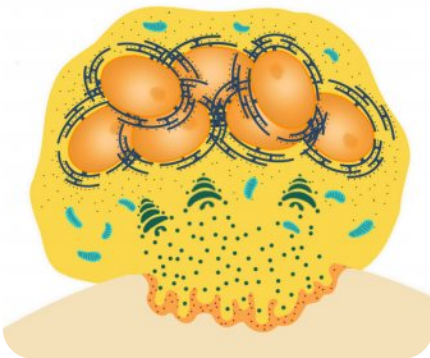
*Armazenar
substâncias de defesa*

*Recrutar células para
reparo de tecido*

*Atuar nas repostas
alérgicas*

*Formato globular ou
oval com citoplasma
repleto de grânulos
de histamina e
heparina*

Núcleo esférico



OSTEOCLASTO

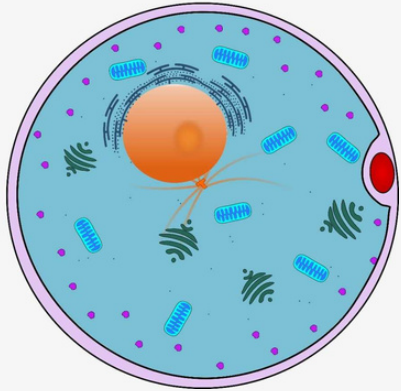
Digerir a matriz óssea

Reparar fraturas

*Contribuir na
remodelação óssea*

*Gigante, móvel e
multinucleada com
projeções*

*Citoplasma rico em
enzimas digestivas*



OVÓCITO

*Receber material
genético para
formação do zigoto
e desenvolvimento
do embrião*

*Formato globular com
morfologia variável ao
longo do processo de
maturação*

Célula de aspecto padrão



ESPERMATOZOIDE

Fertilizar o óvulo

*Transportar o DNA
para combinação e
formação do zigoto*

Formato alongado

*Cabeça, peça
intermediária e
cauda*

Referências Bibliográficas

- ✓ ALBERTS, B. et al. *Fundamentos da Biologia Celular*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- ✓ CARVALHO, H.F.; COLLARES-BUZATO, C.B. *Células: Uma Abordagem Multidisciplinar*, 1. ed. Barueri: Manole, 2005.
- ✓ BRELJE, T.C.; SORENSON, R.L. *Histology Guide*. 2014. Disponível em: <http://www.histologyguide.com/>
- ✓ JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica: texto e atlas*. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- ✓ PAWLINA, W; ROSS, M.H. *Histologia - Em Correlação Com Biologia Celular e Molecular*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

Agradecimentos



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



Histology Guide virtual microscopy laboratory



CAPES

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

5.2. APRESENTAÇÃO DO GUIA

A capa do guia digital (Figura 1), contendo três ilustrações celulares, foi criada utilizando-se o programa de Inteligência Artificial *midjourney*.

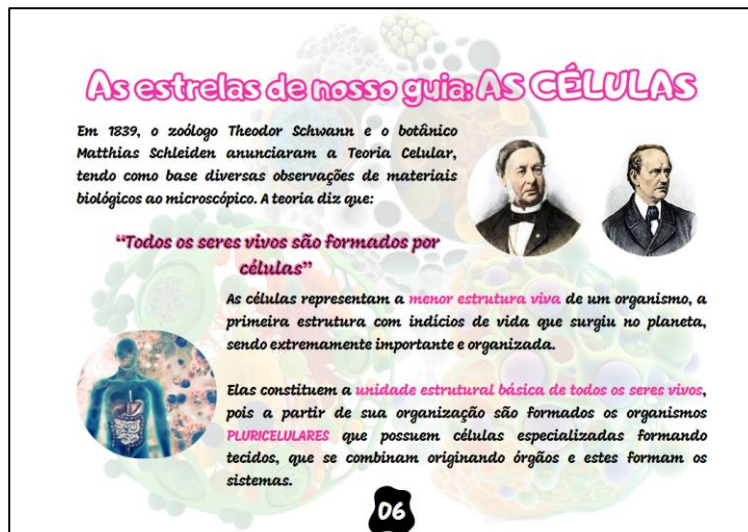
Figura 1: Capa do Guia Explorando a Diversidade Celular



Fonte: Autores (2023)

Na sequência, os autores do guia são apresentados para os leitores. Após as seções pré-sumário, o leitor é convidado a viajar pelo mundo microscópico, começando por uma revisão sobre a Biologia Celular e Tecidual (Figura 2) e depois um aprofundamento sobre as subestruturas celulares (Figura 3).

Figura 2: Seção de Introdução à Biologia Celular e Tecidual do Guia



Fonte: Autores (2023)

Figura 3: Seção de Aprofundamento sobre as subestruturas celulares do Guia



Fonte: Autores (2023)

Antes de iniciar as seções celulares, o guia traz uma referência às identificações das organelas e estruturas celulares presentes nas ilustrações produzidas pela equipe por meio do aplicativo Ibispaint X e do programa Inkscape (Figura 4). Isso porque as organelas e estruturas foram padronizadas em todas as células para que o leitor, entendendo a padronização, identifique a organização celular com mais facilidade.

Figura 4: Seção com a Identificação das estruturas celulares contidas nas ilustrações



Fonte: Autores (2023)

O guia então apresenta aos leitores uma extensa seção relativa à diversidade das células especializadas. Nela, são abordados 14 tipos celulares:

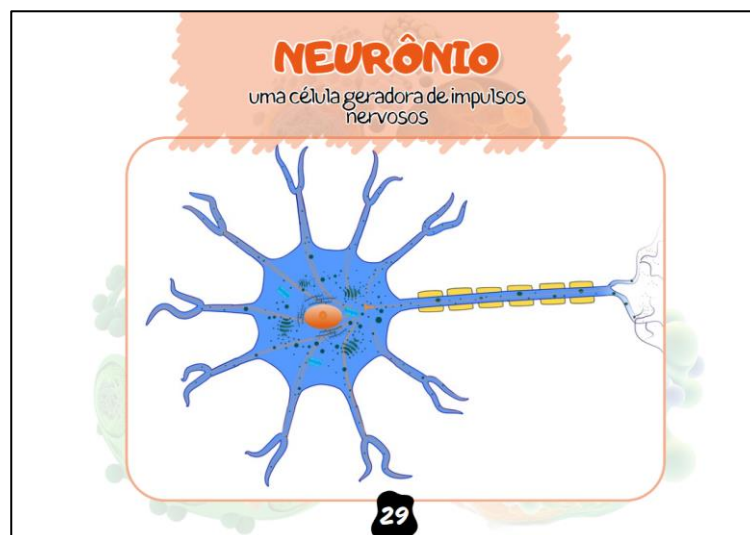
1. Neurônio (transmissão de impulso nervoso)
2. Hemácia (transporte de gases)
3. Adipócito (armazenamento)
4. Miócito (contração)
5. Enterócito (absorção)
6. Fibroblasto (produção de matriz extracelular)
7. Caliciforme (secreção mucosa)
8. Melanócito (produção de pigmento)
9. Macrófago (defesa - fagocitose)
10. Linfócito (defesa - produção de anticorpos)
11. Mastócito (defesa – processos alérgicos)
12. Osteoclasto (digestão extracelular)
13. Ovócito (reprodução)
14. Espermatozoide (reprodução)

A escolha por esses tipos celulares foi uma tentativa de abranger diversas funções (apresentadas entre parênteses na listagem anterior e também na identificação de cada célula no guia) e morfologias encontradas no corpo humano.

Para cada tipo celular especializado, o guia aborda diversas informações que serão apresentadas à seguir. Para exemplificar as informações, será usada a primeira célula do guia, o neurônio.

O leitor primeiramente é apresentado à identificação da célula e ilustração científica, evidenciando formato celular, nuclear e organelas/estruturas presentes (Figura 5).

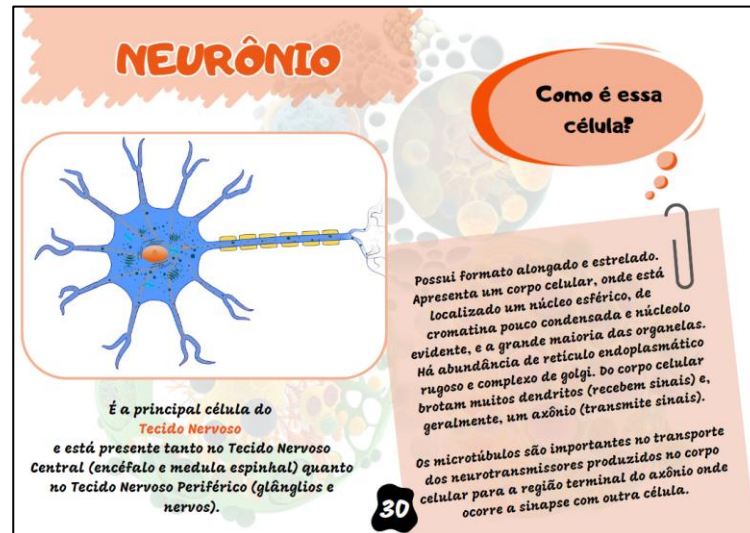
Figura 5: Informações sobre cada tipo celular (exemplo: neurônio) - Identificação e ilustração



Fonte: Autores (2023)

Após contato visual com a ilustração, o guia traz a descrição detalhada da morfologia e tecido histológico a que pertence (Figura 6).

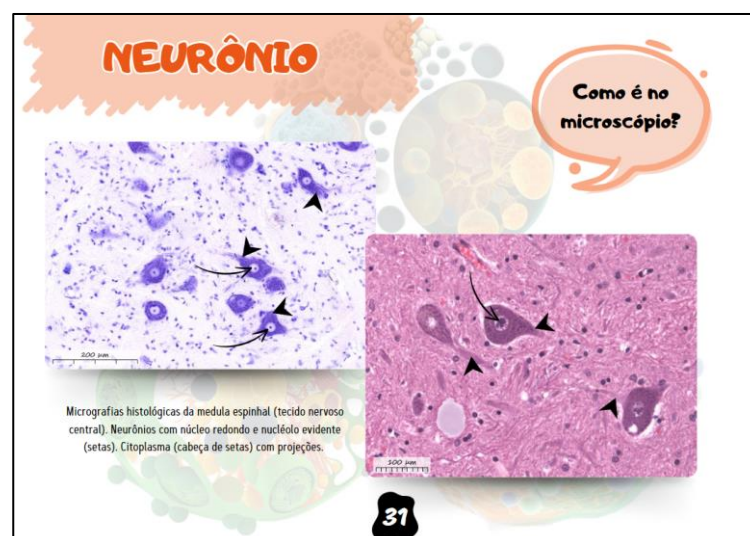
Figura 6: Informações sobre cada tipo celular (exemplo: neurônio) - Descrição morfológica e ocorrência



Fonte: Autores (2023)

Uma vez conhecendo sua ilustração, descrição da morfologia e ocorrência, o guia apresenta micrografias de luz (e, por vezes, eletrônica) da célula especializada (Figura 7). Todas as micrografias foram retiradas do site *histologyguide*.

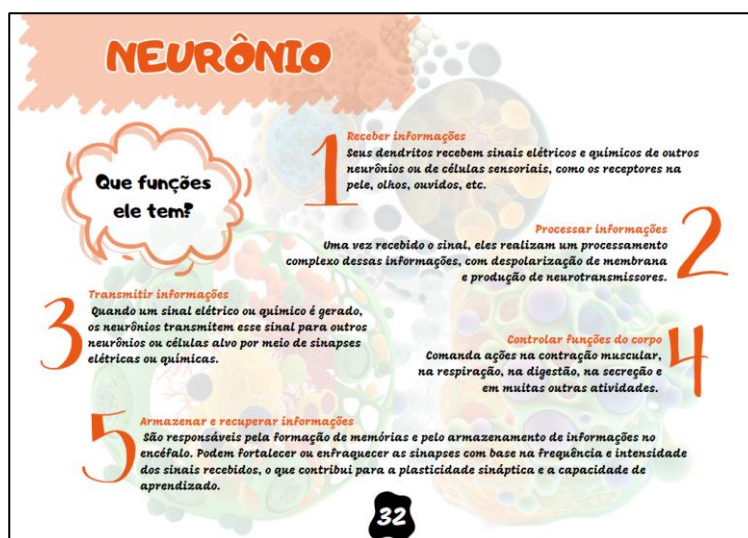
Figura 7: Informações sobre cada tipo celular (exemplo: neurônio) – Micrografias



Fonte: Autores (2023)

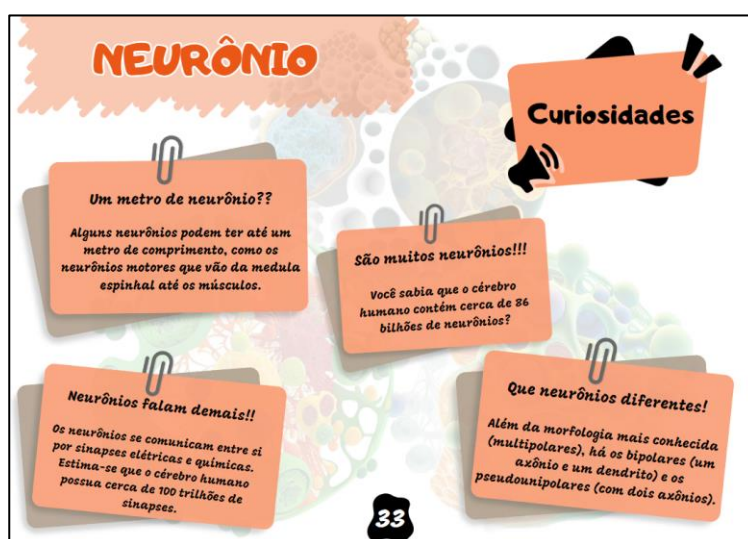
Na sequência, são apresentadas as principais funções relacionadas às células (Figura 8) e a seção é finalizada com algumas curiosidades sobre o tipo celular envolvendo, principalmente, o cotidiano (Figura 9). Com isso busca-se contextualizar as células em situações do cotidiano dos alunos, relacionadas à saúde, ao desenvolvimento do ser humano ao longo da vida, descobertas científicas, etc.

Figura 8: Informações sobre cada tipo celular (exemplo: neurônio) – Funções



Fonte: Autores (2023)

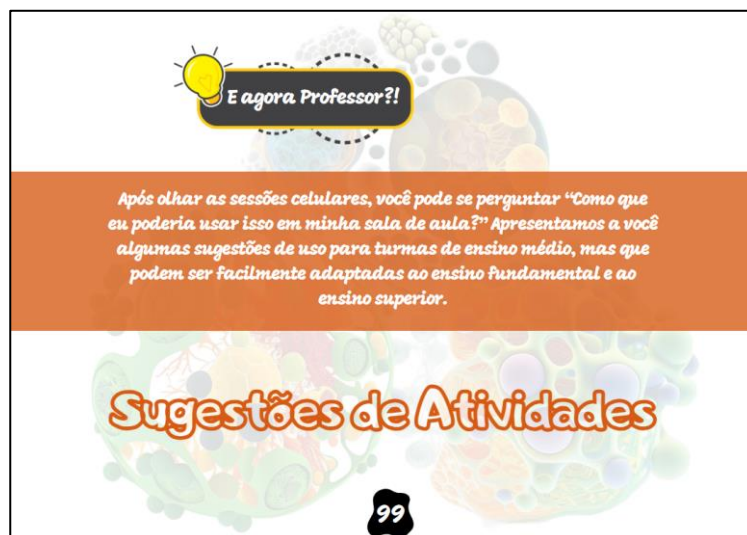
Figura 9: Informações sobre cada tipo celular (exemplo: neurônio) – Curiosidades



Fonte: Autores (2023)

Após a descrição dos 14 tipos celulares, o guia traz uma seção voltada exclusivamente para o professor, que apresenta sugestões de atividades relacionadas ao guia (Figura 10).

Figura 10: Seção de sugestões de atividades para o professor



Fonte: Autores (2023)

Foram elaboradas 6 atividades que exploram o protagonismo do aluno por meio de metodologias ativas, usando ludicidade, habilidades manuais - como desenho, modelagem, recorte e montagem - exposições, apresentações orais e trabalhos colaborativos. As atividades incluem objetivo, localização no currículo do ensino médio, materiais a serem usados e a dinâmica envolvida. Em algumas atividades, ainda estão presentes materiais de apoio (cartas de jogo, ilustrações para recortar e montar ou analisar) e alternativas metodológicas.

Atividade intitulada “Como são nossas células?”

Essa atividade foi pensada para ser desenvolvida após os alunos terem tido contato com o conteúdo de células, pois ela retoma os conhecimentos prévios dos alunos por meio da construção de um mapa mental colaborativo, usando notas adesivas coloridas para registro de informações sobre nome, morfologia e função das organelas celulares. A atividade envolve ainda a elaboração de desenhos para socialização e reflexão “As células são todas iguais?”. A reflexão conduz a discussão sobre morfologia e funções celulares. O guia é disponibilizado aos alunos como material de apoio para explorarem a diversidade celular e posterior apresentação oral das descobertas.

A atividade é finalizada com a resignificação dos desenhos, onde os alunos são convidados a desenharem novamente. culmina em uma O professor sempre atuará como mediador, estimulando o aluno a comparar os desenhos produzidos pela turma.

Atividade intitulada “Montando células especializadas”

Essa atividade foi pensada para ser desenvolvida após os alunos terem tido contato com o conteúdo de células. Nela, os alunos são instigados a pensarem sobre as diferentes funções que as células exercem para o funcionamento do corpo humano. Com o auxílio de dezenas de peças recortáveis de organelas presentes nessa atividade como material de apoio, os alunos são convidados a montar células com funções específicas e socializar com a turma. O guia é então disponibilizado para os alunos compararem suas montagens com as informações presentes no guia sobre a célula montada, fazendo os alunos refletirem sobre seus erros e acertos.

Atividade intitulada “Conhecendo as células especializadas”

Essa atividade foi pensada para ser desenvolvida após a turma ter tido contato com o conteúdo de células e pode ser desenvolvida durante ou depois do conteúdo de tecidos. A atividade tem caráter investigativo, pois os alunos analisam ilustrações de células do guia disponibilizada na atividade, refletem sobre morfologia e função. O guia é disponibilizado para os alunos explorarem as informações das células analisadas nas imagens cedidas. As informações são socializadas e geram um quadro colaborativo comparativo global das descobertas.

Atividade intitulada “As células no nosso dia a dia”

Essa atividade foi pensada para ser desenvolvida após a turma ter tido contato com os conteúdos de células e durante ou depois do conteúdo de tecidos. O professor inicia a atividade tomando uma célula do guia como exemplo para reflexões com a turma. A partir dessa apresentação, a proposta é instigar os alunos a listarem outros tipos celulares baseados nos tecidos histológicos estudados. Cada grupo de alunos deverá conduzir uma pesquisa, em fontes diversas, sobre diferentes tipos celulares especializados. O guia pode ser disponibilizado pelo professor para encerramento da pesquisa.

Atividade intitulada “Perfil das células especializadas”

Essa atividade foi pensada para ser desenvolvida após a turma ter tido contato com os conteúdos de células e tecidos e envolve abordagem lúdica e investigativa, por meio de um jogo que faz a caracterização dos diferentes tipos celulares. A atividade foi elaborada seguindo a proposta do jogo Perfil, porém as cartas descritivas devem ser elaboradas pelos próprios alunos. Cada carta deve conter 15 dicas sobre um tipo celular. As cartas podem ser montadas com o auxílio das informações contidas no guia. Após a construção das cartas, os grupos se organizam para jogar e descobrir os tipos celulares com o menor número de dicas.

Atividade intitulada “Baralho das células especializadas”

Essa atividade foi pensada para ser desenvolvida após a turma ter tido contato com os conteúdos de células e tecidos. A ludicidade é a abordagem usada como instrumento didático. O baralho está disponível no guia para impressão e recortes. São sugeridas duas formas para se jogar: 1. formando sequências corretas de cartas na mão, com monte de cartas para compra e descarte e 2. formando sequências a partir das ilustrações dispostas na mesa. Em ambas as sugestões, o guia pode ser usado como material de apoio para verificação das sequências montadas.

5.3 AS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÃO DO GUIA

O Guia Digital Ilustrado “*Explorando a diversidade celular: um guia de conhecimentos e atividades*” é uma produção inovadora para a área de ensino de células e tecidos, pois não foram encontradas publicações que combinem ilustrações autorais de células especializadas, descrições, micrografias e atividades para sala de aula. Desta forma, o Guia preenche essa lacuna, fornecendo um material de referência a professores e estudantes no ensino contextualizado de células e tecidos. Em geral, os alunos estudam o conteúdo de células e quando estudam o conteúdo de tecidos não fazem conexões diretas.

Além disso, a maioria dos materiais e recursos didáticos (livros e atividades) mostram células padronizadas (formato globular e núcleo central) dando a ideia de que todas as células são iguais. Sendo assim, o Guia propõe trabalhar a diversidade morfológica e organizacional das células que compõem o corpo humano, fugindo da padronização existente nos materiais e recursos didáticos. Ao se trabalhar a diversidade morfológica e organizacional, consegue-se compreender melhor o vasto universo funcional celular e com ele contextualizar com os tecidos

histológicos.

Neste sentido, a BNCC traz que deve-se

contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (BNCC, 2018, p.16).

Por essa razão, o guia apresenta, para cada tipo celular, informações que podem ser relacionadas com diversos assuntos da disciplina de Biologia, promovendo resgates de conhecimento prévio, vivências, cotidiano, vida e saúde. O Quadro 1 apresenta a relação de conteúdos que podem ser associados a cada tipo celular.

Quadro 1: Relação de conteúdos para contextualização das células especializadas

CÉLULAS ESPECIALIZADAS	CONTEXTUALIZAÇÕES NA BIOLOGIA
NEURÔNIO	✓ Tecido nervoso ✓ Transmissão de impulsos nervosos ✓ Membrana celular e canais iônicos ✓ Comunicação intercelular (neurônio/neurônio e neurônio/células alvo) ✓ Associação celular (neurônio e células produtoras de bainha de mielina) ✓ Síntese de substâncias pelas células (neurotransmissores) ✓ Atuação e efeito das drogas ✓ Doenças neurodegenerativas
HEMÁCIA	✓ Tecido sanguíneo ✓ Circulação sanguínea ✓ Funcionamento do sistema cardiovascular ✓ Doenças (como anemia) ✓ Tipos sanguíneos ✓ Transporte de gases pela membrana plasmática ✓ Funções proteicas (hemoglobina)
ADIPÓCITO	✓ Tecido adiposo ✓ Obesidade ✓ Alimentação saudável ✓ Exercício físico e fontes de energia ✓ Energia celular ✓ Disposição das organelas no citoplasma
MIÓCITO	✓ Tecido muscular ✓ Sistema locomotor ✓ Mecanismos da contração muscular ✓ Doenças relacionadas ao tecido muscular ✓ Uso de anabolizantes ✓ Importância do citoesqueleto para a formação dos músculos ✓ Disposição das organelas no citoplasma
ENTERÓCITO	✓ Tecido epitelial ✓ Sistema digestório ✓ Doenças (como anorexia e bulimia) ✓ Saúde do intestino ✓ Especializações de membrana (microvilosidades e junções)
FIBROBLASTO	✓ Tecido conjuntivo propriamente dito ✓ Envelhecimento da pele ✓ Síntese proteica e secreção celular ✓ Doenças (como fibrose, artrite reumatoide) ✓ Cicatrização

	✓ Uso do colágeno em cosméticos ✓ Matriz extracelular
CALICIFORME	✓ Tecido epitelial (trato respiratório e gastrointestinal) ✓ Proteção das superfícies respiratórias ✓ Doenças (como asma, câncer no trato respiratório e fibrose cística) ✓ Tabagismo ✓ Síntese e secreção celular
MELANÓCITO	✓ Tecido epitelial ✓ Cor da pele e identidade cultural ✓ Doenças (vitiligo, albinismo e câncer de pele) ✓ Síntese e secreção celular ✓ Bronzeamento
MACRÓFAGO	✓ Tecido conjuntivo propriamente dito ✓ Processos de defesas contra infecções ✓ Cicatrização ✓ Remoção de células mortas ✓ Processo de regulação da inflamação ✓ Tatuagem ✓ Fagocitose e o papel dos lisossomos ✓ Funções do citoesqueleto
LINFÓCITO	✓ Tecido linfóide e tecido sanguíneo ✓ Processos de defesa contra infecções ✓ Vacinação ✓ Sistema imunológico
MASTÓCITO	✓ Tecido conjuntivo propriamente dito ✓ Processos alérgicos ✓ Sistema imunológico ✓ Comunicação celular ✓ Síntese, armazenamento e secreção celular
OSTEOCLASTO	✓ Tecido ósseo ✓ Remodelação óssea (aparelho dentário) ✓ Doenças ósseas ✓ Matriz extracelular ✓ Cicatrização de fraturas ✓ Digestão extracelular
OVÓCITO	✓ Sistema reprodutor feminino ✓ Fertilidade e processo de reprodução ✓ Tratamentos de fertilidade ✓ Contracepção ✓ Mitose e meiose
ESPERMATOZOIDE	✓ Sistema reprodutor masculino ✓ Tratamentos de fertilidade ✓ Contracepção ✓ Mitose e meiose

Os temas abordados em Biologia, particularmente aqueles vinculados à biologia celular e tecidual, demandam uma busca constante por abordagens de ensino variadas, visando a concretização e contextualização para alcançar o êxito no processo de aprendizagem e estimular a motivação dos alunos. Isso foi confirmado em um estudo realizado por Duré, Andrade e Abílio (2018) que relataram descontentamento dos alunos sobre a falta contextualização da histologia com situações cotidianas. Para Silva (2007, p. 10)

[...] a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos, seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto

a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto [...].

A relação célula especializada e seu respectivo tecido é mostrada no Guia e contextualizada principalmente nas curiosidades e nas atividades propostas. Em cada seção celular tem-se uma parte destinada a curiosidades, onde buscou-se relatar fatos do cotidiano relacionados à saúde e a processos biológicos do corpo humano, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes e contextualizar com a vida. Por exemplo, na seção da hemácia, fala-se sobre anemia, assim como na seção da célula caliciforme fala-se sobre o consumo de cigarro e a produção de pigarro. Na seção do mastócito, por exemplo, é destacado a questão dos processos alérgicos no corpo humano.

Contextualizar conhecimentos científicos com situações do cotidiano é fundamental para tornar a ciência mais acessível, compreensível e relevante para as pessoas. Essa prática não apenas facilita a aprendizagem, mas também promove uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos científicos. A contextualização também facilita a aprendizagem significativa, permitindo que os alunos conectem novas informações com seus conhecimentos prévios e experiências (Ausubel, 1982).

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (Brasil, 2013, p. 136) destacam que o ambiente de aprendizagens deve basear-se “[...] na contextualização dos conteúdos, assegurando que a aprendizagem seja relevante e socialmente significativa”. Portanto, o professor precisa compreender a forma como o estudante aprende e considerar que um conceito científico não é apenas aprender a definição, mas conhecer o contexto no qual está inserido e a relação com os demais conceitos (Carvalho, 2003).

Por meio das atividades propostas, que envolve a participação direta do estudante e também pelas ilustrações apresentadas, acredita-se que o estudante compreenderá melhor que, a célula que ele estudou como estrutura básica da vida, se especializa para formar os tecidos que possuem funções e organizações distintas. Santos (2018) observa que, ao reconhecer as lacunas nos métodos de ensino, é essencial realizar uma reestruturação que inclua atividades capazes de aproximar os alunos de situações do mundo real. Isso implica a incorporação de ferramentas digitais disponíveis e integradas ao cotidiano dos alunos, com o intuito de propor tarefas que incentivem a reflexão e a produção de conhecimento diante das transformações e avanços tecnológicos associados à nova geração de aprendizes.

Mais do que o conhecimento científico puro, há correlação direta com saúde e bem estar. É o caso, por exemplo, do miócito, pois ao entender as características dessa célula,

compreende-se melhor o funcionamento da contração muscular e o papel da boa alimentação e do exercício físico. É também o caso do melanócito, pois ao trabalhar as questões relacionadas à produção de melanina (e pode-se trabalhar os queratinócitos também), pode-se explorar o uso de protetores solares, exposição ao sol e doenças da pele. Essa correlação prática não apenas estimula o interesse dos estudantes em sala de aula, como também os prepara e os motiva para alcançar carreiras acadêmicas em cursos de graduação relacionados às Ciências Biológicas e da Saúde.

No âmbito das competências específicas e habilidades nas *Ciências da Natureza e suas Tecnologias* para o ensino médio, o Guia está inserido nos conhecimentos relacionados a biomoléculas e organização celular, além de explorar os avanços científicos e tecnológicos relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células (BNCC, 2018). Apesar de ter sido elaborado para o Ensino Médio, pode ser adaptado em termos de conteúdo e atividades para o Ensino Fundamental. Da mesma maneira, é totalmente possível seu uso e adaptação para o Ensino Superior, podendo ser trabalhado nas disciplinas de Biologia Celular, Histologia, Fisiologia Animal e até mesmo comparada.

Os textos presentes nas seções “As estrelas de nosso guia: as células” e “Vamos aos componentes das células” foram produzidos como material de apoio, referência, atualização, estudo e revisão tanto para professores quanto para os estudantes, sejam estes últimos do ensino médio ou superior.

Seu formato digital, para posterior publicação como *ebook* e disponibilização gratuita, facilita o acesso rápido à escolas, professores e estudantes, por permitir ser baixado, compartilhado e usado em *smartphones*, *laptops*, *tablets*, *chromebooks* e computadores onde quer que se tenha internet. Essa ubiquidade é uma característica das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, possibilitando que o aluno continue seus estudos e atividades em casa, no estágio, no trabalho, no transporte público e não somente confinado ao ambiente escolar. A ubiquidade pode ser entendida como a capacidade de se comunicar a qualquer tempo e hora, por intermédio de ferramentas móveis (Santos; Weber, 2013). De acordo com Procópio (2010), a evolução dos livros eletrônicos possibilita a expansão do acesso à leitura em uma escala ainda mais ampla e de maneira extraordinária, incentivando a disseminação do conhecimento e da ciência.

Fontes de compartilhamento como aplicativos de conversa (*whatsapp* e *telegram*) e redes sociais (*facebook*, *instagram* e *tiktok*) são grandes aliados da divulgação científica e popularização da ciência. Dentre as redes sociais, destacam-se os *profgrams*, *instagrams* administrados por professores com o objetivo de criar uma rede de comunicação voltada para

divulgação de conteúdos de ensino e materiais didáticos. O aparecimento das redes sociais alterou significativamente a maneira pela qual as pessoas se relacionam e interagem socialmente. No contexto escolar, os alunos podem colaborar e aprimorar seus trabalhos, formar grupos de estudo, receber orientações e realizar pesquisas em uma variedade de fontes nacionais e internacionais (Antônio, 2010). De acordo com Ferreira e Telles (2023), o uso das redes sociais transcende o ambiente da sala de aula. A comunicação científica, aliada à disseminação da ciência por meio das tecnologias de comunicação eletrônica, representa uma ampliação do público interessado nestes temas, sobretudo fora dos círculos acadêmicos.

Moran (2012) afirma que, as tecnologias mais interessantes encontram-se integradas nos *smartphones* que estão disponíveis para a grande maioria da população. *Smartphones*, *tablets* e *laptops* desempenham um papel fundamental na vida cotidiana ao facilitarem o acesso às informações necessárias, auxiliarem no desenvolvimento de projetos, possibilitarem diversas formas de comunicação, promoverem o compartilhamento de conhecimentos, esclarecerem dúvidas, participarem de discussões e aprimorarem habilidades de escrita. Especificamente para o ensino, recursos didáticos digitais, como o presente Guia Ilustrado, acreditamos que exista potencial para tornar a aprendizagem mais significativa e prazerosa, pois as tecnologias despertam o interesse dos jovens que já estão conectados aos *smartphones* a maior parte do tempo.

O formato digital também permite que o docente projete, em datashow, o Guia em sala de aula para toda a turma ao mesmo tempo, sem perda de qualidade e ainda com aumento significativo das dimensões das ilustrações. De maneira geral, as ilustrações dos livros didáticos são de baixa qualidade, dimensão pequena, por vezes desbotadas, devido a escolha do papel e tipo de impressão, e ainda com erros conceituais. Segundo Neves; Carneiro-Leão e Ferreira (2016) várias dessas representações, mesmo que involuntariamente, contêm elementos subjetivos e complexos, o que dificulta a compreensão e reforça ideias que tornam o conceito mais difícil de ser assimilado. Os mesmos autores ainda afirmam que a representação visual dos livros pode acarretar desafios cognitivos para os alunos, devido a uma interpretação incorreta ou distorcida do conceito, durante sua criação ou inclusão no texto. De acordo com Silveira (2013), diversos problemas estão associados aos livros didáticos, incluindo a ocorrência de erros conceituais, o excesso de informações e imagens contendo elementos abstratos, além da falta de contextualização dos assuntos com a realidade do aluno, o que pode prejudicar a compreensão de determinados conteúdos.

O presente Guia traz ilustrações digitais coloridas com organelas diagramadas

igualmente entre as células, elaboradas a partir de pesquisa em livros de referência na área de Biologia Celular e Histologia. Santana (2018, p. 158) afirma que os critérios para o uso de imagens são importantes e quanto maior qualidade apresentarem, mais acesso o estudante terá ao objeto de conhecimento. Apesar de cada célula ter sido produzida com base em imagens pré-existentes, todas foram resultado da combinação de informações de fontes distintas, demandando adição de detalhes que não estão comumente associados às células. O maior exemplo é o citoesqueleto. Essa rede proteica, espalhada pelo citoplasma, é sistematicamente ignorada nas ilustrações e como consequência, desconhecida pelos alunos.

O conteúdo de células e tecidos, por envolver estruturas microscópicas, é considerado abstrato e de difícil compreensão pelos estudantes. Ferreira (2016) destaca o elevado nível de abstração presente em uma célula devido à sua dimensão microscópica, o que torna sua presença e observação menos óbvias para os estudantes.

Em grande parte das escolas públicas do Brasil são necessárias estratégias pedagógicas para superar a falta de espaços e materiais laboratoriais (para a biologia celular e tecidual seriam os microscópios e laminários) na busca por tornar esse ensino mais concreto e significativo. O presente Guia é uma estratégia interessante para amenizar esse problema por conter as ilustrações autorais, com organelas padronizadas, micrografias (luz e eletrônica) e atividades que colocam o estudante como protagonista do seu aprendizado.

Não tem como falar de células sem remeter a imagens. A utilização de recursos visuais representa um vasto potencial no ensino de Ciências e Biologia, pois facilita a compreensão de conceitos desafiadores, atrai a atenção do leitor para o texto escrito, reduz a abstração em temas de difícil visualização e conecta o objeto de estudo ao cotidiano do aluno (Tomio, 2013; Neves, 2015). Alguns estudos apontam que as imagens, quando utilizadas como ferramentas educacionais, têm o potencial de facilitar a compreensão de uma variedade de temas e conceitos científicos (Gibin; Ferreira, 2013; Martins, 2014; Souza et al.; 2014; Silva et al., 2015; Frederico; Gianotto, 2016). Para Compiani (2012), o uso de imagens pode ser empregado como uma estratégia para superar a abordagem descontextualizada no ensino de ciências e, juntamente com textos, esse recurso não apenas facilita a compreensão e a participação dos estudantes, mas também contribui para o desenvolvimento da criatividade, imaginação e pensamento crítico no contexto do ensino de ciências. Além disso, as imagens podem ser exploradas como ferramentas de divulgação científica (Dias, 2010), pois têm o poder de simplificar conceitos complexos e torná-los acessíveis ao público. Enquanto alguns conceitos científicos podem ser difíceis de serem entendidos apenas com palavras, uma imagem bem escolhida pode esclarecer e simplificar a informação, tornando mais fácil a compreensão do

conteúdo e do conceito.

Pensando nas ilustrações autorais do Guia, associadas com as descrições e ainda atividades envolvendo metodologias ativas, que colocam o estudante como protagonista em sala de aula, o recurso digital parece ter grande potencial para atrair a atenção dos estudantes.

Não há dúvidas de que a ilustração desempenha um papel crucial no estudo das células, contribuindo para uma compreensão mais profunda e visualmente acessível da diversidade celular. Conforme destacado por Palmero (2000) e Palmero e Moreira (2002), a abstração e a complexidade inerentes ao conceito de célula podem demandar uma quantidade substancial de ilustrações para facilitar a compreensão adequada por parte do estudante.

Além das ilustrações autorais, o Guia contempla também micrografias, que permitem ao aluno visualizar as células como elas são, sem representações. Como a grande maioria das escolas públicas não tem condições de desenvolver uma aula prática de microscopia, trabalhar com micrografias é uma forma de minimizar essa falta de recurso.

Com relação às atividades sugeridas, todas colocam os estudantes como protagonistas, estimulando-os a explorarem, questionarem, compararem os diferentes tipos celulares e chegarem a conclusões por meio de um processo ativo de pesquisa, método científico e observação no guia. A estratégia de priorizar a participação ativa dos estudantes nas atividades juntamente com a abordagem por investigação, incentiva-os a formular perguntas, propor hipóteses, planejar e conduzir experimentos, analisar dados e chegar a conclusões baseadas em evidências. Acreditamos que todo esse trabalho conjunto tem o potencial de promover não apenas a compreensão do conteúdo de células e tecidos, mas também o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e investigativo. Sendo assim, o presente trabalho corrobora com Mitre e colaboradores (2008) quando afirmam que pode-se perceber que a aplicação das metodologias ativas promove uma aprendizagem ativa quando envolve o aluno na busca de seu conhecimento.

Além de estimular o interesse dos estudantes, a adoção dessas abordagens promove a independência e reforça a compreensão do estudante, com o conhecimento resultante de suas próprias iniciativas (Berbel, 2011).

As atividades priorizam o lúdico, com a execução de jogos, desenhos e tarefas de recorte e colagem. Souza (2021) afirma que é por meio da ludicidade que os alunos podem se envolver ativamente na aprendizagem, tornando esse processo mais prazeroso e significativo. De fato, uma postura questionadora durante uma tarefa lúdica é fundamental para criar um ambiente propício à aprendizagem e à construção conceitual, evitando a mera reprodução mecânica da atividade (Vilela, 2008), isso porque as atividades lúdicas proporcionam não só momento

divertidos aos estudantes, mas também os leva à formação de estruturas cognitivas, conceitos, habilidades e competências.

As atividades também buscam trazer para o processo de ensino aprendizagem os conhecimentos iniciais e cotidianos dos estudantes, pois de acordo com Carvalho (2013) é a partir dos conhecimentos que o estudante traz para a sala de aula que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando. Os alunos devem desempenhar um papel central no processo de aprendizado, permitindo-lhes estabelecer conexões relevantes entre os conteúdos estudados e seu cotidiano, promovendo assim o progresso na construção do conhecimento. Concomitantemente, também poderão comparar as informações e ilustrações do guia com outras fontes de pesquisa (livros didáticos e pesquisa na internet) e chegarem às suas próprias conclusões. Em todas as atividades, os estudantes são provocados a retomar os conteúdos estudados, seja na Biologia Celular ou na Histologia, revisando conceitos, conhecendo novos, relacionando e ressignificando o conteúdo.

Para o professor, as atividades foram elaboradas e descritas de forma a torná-las totalmente reproduzíveis, pois apresentam objetivo, momento e duração da aplicação, lista de materiais e material complementar (baralho, ilustrações, montagem e recorte). A jornada de trabalho docente é árdua pois, para compensar os baixos salários e obter melhores rendimentos, muitos buscam jornadas de trabalho extensas, que representam muitas aulas, mais de uma escola e em mais de dois períodos ao dia. Para Oliveira (2014), assumir esse tipo de jornada de trabalho significa acarretar prejuízos para a aprendizagem dos alunos. Mais do que isso, a multiplicação da jornada de trabalho compromete tanto a saúde desses profissionais, quanto a qualidade do processo educacional. Desta forma, disponibilizar para o professor um recurso didático que lhe permita executar as atividades sem precisar criar materiais de apoio é uma grande contribuição para sua prática.

Outra característica das atividades é a de promoverem a comunicação e interação entre os estudantes, por meio de trabalhos em grupo. A participação em atividades em grupo oferece aos estudantes a chance de interagir com seus pares, aprimorando suas habilidades sociais, como a capacidade de comunicação e divisão de tarefas em equipe. Nesse contexto colaborativo, os professores conseguem se tornar mediadores, pois seus estudantes estão ativos no processo de ensino e aprendizagem. Carvalho (2013) destaca que, com o conceito de zona de desenvolvimento proximal, podemos entender por que os alunos se sentem bem em atividade em grupo, pois estão todos em uma mesma zona de desenvolvimento real em que é muito mais

fácil o entendimento entre os pares do que entender o professor.

Analisando então todas as potencialidades mencionadas, estamos convencidos de que o Guia Digital Ilustrado possui capacidade para se tornar uma ferramenta que facilita a educação e consequentemente o processo de ensino aprendizagem. Ele pode enriquecer o aprendizado dos alunos de forma divertida e relevante, ao mesmo tempo que oferece aos professores um recurso inovador e de alto padrão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral a elaboração de um Guia Digital Ilustrado, voltado para professores e estudantes, focado na diversidade celular, com o intuito de aprimorar o ensino integrado da biologia celular e tecidual no ensino médio.

A contextualização foi trabalhada por meio de textos descritivos dos tipos celulares e atividades que incluem reflexões do senso comum e conhecimento prévio dos estudantes.

As atividades elaboradas integram os conteúdos de forma dinâmica, colaborativa e contextualizada, auxiliando o professor na utilização do guia e estimulando o protagonismo do aluno.

O Guia foi concebido como uma ferramenta de apoio especialmente para professores que trabalham em escolas com recursos limitados de laboratório e equipamentos de microscopia. Embora tais recursos sejam frequentemente recomendados para tornar os conceitos biológicos abstratos mais tangíveis e compreensíveis para os estudantes, reconhece-se a realidade das escolas públicas brasileiras. Portanto, ao disponibilizar este produto educacional espera-se tornar o estudo das células e tecidos mais dinâmico e contextualizado para os estudantes, além de facilitar o processo de preparação de aula para os professores.

O Guia desenvolvido destaca o valor da ilustração científica como uma ferramenta crucial no estudo das células, tendo potencial para despertar a curiosidade, o engajamento e o protagonismo dos estudantes.

Por toda a discussão, acreditamos que o Guia Digital Ilustrado tem potencial para ser um recurso facilitador na prática educacional, preenchendo uma lacuna existente no conteúdo de células e tecidos, contribuindo para uma aprendizagem lúdica e contextualizada para os estudantes e representando um material inovador e de qualidade para professores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, M. B. et al. **Histologia Básica**. Sergipe: CESAD, 2011
- ALBERTS, B. **Fundamentos da Biologia Celular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 864 p.
- ALMEIDA, A. Ludicidade como instrumento pedagógico. 2009. Disponível em: <
<http://www.cdof.com.br/recrea22.htm>>. Acesso em 20 de Jan de 2024.
- AMIEL, T.; REEVES, T. C. **Design-Based Research and educational technology: rethinking technology and the research agenda**. *Educational Technology & Society*, Athabasca, v. 11, n. 4, p. 29-40, Oct. 2008
- ANDRADE, L. C. de. **O desenho como expressão no aprendizado infantil: caminhos e possibilidades**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. 2005.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula**. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa a Prática*. 1ª Edição. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004. Cap. 2, p. 165.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- BACICH, L.; MORÁN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 1-25
- BARAB, S., S. B. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1). 1–14.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BLIKSTEIN, P. "**Digital fabrication and making in education: the democratization of invention**". In: Walter-Herrmann, Julia; Büching, Corinne (Org.). *FabLabs: of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, p. 18-30, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. **Ensino de Ciências por Investigação: Uma Proposta Didática “Para além” de Conteúdos Conceituais**. *Experiências em Ensino de Ciências*. v. 13, n. 5, p. 462-479, 2020.
- CALLEGARIO, L. J.; RODRIGUES JR, E.; LUNA, F. J.; MALAQUIAS, I. As imagens científicas como estratégia para a integração da história da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p.835-852, 2017.

- CARDOSO, T. M. A Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ambiente Escolar. **Revista iTEC**, v. 3, n. 3, dez. 2011.
- CARVALHO, A. M. P.; PEREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- CARVALHO, A. M. P. de. In: _____ (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.
- CARVALHO, H. F. COLLARES-BUZATO, C.B. **Células: Uma Abordagem Multidisciplinar**. 1. ed. Barueri: Manole, 2005.
- CERQUEIRA, E. P.; SILVA, A. F. **Atlas Ilustrado do Corpo Humano**. 1.ed. São Paulo: Ciranda Cultural, 2005.
- COMPIANI, M. O desprestígio das imagens no ensino de ciências, até quando? uma contribuição das geociências com a Gestalt. Alexandria - **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 127-154, 2012.
- COSTA, B. N. et al. O processo de ensino de Biologia Celular nas escolas de Ensino Médio de Barreirinhas, Maranhão. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 8, p. 1-11, 2020
- DIAS, S. O. Monstros, imagens e divulgação científica: políticas da expressão. **Com Ciência**, s/v, n. 124, 2010.
- DOUGHERTY, D. Somos fabricantes. TED@MotoCity. 2011. Disponível em: https://www.ted.com/talks/dale_dougherty_we_are_makers/transcript?t-136039. Acesso em: 24 Fev 2024.
- DURÉ, R.C.; ANDRADE, M.J.D.; ABÍLIO, F.J.P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, João Pessoa, v. 13, n. 1, p. 259-272, abr. 2018.
- EITERER, C. L.; MEDEIROS, Z. **Metodologia de pesquisa em educação**. In: DALBEN, Ângela Imaculada Loureiro de Freitas; COSTA, Tânia Margarida Lima (org.). Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Educação, 2010.
- FREITAS, M. C. D., ALMEIDA, M. G. **Docentes e discentes na sociedade da informação (A escola no Século XXI; v.2)**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.
- FREITAS, D. L. R.; COSTA, A. C. P.; MIRANDA, F. F.; MELO, A. A.; BARBOSA, J. S. **Jogo da sabedoria: proposta de jogo didático para o ensino da Genética**. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. 2013. Disponível em: < <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/view/1291/0>> . Acesso em: 20 Jan de 2024.
- FALLER, A.P.C. Arte Visual no Ensino da Citologia: Diversidade Celular no Corpo Humano. **Revista de Educación en Biología**, v. 23, n 2, 2020.
- FINSON, K.; PEDERSON, J. What are Visual Data and What Utility do they have in Science Education? **Journal of Visual Literacy**, v. 30, n. 1, p. 66–85, 2011.
- FONTANA, F. F.; CORDENONSI, A. Z. TDIC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem da arquivologia. **Ágora**, Florianópolis, v. 25, n. 51, p. 101-131, 2015.

- FREDERICO, F. T.; GIANOTTO, D. E. P. Imagens e o Ensino de Física: Implicações da Teoria da Dupla Codificação. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 117-140, 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. **Química Nova Na Escola**. Vol. 35, Nº 1, p. 19-26, FEVEREIRO 2013; Disponível em http://www.qnesc.sbg.org.br/online/qnesc35_1/04-RSA-87-10.pdf Acesso em 20 Jan de 2024.
- GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A. Contribuições dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: **EREBIO**, 1., Anais..., Rio de Janeiro. p. 389-392, 2001.
- GOMES, T. C. Modelo didático como potencializador do processo de ensino-aprendizagem em Biologia molecular. 2014. 40 f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2014.
- GONÇALVES, A. A. Criança e ludicidade: uma análise do Programa de Extensão Ludoteca da Universidade Estadual de Londrina. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, 2012.
- GOUVÊA, G.; MARTINS, I. **Imagens e educação em ciências**. In: Alves, N. & Sgarbi, P. (Orgs.). Espaços e imagens na escola. Rio de Janeiro: DP&A, 2001
- KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª São Paulo: Universidade de São Paulo, 85-87 p. 2005.
- LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015
- LIMA, V. A. de. **Atividades Experimentais no ensino médio**: reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisas em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2012.
- MAIA, R. G.; SCHIMIN, E. S. **Ilustrações: recurso didático facilitador no ensino de Biologia**. [S. l.: s. n. : 2008?]. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1082-4.pdf?PHPSESSID=2009050615332531> . Acesso em 20 Jan. 2024.
- MATA, A E. R.; SILVA, F. P. S.; BOAVENTURA, E. M. Design-Based Research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEBA**. Educação e Contemporaneidade. Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, jul./dez. 2014.
- MARSCHNER, R. **Ferramentas alternativas para o ensino e aprendizagem de histologia animal no ensino médio**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2019.

- MARQUES, K.C.D. Modelos didáticos comestíveis como uma técnica de ensino e aprendizagem de biologia celular. Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**. v. 7, n. 2, 2018.
- MARTINS, R. P.; VIEIRA, M. C.; COUTINHO, F. A. Visualizando a seleção natural em sala de aula: emprego das imagens de paisagens adaptativas como recurso didático. **Ciência em Tela**, v. 5, n.2, 2012
- MENDONÇA, J. G. R. Formação de professores: a dimensão lúdica em questão. **Cadernos da Pedagogia**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 353-363, 2008.
- MILACH, E.M.; LOUZADA, M.C.; ABRÃO, R.K. DORNELLES, J.E.F. A ilustração científica como uma ferramenta didática no ensino de Botânica. **Acta Scientiae**, v.17, n.3, p. 672-683. 2015.
- MIRANDA, S. No Fascínio do Jogo, a Alegria de Aprender. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 167, p. 64-66, 2001.
- MISKULIN, R. G. S. et al. Identificação e Análise das Dimensões que Permeiam a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Aulas de Matemática no Contexto da Formação de Professores. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 19, n. 26, p. 103-123, 2006.
- MITRE, A. M. I. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciências e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, 2008.
- MORAN, J. M.; MASSETTO, M. T.; BEHRENS M. A. **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. 10. ed. São Paulo. Papirus, 2012.
- MOURA, N. A. de; SILVA, J. B. da; SANTOS, E. C. dos. Ensino de Biologia através da ilustração científica. **Revista Temas em Educação**, [S. l.], v. 25, p. 194–204, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/20714> . Acesso em: 5 Jan. 2024.
- NEVES, R. F. das; CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A.; FERREIRA, H. S. A imagem da célula em livros de biologia : uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 94–105, 2016. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2016v21n1p94. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/152>. Acesso em: 5 Jan. 2024.
- NEVES, R. F. **Abordagem do conceito de célula: uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE)**. 2015. 264 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.
- OLIVEIRA, D. A. Os docentes no Plano Nacional de Educação: entre a valorização e a desprofissionalização. **Revista Retratos da Escola, Brasília**, v. 8, n. 15, p. 447-461, 2014.
- OLIVEIRA, N. M. F.; COUTINHO, F. A. **A influência das cores na identificação e interpretação de imagens no ensino de ciências**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: UFSC, 2009.
- PALMERO, R. L. M.; MOREIRA, A. M. Modelos entales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n.2, p. 121-160, 2000

- PAWLINA, W; ROSS, M.H. Histologia - Em **Correlação Com Biologia Celular e Molecular**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- PICCININI, C.; MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, 6(1), 1-14, 2004
- PEREIRA, R.M. **Gabinetes de Curiosidades e os primórdios da Ilustração Científica**. In: II Encontro de História da Arte – IFCH/UNICAMP, p. 407-413, 2006.
- PROCÓPIO, E. **O livro na era digital: o mercado editorial e as mídias digitais**. São Paulo: Giz Editorial, 2010.
- REGO, S. C. R.; GOUVÊA, G. Imagens em materiais didáticos impressos para o ensino de Física num curso de Licenciatura semipresencial. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 1-20, 2010.
- SALGADO, P.; BRUNO, J.; PAIVA, M.; PITA, X. A ilustração científica como ferramenta educativa. **Interacções** 39, p. 381-392. 2015.
- SANTANA, S. J. **Imagens em livros didáticos de física: uma análise semiótica**. 162 f. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2018.
- DIAS, É.; RAMOS, M. N. A Educação e os impactos da Covid-19 nas aprendizagens escolares. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 30, n. 117, p. 859–870, out. 2022.
- SANTOS, E; WEBER, A. Educação e cibercultura: aprendizagem ubíqua no currículo da disciplina didática. **Revista Diálogo Educacional**, v. 13, n. 38, p. 285-303. 2013.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 27.ed. São Paulo: Autores Associados, 1993.
- SILVA, E. L., MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- SILVA, M.F.; MONTEIRO, M. A. Abordagens imagético-verbais relacionadas à balança elétrica de Coulomb em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v 32, n 2, p. 320-350. 2015
- SILVA, F. G. et. al. Ilustração Botânica: uma ferramenta didática na abordagem de conteúdos em botânica em aulas de ciências e biologia. **Extendere**, Rio Grande do Norte, v. 3, n. 1, p. 59-69, 2015.
- SILVEIRA, A. M. **Biologia celular e tecidual: uma proposta de sequência didática para o ensino médio**. Dissertação (Mestrado profissional). Programa de Pós Graduação em Mestrado profissional em Ensino de Biologia Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- SILVEIRA, M. L. da. **Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em Biologia: A visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- SIVIERO, F.; OLIVEIRA, S.F. Modernização do ensino de Biologia tecidual. **Revista de Graduação USP**, 1(1), 35-40. 2016.

- SOUSA, D. C.; ANDRADE, G.L. P.; JÚNIOR, A. F. N. Produção de material didático – pedagógico alternativo para o ensino do conceito de pirâmide ecológica: Um subsídio à educação científica ambiental. **Fórum ambiental da Alta Paulista**, v. IV, ano 2008.
- SOUZA, A. S. **O Lúdico na Prática Pedagógica: O Desenvolvimento e Aprendizagem das Crianças das Escolas Públicas do Município de São Luís Gonzaga -Maranhão – Brasil**. 2021. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) -Escola Superior de Educação João de Deus, Lisboa, Portugal, 2021.
- SOUZA, A. R. **Práticas de ensino contextualizadas: uma ferramenta pedagógica eficiente e eficaz**. In: IX Encontro ANPAE-ES, 2017. Disponível em: <https://eventos.ufes.br/EEPAAE/IX-anpae-es/paper/view/2410> Acesso em: 10 Jan 2024.
- SOUZA, G. P. de et al. Imagens, analogias, modelos e charge: distintas abordagens no ensino de química envolvendo o tema polímeros. **Química Nova na Escola**, v. 36, p. 200-210, 2014.
- SOUZA, L. H. P. D. Imagens científicas e ensino de ciências: uma experiência docente de construção de representação simbólica a partir do referente real. **Cadernos CEDES**, v. 34, n. 92, p. 127–131, jan. 2014.
- STEFANELLO, S.R.R. **A Contribuição do Jogo Didático para o Ensino de Biologia Celular**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2010.
- TEIXEIRA, A. M.; NATALI, M. R. M. **O estudo da célula animal aplicada a uma feira do conhecimento: abordagem histórica - crítica**. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_angela_maria_teixeira.pdf . Acesso em: 30 Maio 2023
- TEIXEIRA, L. C. **Ambiente virtual de aprendizagem no ensino de genética**. 2015. 133f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015.
- TELLES, C. B. da S.; SANTOS, F. V. A. S. dos. “Biologia todo dia” - A Criação e utilização de um perfil no Instagram como ferramenta de divulgação científica. **Holos**. 7 (39). <https://doi.org/10.15628/holos.2023.13720>.
- TOMIO, D. et al. As imagens no Ensino de Ciências: o que dizem os estudantes sobre elas?. **Revista Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 10, n. 1, 2013.
- VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação **Revista Unifeso – Humanas e Sociais – vol.1, n.1, 2014**, pp 141-166 – Teresópolis – RJ
- VIGÁRIO, A.F; CICILLINI, G.A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celular no nível médio. **Ciênc. Educ.**, v. 25, n. 1, p. 57-74, 2019
- VILELA, V.L.M.L. **O lúdico como instrumento de aprendizagem no ensino da Matemática**. 2008. 99 p. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008
- WILEY, D. A. **Conecting learning objects to instructional theory: A definition, a methaphor anda a taxonomy**. The Instructional Use of Learning Objets. Wiley, D. (Ed.) 2001