



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**

**PEDRO EDUARDO SANTOS SILVA**

**ELABORAÇÃO DE LIVRO PARADIDÁTICO INCLUSIVO COMO  
FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**PEDRO EDUARDO SANTOS SILVA**

**ELABORAÇÃO DE LIVRO PARADIDÁTICO INCLUSIVO COMO  
FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Dr<sup>a</sup> Karla Patricia de Sousa Barbosa Teixeira

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**

**2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Pedro Eduardo Santos .

Elaboração de livro paradidático inclusivo como ferramenta educacional no ensino de biologia celular / Pedro Eduardo Santos Silva. - Vitória de Santo Antão, 2024.

71 p. : il.

Orientador(a): Karla Patricia de Sousa Barbosa Teixeira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2024.

Inclui apêndices.

1. Educação. 2. Inclusão. 3. Organela. 4. Material didático. I. Teixeira, Karla Patricia de Sousa Barbosa. (Orientação). II. Título.

570 CDD (22.ed.)

PEDRO EDUARDO SANTOS SILVA

**ELABORAÇÃO DE LIVRO PARADIDÁTICO INCLUSIVO COMO  
FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 22/03/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>o</sup>. Dr. Karla Patricia de Sousa Barbosa Teixeira (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

Prof<sup>o</sup>. Dr. Erika Maria Silva Freitas (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

Prof<sup>o</sup>. Me. Sidiane Barros da Silva (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

## RESUMO

Os livros paradidáticos são obras temáticas que têm a declarada intenção de ensinar, porém de forma lúdica. Podem ser utilizados paralelamente ao livro didático ou até mesmo substituí-lo em alguns momentos. Esses livros representam uma ferramenta pedagógica capaz de contribuir de maneira dinâmica na concepção de conteúdos abstratos, simplificando assuntos complexos e tornando-os interessantes, leves e divertidos. Um exemplo é o conhecimento específico da biologia celular, que é abstrato devido à dimensão microscópica da maioria das células. O processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo representa um dos desafios enfrentados pela comunidade escolar e nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar o processo de elaboração de um livro paradidático inclusivo, que serve como ferramenta para o ensino e aprendizagem da biologia celular, com ênfase nas estruturas celulares. O livro traz de forma clara e objetiva as características pertinentes de cada organela presente na estrutura celular. Ele foi construído a partir da produção de ilustrações autorais e idealizado para ser um recurso de apoio aos livros didáticos, proporcionando um material interativo e lúdico tanto para alunos quanto para professores e preocupado também com a inclusão de alunos com deficiências.

**Palavras-chave:** Educação; Inclusão; Organela.

## **ABSTRACT**

Paradidactic books are thematic works that have the declared intention of teaching, however, in a playful way. They can be used in parallel with the textbook or even replace it at times. These books represent a pedagogical tool capable of dynamically contributing to the conception of abstract content, simplifying complex subjects and making them interesting, light and fun. One example is specific knowledge of cell biology, which is abstract due to the microscopic size of most cells. The process of teaching and learning this content represents one of the challenges faced by the school community and in this context, the present study aims to present the process of creating an inclusive textbook, which serves as a tool for teaching and learning cell biology, with an emphasis on cellular structures. The book clearly and objectively presents the pertinent characteristics of each organelle present in the cellular structure. It was built from the production of authorial illustrations and designed to be a support resource for textbooks, providing interactive and playful material for both students and teachers and also concerned with the inclusion of students with disabilities.

**Keywords:** education; inclusion; organelle.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Aspecto visual do livro paradidático	26
Figura 2 – Organização das ilustrações e texto	27
Figura 3 – QR code para acesso ao audiobook	28

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>10</b>
2.1 Os paradidáticos na educação	10
2.2 O ensino da Biologia Celular	11
2.3 A inclusão no processo de ensino e aprendizagem	12
<b>3</b>	<b>14</b>
3.1 Objetivo Geral	14
3.2 Objetivos Específicos	14
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
4.1 Caracterização do estudo	15
4.2 Levantamento de conteúdo e construção do texto	15
4.3 Elaboração das ilustrações e audiobook	17
4.3.1 <i>Elaboração das ilustrações</i>	17
4.3.2 <i>Digitalização das ilustrações</i>	17
4.3.3 <i>Produção áudio descritiva de audiobook</i>	17
4.4 Montagem do paradidático	17
4.4.1 <i>Roteiro do conteúdo para o paradidático</i>	17
4.4.2 <i>Definição de layout</i>	18
4.4.3 <i>Roteiro da descrição para audiobook</i>	18
4.4.4 <i>Construção do QR code para acesso ao audiobook</i>	18
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>25</b>
<b>APÊNDICE A – Livro: Universo celular: uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A biologia celular é o ramo da ciência que estuda estruturas e comportamentos dos sistemas celulares (Alberts, 2011), logo se torna fundamental para uma construção do conhecimento sobre a origem da vida, a diversidade dos seres vivos e as suas ações fisiológicas, transcendendo diversas áreas do conhecimento de forma interdisciplinar (Vigario; Cicillini, 2019).

Atualmente, professores têm dificuldade em elaborar as aulas de biologia celular devido à falta de equipamentos, laboratórios ou planejamentos, trabalhando na maioria das vezes de forma superficial, impossibilitando a associação do conteúdo teórico com a vivência prática (Martins; Braga, 2015). Além disso, o conhecimento ensinado sobre a biologia celular é abstrato, devido à dimensão microscópica da maioria das células (Vigario; Cicillini, 2019).

O processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo representa um dos desafios enfrentados pela comunidade escolar (Moul; Silva, 2017). Estudos educacionais sobre a formação de conceitos mostram que os alunos do ensino básico têm ideias alternativas sobre o tema, encontrando dificuldades no desenvolvimento do pensamento biológico, representando um desafio para os professores ao preparar suas aulas (Arnaud; Fernandez, 2021).

Diante disto, ferramentas pedagógicas contribuem de forma dinâmica na concepção de conteúdos abstratos, a fim de simplificar assuntos complexos como Biologia Celular, que trabalha estruturas microscópicas e submicroscópicas das células e suas funções, transformando-o em um conteúdo interessante, leve e divertido (Vigario; Cicillini, 2019).

Separando-se do ensino tradicional, o livro paradidático segundo Silva (2017), aguça o saber e se torna um instrumento flexível no processo de ensino-aprendizagem com aplicação multifacetada e estimulante para todos os envolvidos.

Assim, coexiste a busca para diminuir os fatores que influenciam a falta de interesse pelas atividades escolares e tornam o ensino agradável tanto para os alunos quanto para os professores. Dessa maneira, a utilização de recursos metodológicos que tornem o trabalho educacional (praticado nesse ambiente) mais dinâmico e prazeroso, pode ser uma excelente alternativa para construção de um processo de ensino e de aprendizagem efetivo (Kiya, 2014).

Assim, o uso do livro paradidático facilita na aprendizagem por relacionar temáticas acadêmicas com o cotidiano, aplicando técnicas diversas como metodologias ativas, tipos textuais e ilustrações (Lopes, 2019). A implementação dessa ferramenta didática promove, de forma positiva, impactos expressivos na relação professor/aluno e no ensino e aprendizado. Um conteúdo com linguagem adequada e ilustrado favorece diretamente o ensino, uma vez que demonstra uma forma de linguagem atrativa para os alunos (Licheski; Assis; Trotta, 2014).

Desta forma, a utilização de uma ilustração coerente e de qualidade na construção do paradidático é de extrema importância para obtenção de resultados positivos para alunos e professores.

A atenção na elaboração de um material didático deve ser ampla e inclusiva, o ensino de qualidade é direito de todos com plena integração de pessoas com necessidades especiais (Brasil, 1988), já que a escola se torna uns dos primeiros ambientes sociais.

O uso de tecnologias áudio visuais não é recorrente nas escolas brasileiras, mas é uma tecnologia que contribui diretamente na inclusão educacional de pessoas com deficiências (Carneiro; Figueiredo, 2020). A evolução da internet e a introdução de novas tecnologias permite que o acesso de alunos e professores possa ser cada vez mais democrático (Lopes, 2019). Além disso, um professor que se apropria de plataforma ou materiais digitais tende a tomar decisões assertivas na aprendizagem coletiva e inclusiva (Nascimento, 2023).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo apresentar o processo de elaboração de um livro paradidático inclusivo como ferramenta de ensino e aprendizagem da biologia celular com ênfase nas estruturas celulares, destacando as características e funções de cada organela. O livro foi construído para ser um recurso de apoio aos livros didáticos, proporcionando um material interativo e lúdico para alunos e professores, auxiliando na construção do conhecimento de biologia.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Os paradidáticos na educação

O conceito de “paradidático” foi criado no Brasil na década de 70 pela editora “Ática”. Embora a denominação tenha surgido nesse período, acredita-se que a ideia de paradidáticos já estava presente em algumas obras de Monteiro Lobato, que empregava a narrativa ficcional adotando uma abordagem mais pedagógica (Dalcin, 2007). Em “Emília no país da gramática”, obra publicada inicialmente em 1937, Monteiro Lobato já apresentava sinais dessa abordagem lúdica e prazerosa (Soares, 2022).

De modo geral, os livros paradidáticos são livros temáticos que têm a declarada intenção de ensinar, porém ensinar de forma lúdica, podendo ser utilizado paralelamente ao livro didático ou mesmo vir a substituí-lo em alguns momentos. Assim, foram surgindo e sendo incorporados ao sistema escolar brasileiro, na maioria das vezes, pela força da propaganda das editoras (Dalcin, 2007).

Para Oliveira (2012) os livros paradidáticos são instrumentos que funcionam como apoio didático para o ensino significativo, buscando a contextualização e a materialização de um conteúdo conceitual aprofundado, atitudinal, abstrato e procedimental.

Implementados na década de 80 e utilizados por professores de português, os livros paradidáticos tiveram um aumento de uso na década de 90, por professores das demais áreas do conhecimento, por apresentar uma abordagem transversal dos temas estabelecidos pelos parâmetros curriculares nacionais (PCNs) em virtude da lei de diretrizes e bases da educação (LDB) (Oliveira, 2012). Após a descentralização dos recursos do programa nacional do livro didático (PNLD) alguns estados como São Paulo investiram em livros paradidáticos para a rede de ensino público por ser uma estratégia educacional eficiente (Colli, 2018).

Dessa forma, os livros paradidáticos começaram a aparecer conforme os interesses das editoras, principalmente no que diz respeito ao estímulo da leitura. Isso proporcionou à escola uma nova perspectiva sobre as propostas pedagógicas, representando uma inovação didática (Campello; Silva, 2018).

Em 2010, o Ministério da Educação instituiu o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) para obras complementares, estabelecendo a verdadeira função dos materiais didáticos no mercado editorial, conhecidos como paradidáticos (Brasil, 2012). Essas obras complementares expandem o universo cultural do aluno nas diversas áreas do conhecimento e auxiliam na prática do letramento (Soares, 2022).

A adequação cultural do livro paradidático incentiva a prática investigativa em sala de aula, favorecendo o ensino e a aprendizagem dos alunos com proporções que incentivam o pensamento crítico, social, estimulando no aluno uma autonomia e uma curiosidade ao longo da leitura da obra e na aplicação pedagógica do professor, principalmente quando se refere a temas mais complexos e abstratos como a biologia celular (Oliveira, 2012).

De acordo com Campollo e Silva, (2018) as principais qualidades esperadas de um livro paradidático são que contenha informações corretas e que tenha capacidade de incentivar a aprendizagem, tornando mais interessante o estudo de um tema sem que o mesmo possa ser considerado um texto “didatizado” como normalmente se encontra nos livros didáticos.

## **2.2 O ensino da Biologia Celular**

Entender a biologia celular é crucial para compreender os processos biológicos na disciplina de Biologia. No entanto, seu ensino frequentemente enfatiza a nomenclatura das estruturas e os fenômenos celulares, em vez de seus significados e contextualização (Arnaud; Fernandez, 2021).

Atualmente, é possível observar pouco envolvimento entre professores e estudantes durante o ensino e a aprendizagem por um dos fatores que podem contribuir para esse distanciamento entre os sujeitos é a dificuldade de aplicabilidade do que se ensina a partir do uso de uma metodologia meramente expositiva (Martins; Braga, 2015).

Além disso, o conhecimento específico da biologia celular é abstrato, devido à dimensão microscópica da maioria das células. O processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo representa um dos desafios enfrentados pela comunidade escolar (Moul; Silva, 2017). Estudos educacionais sobre a formação de conceitos mostram

que os alunos do ensino básico têm ideias alternativas sobre o tema, encontrando dificuldades no desenvolvimento do pensamento biológico, representando um desafio para os professores ao prepararem suas aulas (Arnaud; Fernandez, 2021).

O estudo da biologia celular possibilita conhecer a estrutura, a função e o comportamento das células. E sua compreensão é necessária para a apropriação de conceitos básicos, que são fundamentais para a aprendizagem sobre a composição, o funcionamento e a integração dos seres vivos (Alberts *et al.*, 2017).

A biologia celular apresenta desafios, tanto para o educador quanto para o estudante. Dentre essas dificuldades, destaca-se a natureza microscópica das estruturas celulares, exigindo o uso de microscópios para observação. Essa abordagem pode ser desafiadora para os alunos, que precisam compreender conceitos sem a experiência visual direta (Andrade, 2022).

Andrade (2022), também aponta a falta de contextualização como desafio, visto que muitas vezes o ensino ocorre de forma isolada, sem conexões claras com outros tópicos biológicos ou aplicações práticas. A ausência de contexto pode dificultar a compreensão e a motivação dos estudantes. Portanto, estratégias que relacionem a biologia celular a processos biológicos mais amplos são essenciais para superar essa dificuldade (Andrade, 2022).

Para Lima *et al.*, (2020) as metodologias alternativas podem permitir a compreensão de forma mais dinâmica e participativa nos conteúdos relacionados à biologia celular, contribuindo para minimizar as dificuldades de aprendizagem relacionadas aos conteúdos ligados às estruturas de dimensões microscópicas.

Dentre as propostas metodológicas, os recursos didáticos e as atividades lúdicas, podem vir a ser importantes ferramentas no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos como a biologia celular. Diante disso, com o auxílio desses recursos é possível obter a atenção a partir da motivação e integração dos alunos entre si e com o professor (Oliveira; Carmona; Silva, 2016).

### **2.3 A inclusão no processo de ensino e aprendizagem**

A universalização da educação tem sido um tema inesgotável e discutido com maior impacto a partir de 1990, por meio da promulgação da Declaração Mundial sobre Educação para Todos, ao abordar que a garantia do acesso escolar não pode

ser limitada ao sucesso na realização de matrículas ou frequências dos alunos ao contexto escolar, mas que deve necessariamente ser analisada visando à aquisição de resultados efetivos do processo de ensino pelos professores e aprendizagem pelos alunos (UNESCO, 1990).

A inclusão no processo de ensino-aprendizagem é um tema de grande relevância na educação contemporânea. Trata da garantia de que todos os alunos, independentemente de suas habilidades, deficiências ou diferenças culturais, tenham acesso igualitário à educação de qualidade (Franco; Gomes, 2020).

A inclusão é fundamental para promover a diversidade e a igualdade no ambiente educacional. Permite que todos os alunos se beneficiem de uma educação que respeita suas necessidades individuais e promove seu desenvolvimento integral. Além disso, a inclusão contribui para a formação de uma sociedade mais justa e igualitária, na qual todos têm as mesmas oportunidades de aprendizado (Rodrigues; Pinto, 2024).

Rodrigues e Pinto (2024) também apontam que a implementação da inclusão no processo de ensino-aprendizagem apresenta desafios. Sendo necessário que os educadores estejam preparados para lidar com as diferenças e necessidades dos alunos. Isso implica em uma formação adequada e em uma mudança de mentalidade, que valorize a diversidade e reconheça o potencial de cada aluno.

A inclusão no processo de ensino-aprendizagem é um direito de todos e um dever da educação. Ela promove a igualdade, a diversidade e o respeito às diferenças. Apesar dos desafios, é necessário que haja um comprometimento de todos os envolvidos no processo educacional para que a inclusão se torne uma realidade (Batista; Cardoso, 2020).

Silva e Carvalho (2017) observam a necessidade de conhecimento sobre a política de educação inclusiva, os seus determinantes e suas práticas, para que assim seja constituído um processo de inclusão eficiente e que englobe todos. Em contrapartida, nota-se a necessidade de consolidar uma prática social que encoraje escola, família e alunos a reverem comportamentos e crenças, permitindo uma facilitação entre articulação de programas e políticas (Silveira; Enumo; Rosa, 2012), estabelecendo assim, uma inclusão não apenas educacional, mas social, atendendo as necessidades dos alunos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Produzir um livro paradidático inclusivo como ferramenta de ensino e aprendizagem da biologia celular com ênfase nas estruturas celulares.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Promover a inclusão no ensino da biologia celular por meio da confecção de um livro paradidático inclusivo;
- Criar ilustrações de organelas e estruturas celulares;
- Descrever o processo de confecção de um livro paradidático inclusivo sobre as estruturas celulares;
- Desenvolver audiobook descritivo de um livro paradidático sobre estruturas celulares.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Caracterização do estudo**

Trata-se de um estudo metodológico que visou a elaboração de uma tecnologia educativa, propondo a confecção de um livro informativo sobre as estruturas de organelas celulares. De acordo com Demo (1994) "faz parte da pesquisa metodológica o estudo dos paradigmas, as crises da ciência, os métodos e as técnicas dominantes da produção científica". O presente estudo dedica-se à fase de elaboração do recurso didático, no formato de livro paradidático.

Assim, o presente estudo apresenta uma abordagem metodológica qualitativa, visando a construção de um livro que seja de fácil leitura e assimilação das informações apresentadas. Pereira e colaboradores (2018), salientam que a pesquisa qualitativa possibilita ao pesquisador um ponto de vista integral, podendo explorar resultados e conhecimentos que contribuam para a compreensão da realidade.

As seguintes etapas foram estabelecidas para a confecção do recurso didático: Levantamento de conteúdo e construção do texto; Elaboração das ilustrações e audiobook, envolvendo a elaboração das ilustrações, digitalização das ilustrações e produção áudio descritiva de audiobook; Montagem do paradidático envolvendo o roteiro do conteúdo para o paradidático; Definição de *layout*; Roteiro da descrição para audiobook e Construção do QR code para acesso ao audiobook.

### **4. 2 Levantamento de conteúdo e construção do texto**

Para saber quais os conteúdos de Biologia Celular são trabalhados no ensino médio, foi analisado o currículo de Pernambuco (Pernambuco, 2023), no qual essa área de estudos é dividido em três módulos durante o ano letivo, a saber: i) as estruturas celulares (níveis de organização celular); ii) citologia-divisão celular e iii) metabolismo energético – que engloba os conteúdos de fotossíntese, respiração, quimiossíntese e fermentação – (Pernambuco, 2023).

Diante disso, o presente recurso busca descrever os conceitos-chave dos três módulos correspondentes à área da biologia celular, para auxiliar no entendimento e visualização do conteúdo voltado para alunos do ensino médio.

Esses conceitos-chave englobam as funções de organelas e estruturas celulares, especificamente: núcleo, cromatina, nucléolo, cromossomo, ribossomo, envoltório nuclear, retículo endoplasmático, mitocôndria, complexo de Golgi, vesículas, lisossomos, filamentos de actina, microtúbulos, filamentos intermediários, centríolo, peroxissomos, vacúolo, cloroplasto, membrana plasmática, especializações de membrana, parede celular, procarionte e eucarionte.

Para atingir os objetivos das descrições e ilustrações das estruturas e funções celulares, foi realizado o levantamento bibliográfico de livros didáticos, de acordo com o quadro a seguir. Esses livros serviram como base para a produção do paradidático.

Quadro 1 - Relação dos livros utilizados para produção do paradidático

Autor/ano	Título	Referência
JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2013.	Biologia celular e molecular - 9. ed. / 2013	JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. <b>Biologia celular e molecular</b> . 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 364 p. ISBN 9788527720786 (broch.).
ROBERTIS; PONZIO, 2003.	Robertis : biologia celular e molecular - 14.ed. / 2003	DE ROBERTIS, E. M. F.; HIB, José; PONZIO, Roberto. <b>De Robertis: biologia celular e molecular</b> . 14.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. xiv, 413 p. ISBN 8527708590 (broch.).
BOLSOVER, 2005.	Cell biology: a short course, 2nd ed	BOLSOVER, Steven R. <b>Biologia celular</b> . 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. xiii, 325 p. ISBN 8527710226 (broch.).
SOBOTTA; WELSCH, 2007.	Atlas de histologia: citologia, histologia e anatomia microscópica - 7.ed. / 2007	SOBOTTA, Johannes; WELSCH, Ulrich. <b>Atlas de histologia: citologia, histologia e anatomia microscópica</b> . 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. ix, 259 p. ISBN 9788527713146 (enc.).

Fonte: O Autor, 2024.

## **4.3 Elaboração das ilustrações e audiobook**

### *4.3.1 Elaboração das ilustrações*

As ilustrações foram desenhadas manualmente e pintadas com tinta acrílica, utilizando materiais como pincéis de diversos tamanhos, tela em papel, possibilitando imagens autorais com texturas próprias. Ao todo, foram produzidas vinte e nove imagens de organelas e estruturas celulares para servir de apoio na montagem do paradidático.

### *4.3.2 Digitalização das ilustrações*

Após serem finalizadas, as ilustrações foram escaneadas para obter as imagens digitalizadas. Além disso, utilizou-se o aplicativo *Picsart AI* como dispositivo de recorte e a edição de cada imagem, pois disponibiliza diversas ferramentas gratuitas de edição, possibilitando aprimorar a nitidez e coloração das ilustrações diretamente do celular.

### *4.3.3 Produção áudio descritiva de audiobook*

O áudio foi capturado por gravação da leitura do leitor de texto Google Chrome. O áudio possui a descrição detalhada de todo o paradidático (descrição da ilustração, descrição do conteúdo textual e descrição do rodapé).

## **4.4 Montagem do paradidático**

### *4.4.1 Roteiro do conteúdo para o paradidático*

A elaboração foi baseada nos livros escolhidos após o levantamento de conteúdo para a construção do texto. O conteúdo foi dividido em: 1. Origem e evolução das células, com explicação da teoria pré-cambriana e da teoria da endossimbiose; 2. Características de células procarióticas e eucarióticas, incluindo a apresentação das peculiaridades das células e as diferenças em suas morfologias e grupos; 3. Organelas, foram abordadas vinte e nove organelas no paradidático, com explicação de sua funcionalidade celular e anatomia; e 4. Estruturas celulares, com explicação da função e da forma macromolecular de estruturas acessórias das células.

#### 4.4.2 Definição de layout

*Layout* construído com o aplicativo *Canva Pro*. O design foi criado em um papel padrão do tipo A4 que corresponde a 21 cm x 29.7 cm. Para o texto e título, a fonte utilizada foi a "Glacial Indifference" na cor preta, com o texto em tamanho 15 e o título em tamanho 35. Foi feito o *upload* de todas as vinte e nove imagens.

Branco foi definida para o plano de fundo e a caixa de texto foi construída com a cor cinza #d9d9d9, centralizada na parte superior da página, no centro ou na parte inferior, dependendo do tamanho do texto. Foram escolhidos elementos como moldura para destacar o texto principal, uma barra para incluir informações adicionais no rodapé.

#### 4.4.3 Roteiro da descrição para audiobook

A elaboração desse roteiro contém uma descrição detalhada do paradidático com o objetivo de facilitar a compreensão do material para os ouvintes, dividida em narração da página (número da página e título), descrição da imagem (detalhando características como cores, formato, cortes e estruturas internas da ilustração presente na página), leitura do texto (narração do conteúdo da estrutura presente na página retirado do roteiro do paradidático), leitura do rodapé (narração das palavras e seus significados e informação sobre a ilustração autoral).

#### 4.4.4 Construção do QR code para acesso ao audiobook

Foi realizada a gravação de tela durante a leitura do texto feita pelo leitor de texto do Google Chrome. Em seguida, o vídeo da gravação de tela foi exportado para uma conta do aplicativo YouTube e postado. Com o link do vídeo, foi possível anexá-lo a um QR code no aplicativo *Canva*, onde o paradidático estava sendo formatado. O aplicativo *Canva* pede um link do conteúdo para anexar no QR code e fornece a imagem do QR code para download. Com a imagem do QR code baixada, foi anexada em seguida no paradidático.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguidas as etapas descritas no processo metodológico do presente trabalho, chegou-se ao resultado da criação de um livro paradidático ilustrado que se destina a estudantes do ensino médio e professores do ensino de biologia, sendo capaz de contribuir para uma aprendizagem lúdica e contextualizada do conteúdo, podendo ser inserido em sequências didáticas e trabalhado como ferramenta de apoio.

O presente livro paradidático tem foco na temática da biologia celular para uso no ensino médio, sendo intitulado: “Universo celular: uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares” foi produzido no formato de configuração paisagem, tamanho A4, com metade da folha formando uma página. Contendo 41 páginas, 29 ilustrações e um QR code (ver Apêndice A).

O livro paradidático pode ser utilizado como um material de apoio ao livro didático ou como ferramenta metodológica para o professor, possibilitando estimular de diversas formas o conteúdo em sala de aula e desenvolver competências e habilidades específicas no aluno como em que propõe analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, competência descrita na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018 p. 538). Segundo Castagnaro (2021), o estímulo dessas habilidades competências através da criatividade do docente vai trazer contribuições além da aprendizagem, despertando a sensibilização para problemáticas sociais.

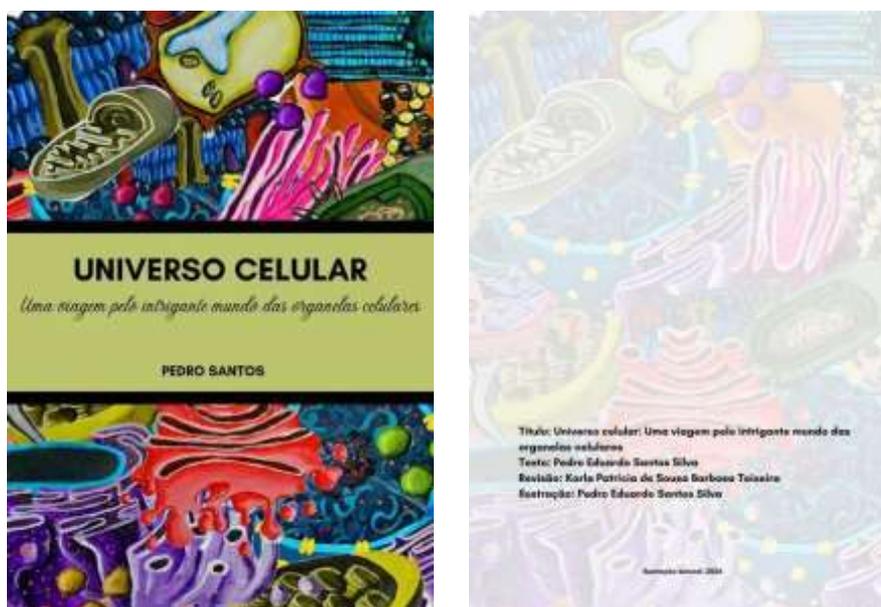
Portanto, esta produção levou em consideração a descrição de Azevedo (1998, p.3) que atribui ao desenvolvimento de um livro ilustrado, seja infantil ou não, no plano da linguagem é composto por pelo menos três sistemas narrativos, sendo eles o texto propriamente dito, as ilustrações e o projeto gráfico, isto é, a capa, a diagramação do texto, a disposição das ilustrações, a tipologia escolhida, o formato e o tipo de papel.

### *Estética do livro paradidático*

Com a preocupação de manter a identidade visual e valorizar o esforço de produção autoral das ilustrações apresentadas no livro, todas as estruturas foram desenvolvidas pelo autor do presente estudo, a partir da articulação de elementos visuais ofertados nos livros tomados como referências, permitindo a produção de figuras embasadas na literatura. Conforme a figura 1, o design escolhido para a

estética do livro “Universo celular: uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares” se utilizou de tons claros em suas páginas e fontes no tamanho 15 (quinze), com exceção dos títulos e subtítulos.

**Figura 1** – Aspecto visual do livro paradidático.

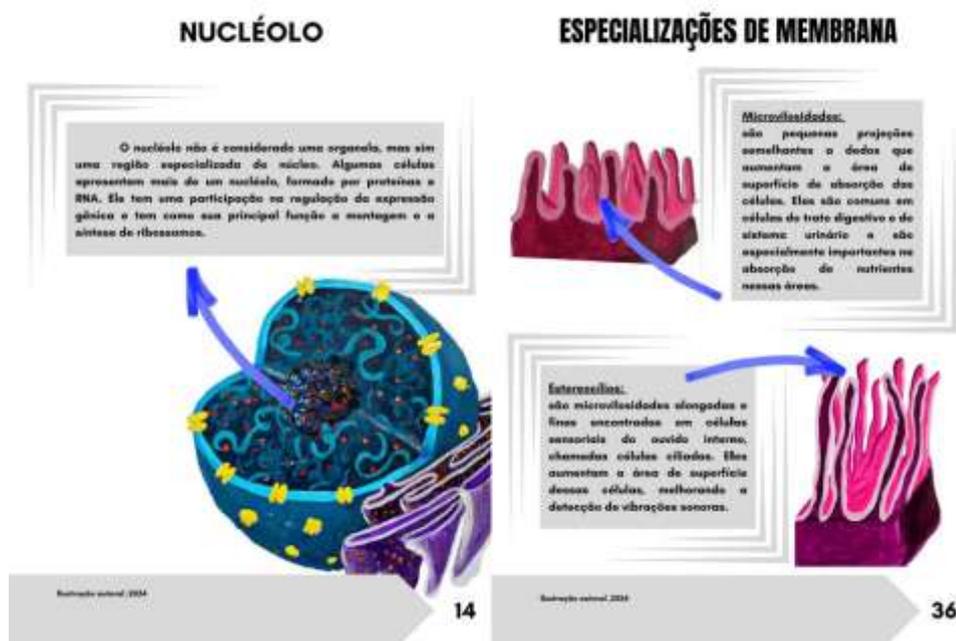


Fonte: o autor (2024).

Os elementos e os conteúdos foram organizados da seguinte forma: capa, contra capa, folha de rosto, apresentação, conteúdo (Origem e evolução das células, Características das células procariontes, Características da células eucariontes, Núcleo, Cromatina, Cromossomo, Nucléolo, Ribossomos, Envoltório nuclear, Retículo endoplasmático, Retículo endoplasmático rugoso (RER), Retículo endoplasmático liso (REL), Mitocôndria, Complexo de Golgi, Vesículas, Lisossomos, Filamentos, Filamentos de actina, Filamentos de microtúbulos, Centríolos, Filamentos intermediários; Peroxissomos, Cloroplasto, Vacúolo, Especialização de membrana, Parede celular), Conclusão e Referências.

Cada estrutura ilustrada e comentada no paradidático foi organizada apresentando uma ilustração e a descrição do que se apresenta, conforme o exemplo apresentado abaixo:

**Figura 2** – Organização das ilustrações e texto.



Fonte: o autor (2024).

A produção de um livro com ilustrações próprias feitas pelo autor é uma escolha significativa, pois promove o enriquecimento visual e compreensão ajudando a visualizar conceitos abstratos, tornando o conteúdo mais acessível e compreensível (Pajeú; Lima, 2020). Ademais, o aspecto ilustrativo do paradidático promove a interseção entre dois termos contrastantes, a ciência e arte no processo de ensino e aprendizagem (Galvão, 2006) no qual, o conteúdo científico pode ser desenvolvido de forma mais atrativa. As figuras desenvolvidas são denominadas de ilustrações científicas, em que se apresentam como uma área do ensino de ciências responsável por associar técnicas de desenho para reprodução de aspectos relacionados com a biologia, segundo Moura (2016). Dessa forma, esse recurso utilizado no paradidático também pode promover interdisciplinaridade por perpassar diferentes áreas de conhecimento para promoção da prática pedagógica (Ferreira, 2012).

O livro também foi produzido na forma de audiobook, com o intuito de atender a necessidade de alunos que podem se beneficiar de uma alternativa voltada para a inclusão de alunos com deficiência visual. Para Sobreira e Rodrigues, (2013) o audiobook é um recurso importante para incentivar a leitura e promover a inclusão de pessoas com deficiências no ecossistema da leitura. Além disso, a produção de audiolivros voltados para pessoas com deficiência visual implica em considerar as

condições de acessibilidade de tal produto e seu aceite por essas pessoas (Eich; Schulz; Pinheiro, 2017).

Em uma pesquisa descritiva realizada por Mota (2010) foi observado que o uso do audiobook resultou como uma ferramenta de inclusão educacional, acessibilidade, facilidade de acesso e autonomia do aluno, tendo em vista que, essas vantagens proporcionam oportunidades de aprendizagem mais acessível, personalizadas e autônomas para o estudante. Dessa forma, o audiobook torna-se uma ferramenta eficaz na inclusão educacional e cultural de pessoas com deficiência visual no âmbito escolar.

Além disso, Pereira e Oliveira (2024) afirmam que o audiobook promove um ambiente educacional mais envolvente, estimulando a participação ativa dos alunos e a atenção do conteúdo trabalhado durante as aulas ministradas.

Para acesso ao audiobook do livro “Universo celular: uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares”, foi disponibilizado no livro um QR code que ao ser posicionado na câmera do celular, será redirecionado para o acesso ao audiobook do livro.

**Figura 3** – QR code para acesso ao audiobook:



Fonte: O Autor (2024).

Segundo Vieira e Coutinho (2013), o uso do QR code implantado e sustentado no Mobile Learning, pode ser um novo foco aos processos de ensino e aprendizagem, o que pode introduzir uma nova dinâmica e está atrelado ao fator de novidade, poderá ser uma nova motivação extra para os alunos. Tais evidências corroboram com os

resultados de Netto e Jorge Neto (2022), o qual demonstrou a potencialidade dos QR Codes junto aos docentes e indicaram que a maioria dos professores consultados conhecia os QR Codes e se posicionaram de forma positiva em relação a aplicabilidade da ferramenta no ensino e que promove maior conexão entre o conteúdo escolar e o mundo contemporâneo.

É importante destacar também que a aprendizagem é o conhecimento construído e reconstruído continuamente (Faria, 1989). Uma possível indicação para contornar a dificuldade na aprendizagem de conteúdos relacionados a biologia celular, seria a produção de novos materiais educacionais (didáticos ou paradidáticos) para dar suporte ao conhecimento e ao caminho a ser percorrido para se alcançar tal conhecimento (Campollo; Silva, 2018).

## 6 CONCLUSÃO

A produção de um livro paradidático é uma iniciativa valiosa, que favorece a inclusão educacional de alunos com diferentes necessidades de aprendizagem. O presente trabalho foi elaborado visando ampliar a compreensão e a acessibilidade no ensino da biologia celular. Dessa forma, foram realizadas as seguintes etapas:

- Produção de um livro paradidático inclusivo sobre estruturas celulares;
- Criação de ilustrações claras e informativas das organelas celulares que enriqueceram o conteúdo do livro e facilitará a compreensão dos alunos;
- Descrição das etapas de todo o processo de elaboração do livro paradidático inclusivo sobre as organelas e estruturas celulares;
- Desenvolvimento de um audiobook descritivo e detalhado do livro paradidático sobre organelas e estruturas celulares.
- A possibilidade de acessar o audiolivro complementa o livro impresso ou no formato E-book, oferecendo uma alternativa acessível para diferentes estilos de aprendizagem.

Este estudo demonstra a importância de desenvolver materiais didáticos inclusivos no ensino da biologia celular. A combinação de textos descritivos, ilustrações claras e informativas, e a opção de audiobook, proporciona uma experiência de aprendizagem rica e acessível para todos os alunos. Este trabalho serve como um modelo para futuras iniciativas que visam tornar a educação mais inclusiva e eficaz. Além disso, destaca a necessidade de considerar a neurociência cognitiva e a teoria da aprendizagem multimídia ao criar materiais educacionais.

Espera-se que o presente livro paradidático possa ser utilizado em sala de aula incorporado no ensino de biologia celular em turmas de ensino médio. Há a expectativa de que as informações nele contidas auxiliem no processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

AMORIM, D. C. de; MERCADO, L. P. L. Desafios de dois professores de Biologia Celular e Molecular na pandemia da covid-19: do ensino às práticas laboratoriais. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 12, p. 1–20, 2022. DOI: 10.35699/2237-5864.2022.38368.

ANDRADE, Vinicius Assis de. **Uma proposta didático-pedagógica em biologia celular para a alfabetização científica**. 2022. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, Florianópolis, 2022.

ARNAUD, Anike Araujo; FERNANDEZ, Carmen. Modelos de reações redox: uma análise em livros didáticos de química. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13., 2021. **Anais** [...] Campina Grande: Editora Realize, 2021. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV155\\_MD1\\_SA101\\_ID1170\\_03082021153236.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA101_ID1170_03082021153236.pdf). Acesso em: 10 de jan 2024.

AZEVEDO, Ricardo. Texto e imagem: diálogos e linguagens dentro do livro. *In*: SERRA, Elizabeth D'angelo (org.). **30 anos de literatura para crianças e jovens: Algumas leituras**. Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 1-7.

BATISTA, Leticia Alves; CARDOSO, Maykon Dhones de Oliveira. Educação Inclusiva: desafios e percepções na contemporaneidade. **Revista Educação Pública**, [S. l.], v. 20, n. 44, 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/44/educacao-inclusiva-desafios-e-percepcoes-na-contemporaneidade>. Acesso em: 10 jan 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 10 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Acervos complementares: as áreas do conhecimento nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEB, 2012. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=12696-acervoscomplementares-2013-site-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=12696-acervoscomplementares-2013-site-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 26 jul. 2023.

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

CAMPELLO, B. S.; SILVA, E. V. da. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. **Biblioteca Escolar em Revista**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018.

CAMPOLLO, Bernadete Santos; SILVA, Eduardo Valadares da. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. **Biblioteca Escolar Em Revista**, Ribeirão Preto - SP, v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018. DOI: 10.11606/issn.2238-5894.berev.2018.143430.

CARNEIRO, Auner Pereira; FIGUEIREDO, Ismérie Salles de Souza; LADEIRA, Thalles Azevedo. A importância das tecnologias digitais na Educação e seus desafios. **Revista Educação Pública**, [S. l.], v. 20, nº 35, 15 de setembro de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/35/joseph-a-importancia-das-tecnologias-digitais-na-educacao-e-seus-desafios-a-educacao-na-era-da-informacao-e-da-cibercultura>. Acesso em: 29 jan. 2024.

CASTAGNARO, Thais Janaina. **Metodologias ativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: estratégias para um ensino contextualizado**. 2021. 154 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2021.

COLLI, Isa. A importância dos livros paradidáticos nas escolas. *In: Isa Colli* [Blog]. 2018. Disponível em: <https://isacolli.com/a-importancia-dos-livros-paradidaticos-nas-escolas/>. Acesso em: 18 set. 2023.

DALCIN, A. Um olhar sobre o paradidático de matemática. **Zetetike**, Campinas, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 25–36, 2007. DOI: 10.20396/zet.v15i27.8647014. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647014>. Acesso em: 12 fev. 2024.

DEMO, P. **Pesquisa e construção do conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

EICH, M. S.; SCHULZ, L. O.; PINHEIRO, L. S. audiodescrição como recurso de acessibilidade no livro didático de língua inglesa. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 443–459, maio 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tla/a/X7BywqF4SpkLs5YgsL79btr/#>. Acesso em: 01 jan. 2024.

FARIA, W. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Ática, 1989.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrumento no ensino de ciências? **Revista, Arredia**, Dourados, MS, v. 1, n. 1, 2012.

FRANCO, Renata Maria da Silva; GOMES, Claudia. Educação inclusiva para além da educação especial: uma revisão parcial das produções nacionais. **Rev. psicopedag.**, São Paulo, v. 37, n. 113, p. 194-207, ago. 2020.

GALVÃO, Cecília. Ciência na Literatura e Literatura na Ciência. **Interacções**, Santarém, Portugal, v. 2, n. 3, 2006. Disponível em: <http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/C3.pdf>. Acesso em: 21 jan 2022.

KIYA, Marcia Cristina da Silveira. **O uso de Jogos e de atividades lúdicas como recurso pedagógico facilitador da aprendizagem**. 2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoe>

s\_pde/2014/2014\_uepg\_ped\_pdp\_marcia\_cristina\_da\_silveira\_kiya.pdf. Acesso em: 02 mar. 2024.

LICHESKI, Laís; ASSIS, Maria; TROTTA, Tatiana. Comunicação por meio da ilustração: criatividade instigada pelo método de ensino. **The Challenge Of Developing Creative Artists In A Standardized World**, [S.l.], v. 7, p. 201-204, 20 abr. 2014.

LIMA, M. M. DE O. *et al.* Atividades práticas de Biologia: uma sequência de ensino investigativa sobre o Ciclo Celular. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 9, n. 9, p. 1–9, 2020.

LOPES, Davi Elisiario Lima. **O uso de livro paradidático para a contextualização dos conteúdos, na disciplina de biologia evolutiva no curso de ciências biológicas**. 2019. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC) - Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019.

MARTINS, I. C. P.; BRAGA, P. E. T. Jogo didático como estratégia para o ensino de divisão celular. **Essentia**, Sobral -CE, v. 16, n. 2, 2015. Disponível em: <https://essentia.uvanet.br/index.php/ESSENTIA/article/view/27>. Acesso em: 02 mar. 2024.

MOTA, Samuel dos Santos. **O uso de audiolivros como objetos de aprendizagem no desenvolvimento acadêmico de universitários cegos ou com baixa visão: uma análise a respeito da usabilidade**. 2010. Artigo (Especialização em Tecnologias da Informação e da Comunicação Aplicadas à Educação- EaD) - Centro de Artes e Letras, Universidade Federal de Santa Maria, Polo de Santana do Livramento, RS, 2010.

MOUL, R. A. T. D. M.; SILVA, F. C. DA. A modelização em genética e Biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiencias em Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 118–128, 2017.

NASCIMENTO, Karla Angélica Silva do. **Mobile colaborativa learning e a prática docente com o suporte de tecnologias móveis**. Fortaleza: EdUECE, 2023. Disponível em: <https://www.uece.br/eduece/wp-content/uploads/sites/88/2023/08/Mobile-Collaborative-Learning-e-a-Pr%C3%A1tica-Docente-com-o-Suporte-de-Tecnologias-M%C3%B3veis.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2024.

NETTO, Manoel Salvino de Lima; JORGE NETO, Miguel. Potencial dos QR codes na educação: investigação com professores da educação básica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades**, Ciências e Educação, São Paulo, v. 8, n. 7, p. 434-444, 30 jul. 2022.

OLIVEIRA, A. F. DE; CARMONA, I. V.; SILVA, N. B. DA. O jogo didático META: construindo conceitos de Biologia Celular e molecular. **Revista da SBEnBio**, [S.l.] n. 9, 2016.

OLIVEIRA, Luiza Gabriela de. **Utilização de um livro paradidático como ferramenta pedagógica no desenvolvimento do ensino por investigação:** proposta de uma sequência didática para o ensino de genética no 9º ano do ensino fundamental. 2012. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências e Matemática de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PAJEÚ, H. M.; LIMA, R. F. A. B. de. A compreensão da ilustração na literatura infantil a partir do pensamento de Roland Barthes. **Informação & Informação**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 344–374, 2020. DOI: 10.5433/1981-8920.2020v25n2p344. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/35652>. Acesso em: 7 fev. 2024.

PEDERSOLI, Edna Aparecida. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. **Cadernos PDE**, 2014. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_uel\\_bio\\_pdp\\_edna\\_aparecida\\_pedersoli.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_bio_pdp_edna_aparecida_pedersoli.pdf). Acesso em: 02 jan. 2024.

PEREIRA, Adriana Soares. *et. al.* **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, NTE, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 23 dez. 2023.

PERREIRA, G. M. C. **Proposta de aprendizagem ativa mediada pelo recurso audiobook em uma escola privada de educação infantil no município de Santa Maria**. 1ª edição. Sao Paulo: Arche, 2024. 2p.

RODRIGUES, Rosiomar Lobato Pinheiro; PINTO, Fábio Coelho. Promovendo a inclusão escolar: o desafio da educação para alunos com transtorno do espectro autista (TEA). **Revista FT**, [S.l.], v. 28, ed. 131, p. 1-20, fev. 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/promovendo-a-inclusao-escolar-o-desafio-da-educacao-para-alunos-com-transtorno-do-espectro-autista-tea/>. Acesso em: 03 jan. 2024.

SILVA, N. C.; CARVALHO, B. G. E. Compreendendo o Processo de Inclusão Escolar no Brasil na Perspectiva dos Professores: uma Revisão Integrativa. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, SP, v. 23, n. 2, p. 293–308, abr. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/5QWT88nTKPL4VMLSGRG7dSM/#>. Acesso em: 03 dez. 2023.

SILVEIRA, K. A.; ENUMO, S. R. F.; ROSA, E. M.. Concepções de professores sobre inclusão escolar e interações em ambiente inclusivo: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, SP, v. 18, n. 4, p. 695–708, out. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/sN6wfRgRRg6qMYNpLTHS5tR/#>. Acesso em: 01 jan. 2024.

SOARES, Rudson Thalles da Silva. **Proposta de elaboração de um livro paradidático para o ensino médio com foco nas questões ambientais**

**emergentes**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro Acadêmico da Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2022.

SOBREIRA, F. M.; RODRIGUES, B. G. M. Audiodescrição de imagens estáticas no contexto educacional: reflexões sobre a produção de material didático para pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, SP, v. 19, n. 1, p. 107-124, 2013.

UNESCO. **Declaração Mundial sobre Educação para Todos**: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem. Jomtien: UNESCO; 1990. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

VIEIRA, L. de S.; COUTINHO, C.P. **Mobile Learning: Perspectivando o Potencial dos Códigos QR na Educação**. Editora Universidade de Minho. Centro de Competência do Projeto Nónio Século XXI, 2013.

VIGARIO, A. F.; CICILLINI, G. A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celular no nível médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 57–74, jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-65382012000400011>. Acesso em: 02 fev.2024.

**APÊNDICE A – Livro: Universo celular: uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares**



# UNIVERSO CELULAR

*Uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares*

**PEDRO SANTOS**





**Título: Universo celular: Uma viagem pelo intrigante mundo das organelas celulares**

**Texto: Pedro Eduardo Santos Silva**

**Revisão: Karla Patricia de Sousa Barbosa Teixeira**

**Ilustração: Pedro Eduardo Santos Silva**

Ilustração autoral ,2024



**Este QR code é uma ferramenta de apoio que permite o acesso ao audiobook com a audiodescrição do paradidático. Para ler um QR code, basta apontar a câmera do seu smartphone para o código e aguardar a leitura. Seu dispositivo revelará o conteúdo armazenado.**

# SUMÁRIO

<b>Apresentação</b>	<b>5</b>
<b>Origem e evolução da células</b>	<b>6</b>
<b>Características da células procariontes</b>	<b>8</b>
<b>Características da células eucariontes</b>	<b>9</b>
<b>Núcleo</b>	<b>10</b>
<b>Cromatina</b>	<b>12</b>
<b>Cromossomo</b>	<b>13</b>
<b>Nucléolo</b>	<b>14</b>
<b>Ribossomos</b>	<b>15</b>
<b>Envoltório nuclear</b>	<b>16</b>
<b>Retículo endoplasmático</b>	<b>17</b>
<b>Retículo endoplasmático rugoso (RER)</b>	<b>18</b>
<b>Retículo endoplasmático liso (REL)</b>	<b>19</b>
<b>Mitocôndria</b>	<b>20</b>
<b>Complexo de Golgi</b>	<b>21</b>
<b>Vesículas</b>	<b>22</b>
<b>Lisossomos</b>	<b>23</b>
<b>Filamentos</b>	<b>24</b>
<b>Filamentos de actina</b>	<b>25</b>
<b>Filamentos de microtúbulos</b>	<b>26</b>
<b>Centríolos</b>	<b>27</b>
<b>Filamentos intermediários</b>	<b>28</b>
<b>Peroxisomos</b>	<b>29</b>
<b>Cloroplasto</b>	<b>30</b>
<b>Vacúolo</b>	<b>31</b>
<b>Membrana plasmática</b>	<b>32</b>
<b>Fosfolipídios</b>	<b>34</b>
<b>Proteínas de membrana</b>	<b>35</b>
<b>Especialização de membrana</b>	<b>36</b>
<b>Parede celular</b>	<b>38</b>
<b>Conclusão</b>	<b>39</b>
<b>Referência</b>	<b>40</b>

# APRESENTAÇÃO

**Olá! Que bom que você está aqui! Vamos conhecer o grande universo da biologia celular. Você sabia que é uma área do conhecimento que estuda microscopicamente, a anatomia e o funcionamento das células? Estou super empolgado em apresentar este conteúdo para você. Neste paradidático, vamos diferenciar as células procariontes e eucariontes, bem como entender o funcionamento de cada organela que compõe essas células.**

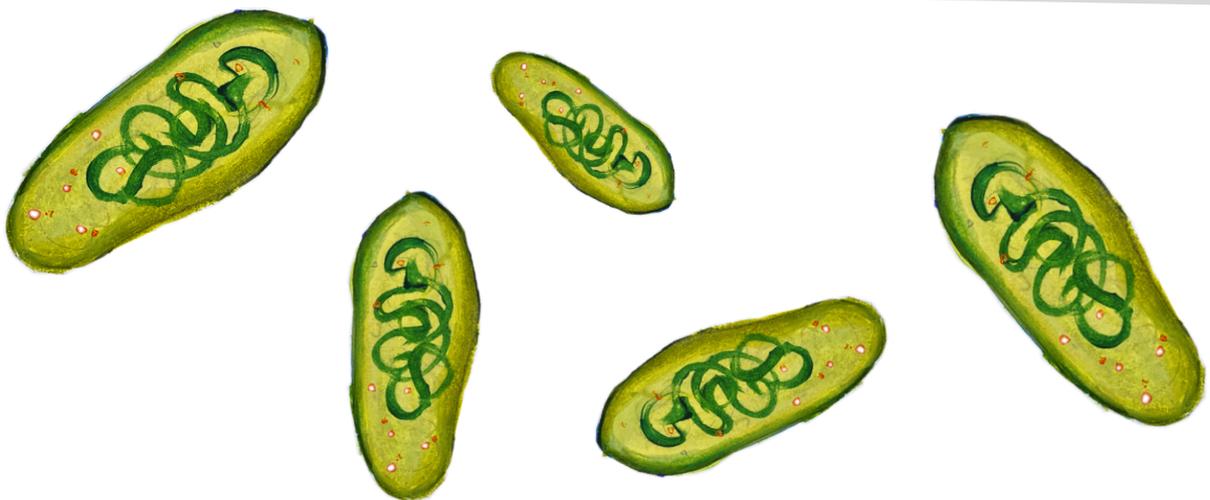
**Essa área da ciência nos permite justificar todos os processos para a origem dos seres vivos, os processos de sobrevivência e evolução de um organismo. A Biologia Celular (BC) é fundamental para compreender a fisiologia do corpo saudável ou do corpo que está com algum problema de saúde. A biologia celular colabora diretamente na elaboração de tratamentos médicos. É de fato um grande mundo!**

**Nessa viagem, vamos ter uma visão geral das organelas celulares, como o núcleo, os ribossomos, o retículo endoplasmático liso e rugoso, o complexo de Golgi, a mitocôndria e entre outras organelas e estruturas. Depois, exploraremos a diferença entre células procariontes e eucariontes, e vamos entender que essas diferenças modelam as células, determinando sua função. Vamos descobrir sobre as células que formam todos os seres vivos!**

**Então, vamos começar?**

# ORIGEM E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS

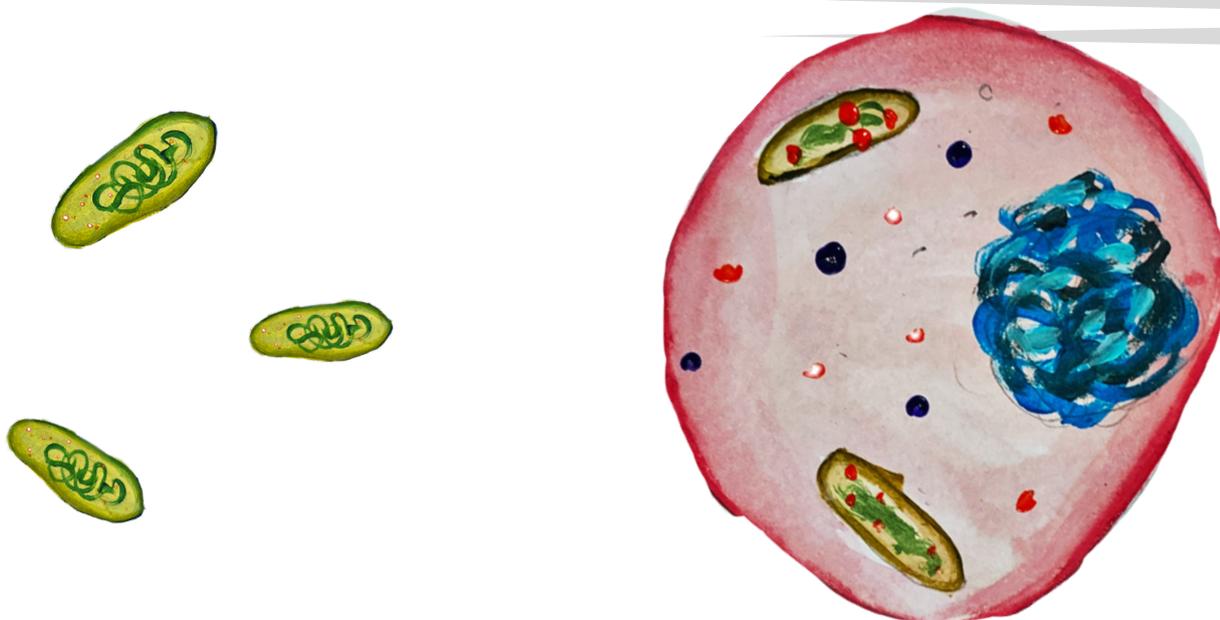
No início do período Pré-Cambriano (período do surgimento da vida na Terra, devido às mudanças climáticas e atividades geológicas), há cerca de 3,5 bilhões de anos, ocorreu o surgimento das primeiras células no planeta. A hipótese\* mais amplamente aceita pelos cientistas sugere que os componentes da atmosfera primitiva, combinados com descargas elétricas frequentes, a presença de calor e os raios ultravioleta, deram origem às primeiras moléculas organizadas. Posteriormente, surgiram aglomerados proteicos, dando origem às primeiras formas de vida primitivas, capazes de autorreprodução com DNA próprio e que se alimentavam meteoricamente\*\*. Essas formas de vida foram posteriormente denominadas células procarióticas.



\***hipótese** -explicação provisória que pode ser testada por meio de experimentos ou observações.

\*\***heterotrófica** - Produz seu próprio alimento através da fotossíntese ou quimiossíntese.

Os seres vivos presentes na Terra eram células procariontes. No entanto, a teoria da endossimbiose explica o surgimento das células eucarióticas. Essa teoria sugere que, devido às grandes atividades metabólicas do período, uma célula procarionte englobou\* outra célula procarionte, entrando em uma relação de endossimbiose (uma relação ecológica favorável entre dois seres vivos que colaboram no processo de sobrevivência mútua). A teoria assegura que o organismo englobado fornece um rendimento energético, facilitando a respiração celular, e ganha nutrientes e proteção, resultando em organismos com maior complexidade estrutural, nomeados de células eucariontes.



\*englobou- Ato de uma célula ou organismo envolver outro para formar uma associação.  
Ilustração autoral, 2024

# CARACTERÍSTICAS DA CÉLULA PROCARIONTE



As células procarióticas possuem o material genético (nucleoide) disperso no citoplasma. O DNA dessas células é circular. Como o DNA está disperso no citoplasma, os ribossomos realizam a síntese proteica livremente. Sua estrutura é composta por uma cápsula, membrana plasmática, citoplasma, DNA circular e ribossomos. Dependendo da célula, ela pode apresentar flagelos, cílios, parede celular e pilus. A obtenção de energia pode ocorrer de forma fototrófica (utilização da luz solar para transformação em energia) ou quimiotrófica (utilização de compostos químicos para obtenção de energia). As células procarióticas podem ser bactérias ou arqueobactérias, com tamanhos relativamente pequenos e funções simplificadas.

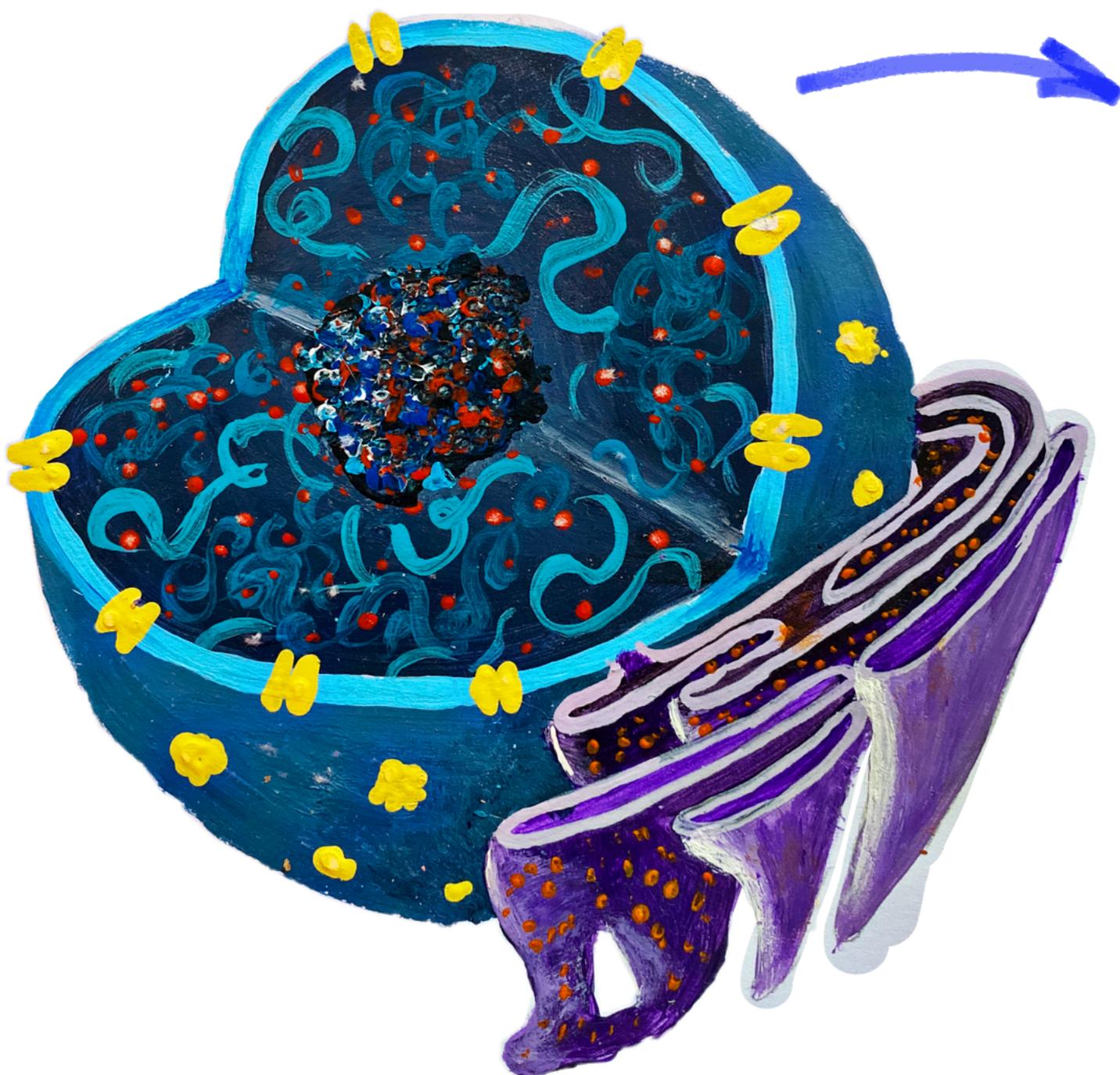
# CARACTERÍSTICAS DA CÉLULA EUCARIONTE

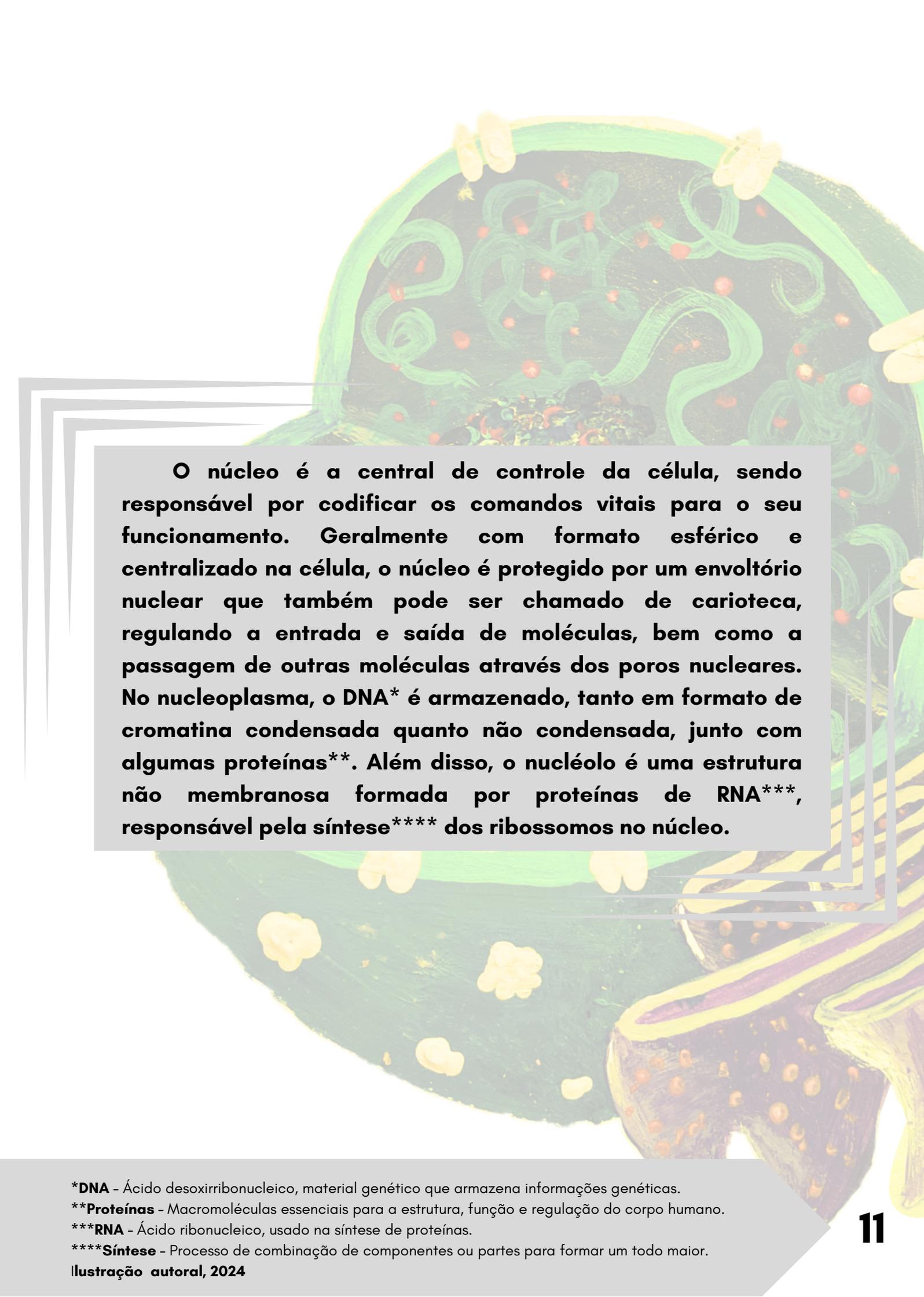


As células eucarióticas possuem uma maior complexidade, como a presença de um núcleo com o material genético protegido por um envoltório nuclear (carioteca) constituído por duas membranas concêntricas. Além disso, essas células contêm organelas membranosas ocupando posições específicas que vão desempenhar funções específicas dentro da célula, permitindo que diferentes processos metabólicos ocorram de maneira eficiente. Como exemplos de organelas das células eucariontes, temos a mitocôndria (responsável pela produção de energia), os lisossomos (responsáveis pela digestão celular), o retículo (responsável pela síntese de proteínas e lipídios), o complexo de Golgi (responsável pela modificação de proteínas), além de outras organelas como peroxissomos, vacúolo e cloroplasto. A célula eucariótica apresenta diferentes formas, com características e funções específicas, divididas em células animais, células vegetais, células fúngicas e células protistas. Devido à alta complexidade, a associação intracelular permite a formação de tecidos e órgãos com funções complexas, com variações morfológicas\* para cada organismo.

\*Morfológicas - forma ou estrutura externa de um organismo  
Ilustração autoral, 2024

# NÚCLEO





O núcleo é a central de controle da célula, sendo responsável por codificar os comandos vitais para o seu funcionamento. Geralmente com formato esférico e centralizado na célula, o núcleo é protegido por um envoltório nuclear que também pode ser chamado de carioteca, regulando a entrada e saída de moléculas, bem como a passagem de outras moléculas através dos poros nucleares. No nucleoplasma, o DNA\* é armazenado, tanto em formato de cromatina condensada quanto não condensada, junto com algumas proteínas\*\*. Além disso, o nucléolo é uma estrutura não membranosa formada por proteínas de RNA\*\*\*, responsável pela síntese\*\*\*\* dos ribossomos no núcleo.

\*DNA - Ácido desoxirribonucleico, material genético que armazena informações genéticas.

\*\*Proteínas - Macromoléculas essenciais para a estrutura, função e regulação do corpo humano.

\*\*\*RNA - Ácido ribonucleico, usado na síntese de proteínas.

\*\*\*\*Síntese - Processo de combinação de componentes ou partes para formar um todo maior.

# CROMATINA



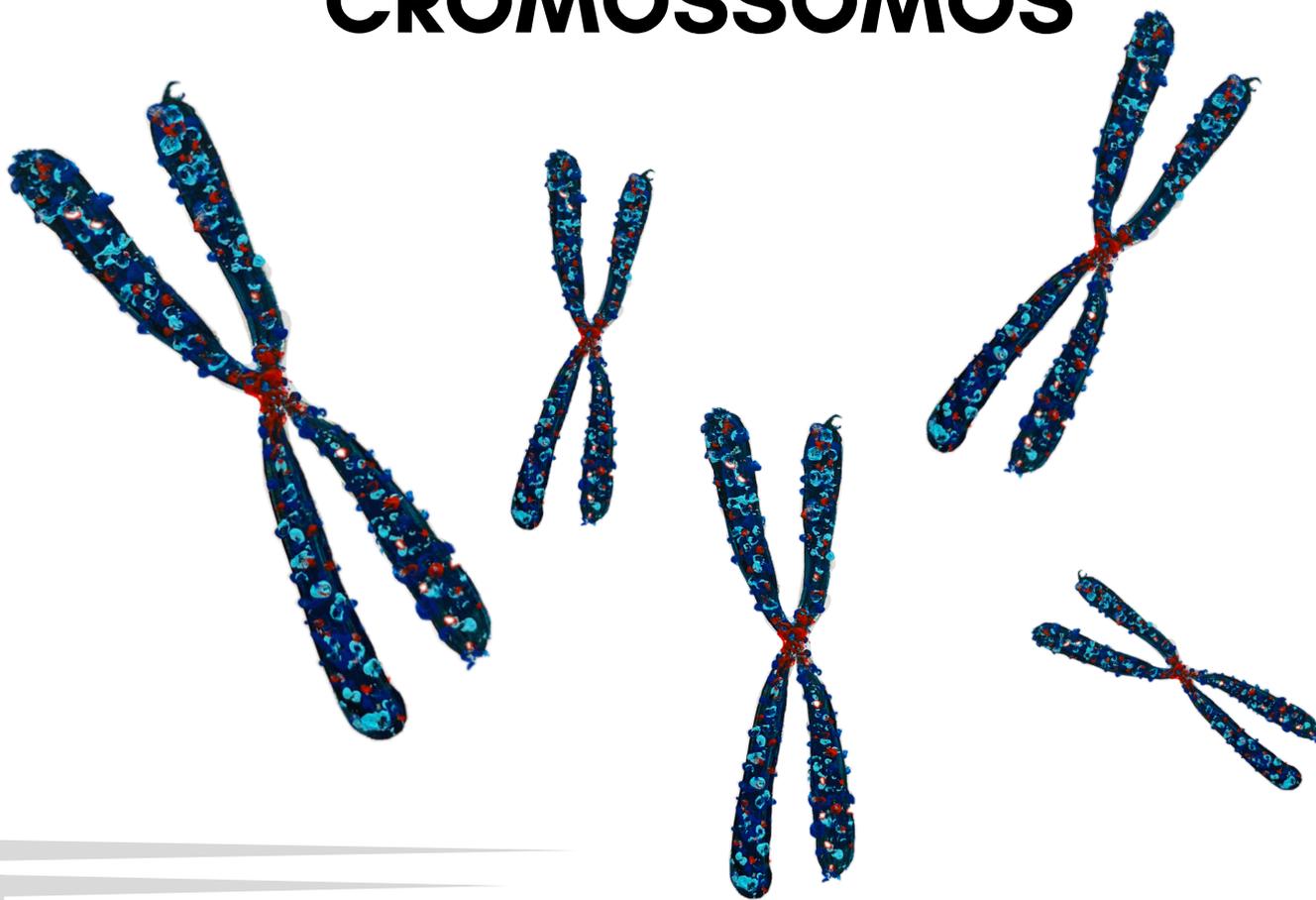
**Conjunto de ácidos nucleicos (DNA, RNA) e proteínas dispersos no nucleoplasma\* formando os filamentos de DNA e RNA associados a proteínas histonas e outras proteínas associadas. Essa associação dos ácidos nucleicos com as proteínas vai resultar na divisão da cromatina em duas partes: a eucromatina, é a região com menos grupamentos de proteínas, e que está com a expressão gênica\*\* ativa, e a heterocromatina, que tem um número maior de proteínas histonas associadas à fita de DNA, o que vai impedir a leitura da informação gênica pelo RNA, ou seja, região com informação genética inativa.**

\***Nucleoplasma** - Componente celular que contém o núcleo e seu material genético.

\*\***Expressão gênica** - Processo pelo qual a informação genética é utilizada para sintetizar produtos genéticos, como proteínas.

**Ilustração autoral, 2024**

# CROMOSSOMOS



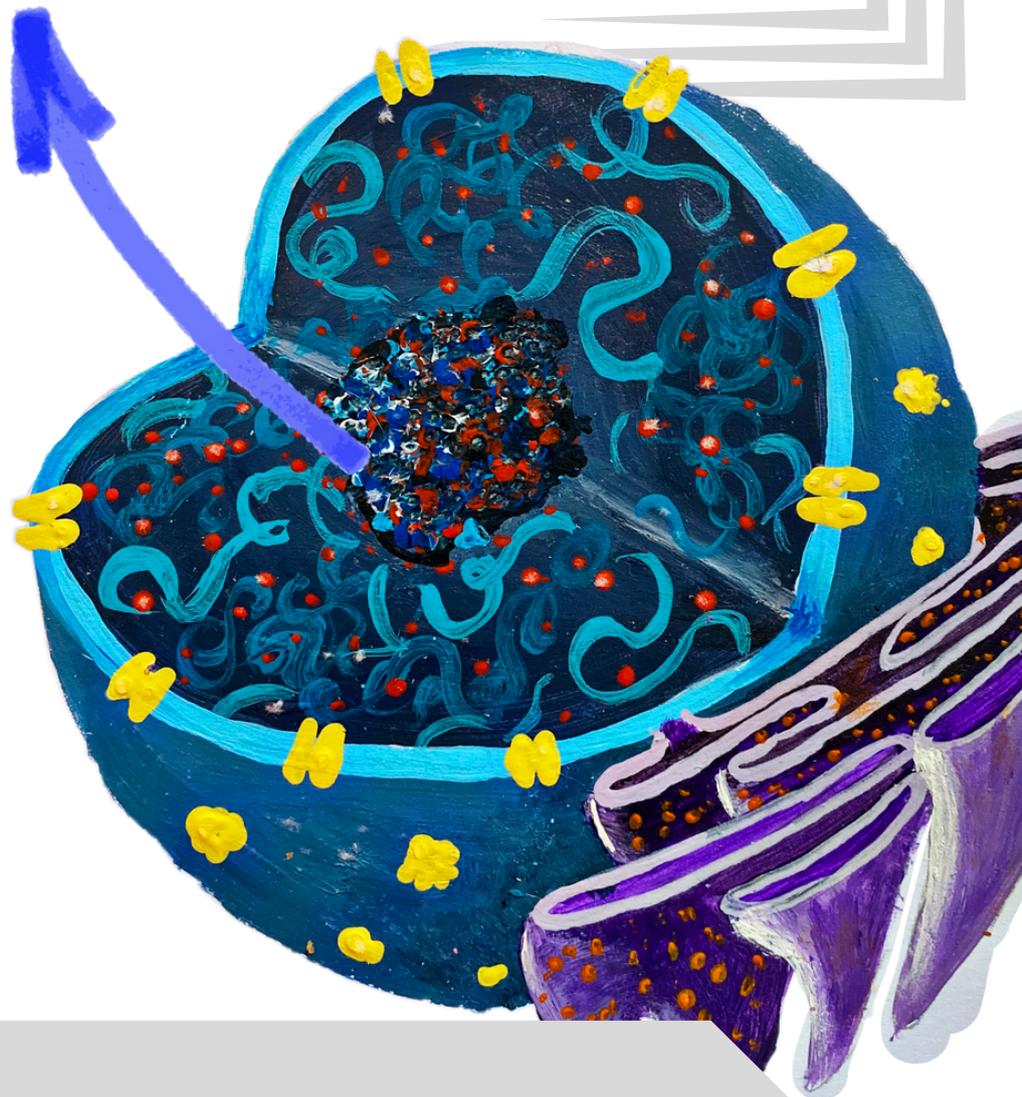
**Durante o ciclo celular, a cromatina pode mudar de fase, ficando super compactada e formando os famosos cromossomos (DNA condensado), a fim de facilitar a divisão celular (mitose\* e meiose\*\*) para que, durante a segregação de cromossomos homólogos, não ocorra nenhuma alteração, tornando a célula filha idêntica à célula mãe.**

\***Mitose** - Processo de divisão celular que resulta em células filhas idênticas à célula-mãe.

\*\***Meiose** - Processo de divisão celular que resulta em células com metade do número de cromossomos.

# NUCLÉOLO

O nucléolo não é considerado uma organela, mas sim uma região especializada do núcleo. Algumas células apresentam mais de um nucléolo, formado por proteínas e RNA. Ele tem uma participação na regulação da expressão gênica e tem como sua principal função a montagem e a síntese de ribossomos.

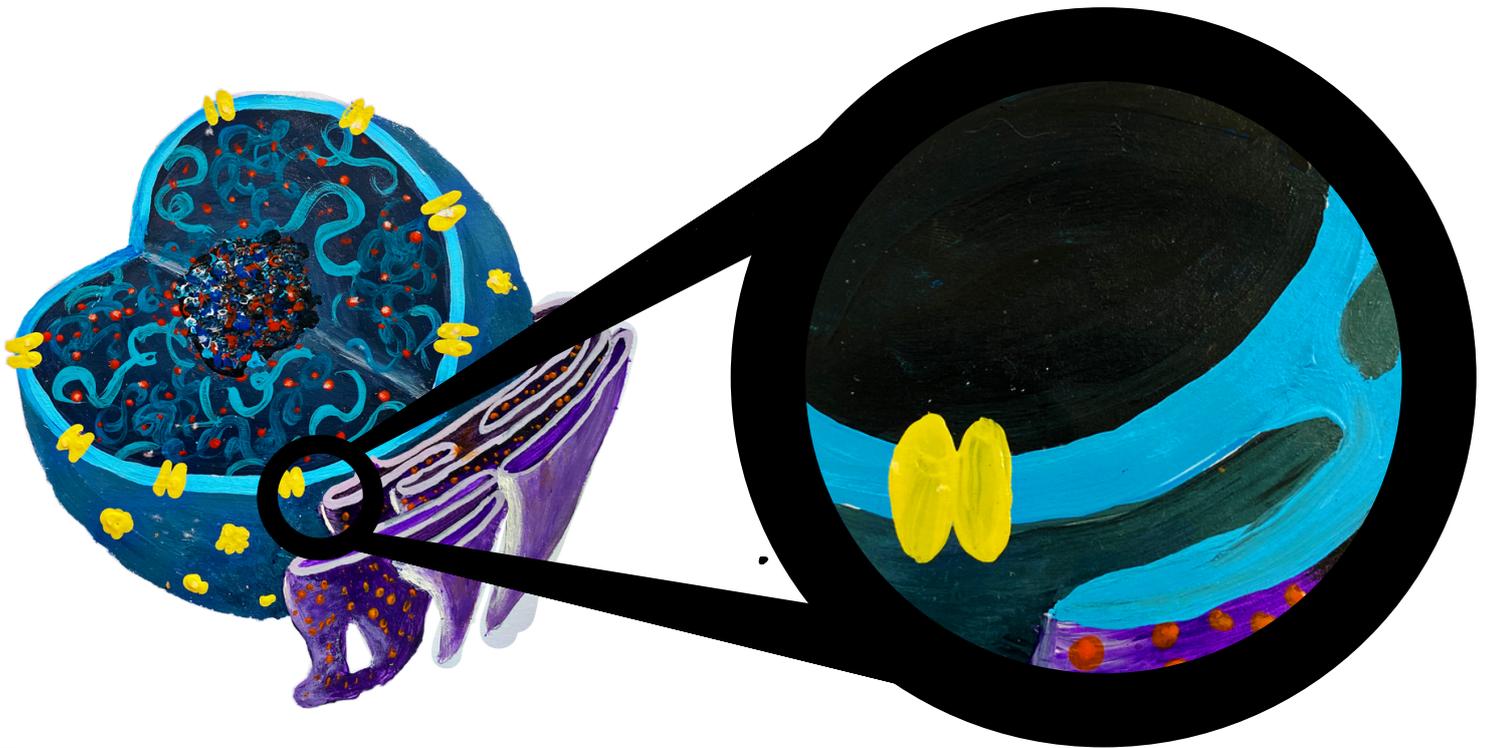


# RIBOSSOMOS



**Os ribossomos não são responsáveis pela síntese de proteínas, mas sim pela tradução do código genético do mRNA (RNA mensageiro) em uma sequência específica de aminoácidos. Esse processo é chamado de tradução. Os ribossomos são compostos por duas subunidades e estão presentes em todo o citoplasma da célula ou associados ao retículo endoplasmático rugoso para contribuir na produção de proteínas destinadas ao próprio retículo, ao complexo de Golgi, à membrana plasmática ou na produção de secreção celular.**

# ENVOLTÓRIO NUCLEAR



O envoltório nuclear, ou carioteca, é uma membrana dupla, e entre as membranas interna e externa, há um espaço chamado de perinuclear. Sua função é proteger a integridade e regular o material genético, mantendo controlado um ambiente interno do núcleo, selecionando moléculas através da permeabilidade\* da membrana ou pela passagem seletiva de moléculas pelos poros. A carioteca também tem um papel importante na mitose e na meiose, ajudando na separação dos cromossomos.

\***Permeabilidade**- A capacidade das membranas celulares de permitir a passagem de substâncias específicas.

# RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO



O retículo endoplasmático (RE) é uma organela complexa e multifuncional, composta por uma rede de membranas que formam compartimentos interconectados chamados cisternas.

O RE é dividido em duas partes: o retículo endoplasmático rugoso (RER) e o retículo endoplasmático liso (REL). O retículo endoplasmático é responsável pela síntese de proteínas, lipídios e participa na regulação de cálcio, além de estar envolvido no metabolismo\* e na desintoxicação\*\* da célula.

\***Metabolismo** - Conjunto de processos químicos que ocorrem em um organismo para manter a vida.

\*\***Desintoxicação** - Processo pelo qual substâncias tóxicas são removidas do corpo.

# RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO (RER):

- Presença de ribossomos associados à sua superfície externa.
- Os ribossomos aderidos ao retículo irão sintetizar proteínas.
- As proteínas sintetizadas podem ser destinadas à secreção celular, ou enviadas para membrana plasmática ou para o interior de outras organelas.
- Dentro do lúmen\* do RE, a proteína será processada e modificada.
- Após a modificação, as proteínas são empacotadas em vesículas de transporte e enviadas para o complexo de Golgi.



\*Lúmen - Espaço oco dentro de uma estrutura biológica.  
Ilustração autoral, 2024

# RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO(REL):



- Não possui ribossomos associados à sua superfície por isso “liso”
- Síntese de lipídios incluindo fosfolipídios e esteróides.
- Envolvido no metabolismo de carboidratos, incluindo na regulação dos níveis de glicose no sangue.
- Detoxificação\* de drogas e toxinas, convertendo-as em formas menos tóxicas para a eliminação.
- Participa na regulação do cálcio intracelular, armazenando íons de cálcio em suas cisternas e liberando-os quando necessário.

# MITOCÔNDRIA



A teoria endossimbiótica explica a origem da mitocôndria, sugerindo que elas evoluíram de uma bactéria primitiva que foi englobada por células ancestrais eucarióticas. O que assegura essa teoria é a presença do DNA mitocondrial e dos ribossomos, ambos semelhantes às estruturas bacterianas. A mitocôndria é conhecida como a "bateria" da célula, ela é responsável por produzir adenosina trifosfato (ATP), uma molécula que carrega e armazena consigo energia química para utilizar em processos metabólicos. Sua função é realizar a respiração celular, um processo complexo onde ocorre a quebra de glicose e ácidos graxos na presença de oxigênio para produzir ATP. Esse processo é dividido em dois momentos: a glicólise e o ciclo de Krebs. A mitocôndria desempenha papel no metabolismo de lipídios\*, obtendo energia em momentos de jejum ou exercícios prolongados. Ela também armazena íons de cálcio em sua matriz\*\* e libera quando necessário, ajudando na regulação do cálcio intracelular.

\***Lipídios** - Grupo de moléculas orgânicas que incluem gorduras, óleos e esteroides.

\*\***Matriz** - Ambiente tridimensional que fornece suporte estrutural a células ou tecidos.

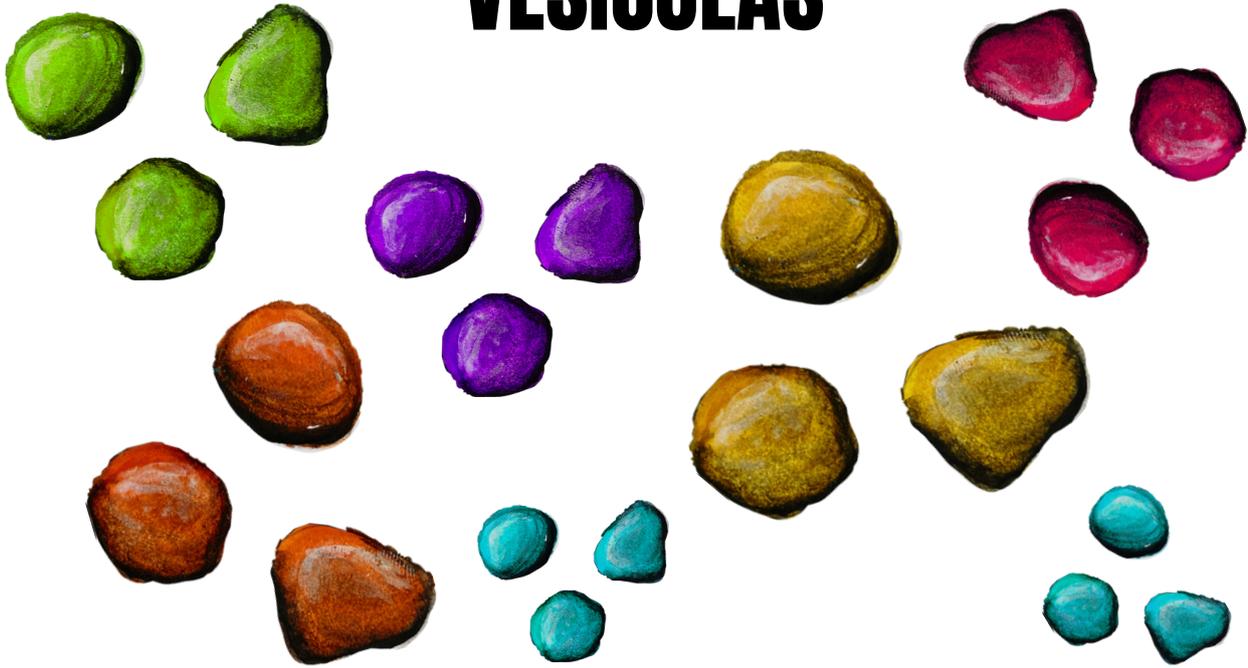
# COMPLEXO DE GOLGI



O complexo de Golgi é uma organela presente nas células eucarióticas, responsável por modificar, empacotar e distribuir proteínas e lipídios produzidos pela célula. Sua estrutura é composta por pilhas de sacos membranosos chamados cisternas, que são conectados por vesículas que transportam material do aparelho de golgi até outras partes da célula. As principais funções do complexo de Golgi incluem a modificação pós-traducional de proteínas e lipídios, o empacotamento de proteínas e lipídios em vesículas de transporte e a formação de lisossomos. Defeitos no complexo de Golgi podem levar a doenças genéticas\* e problemas no desenvolvimento e na função celular.

\*Doença genética - condição de saúde causada por uma mutação genética  
Ilustração autoral, 2024

# VESÍCULAS



As vesículas possuem uma grande variedade de funções, incluindo o transporte celular, onde elas contêm proteínas ou outros produtos que a célula deseja liberar para o exterior. Elas também desempenham um papel essencial nos processos de endocitose e exocitose\*, absorvendo e liberando material do meio extracelular. Além disso, as vesículas podem se fundir para formar organelas chamadas lisossomos. As vesículas são formadas a partir de membranas celulares, como a membrana plasmática, o retículo endoplasmático e o complexo de Golgi.

Elas são compostas por uma bicamada lipídica estruturada como um saco, contendo proteínas e outras moléculas\*\*.

\***Exocitose** - Processo pelo qual células liberam conteúdo para fora da célula.

\*\***Moléculas** - Unidade fundamental de uma substância química.

# LISOSSOMOS

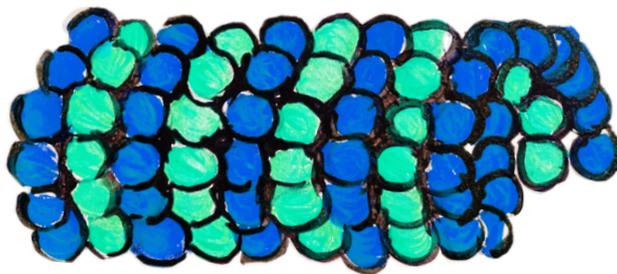


Lisossomos são organelas responsáveis pela digestão intracelular de moléculas e organelas danificadas ou inativas. Formados a partir do complexo de Golgi, contêm enzimas **hidrolíticas\*** que quebram proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e carboidratos. Participam de processos como endocitose e fagocitose\*, reciclagem de componentes celulares e eliminação de substâncias tóxicas. Defeitos nos lisossomos podem causar doenças genéticas, como a doença de Tay-Sachs e a doença de Niemann-Pick.

\***Fagocitose** - Processo pelo qual células englobam e digerem partículas.  
Ilustração autoral, 2024

# FILAMENTOS

Os filamentos proporcionam suporte e sustentação na organização celular. São estruturas alongadas do **citoesqueleto\*** que colaboram na movimentação celular e no transporte intracelular. Também estão envolvidos no processo de divisão celular. Os filamentos são essenciais para a manutenção da estrutura e da função da célula e podem ser divididos em três tipos: filamento de actina, filamentos de microtúbulos e filamento intermediário.



# FILAMENTOS DE ACTINA

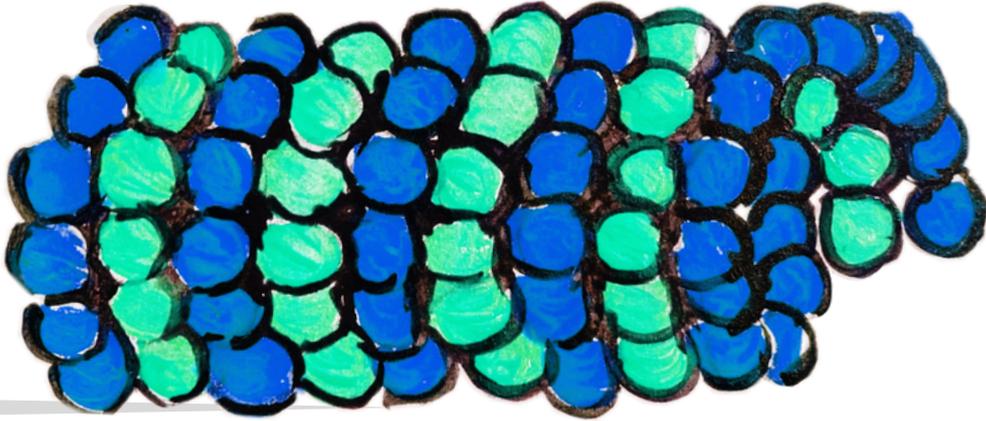


Os microfilamentos, também conhecidos como filamentos de actina, são estruturas intracelulares que proporcionam suporte estrutural, organização interna e mobilidade celular. Eles são formados pela polimerização\* de monômeros de actina globular. Existem duas formas principais de filamentos de actina: o F-actina (filamento de actina filamentoso) e o G-actina (monômero de actina globular). Esses filamentos têm função essencial na manutenção da forma celular, na migração, na divisão e na sinalização celular. Alterações nos filamentos de actina podem causar distúrbios\*\* e doenças.

\***Polimerização** - Processo de formação de moléculas longas a partir de subunidades menores.

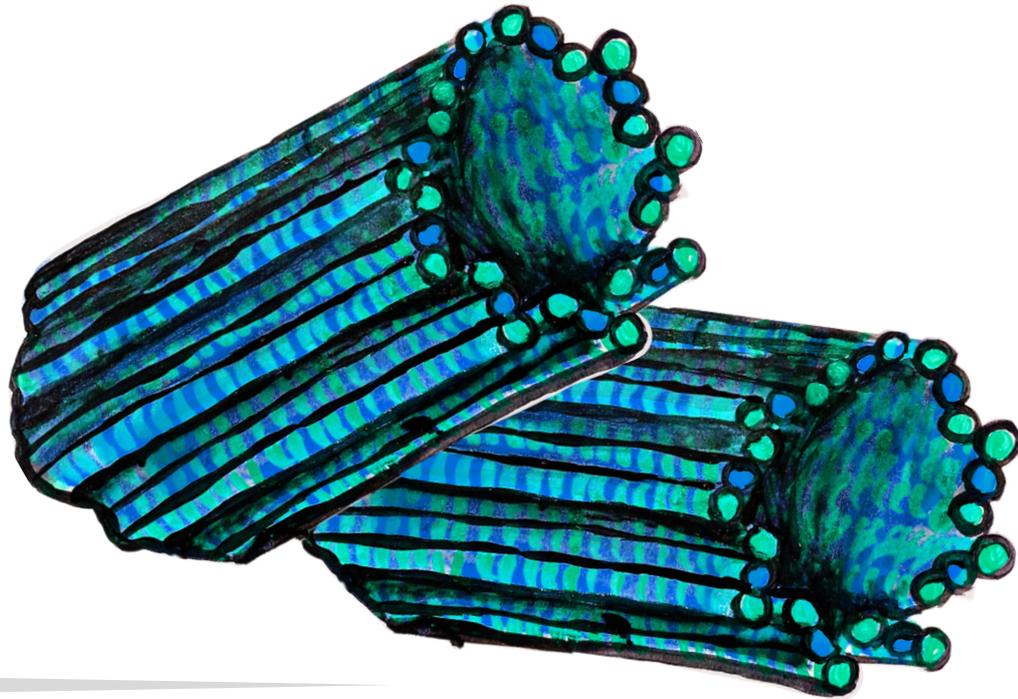
\*\***Distúrbios** - Condições médicas que desviam do estado normal de saúde.

# FILAMENTOS DE MICROTÚBULOS



Os microtúbulos são estruturas cilíndricas compostas por dímeros de tubulina alfa e beta, que formam protofilamentos. Esses protofilamentos se unem para formar os filamentos de microtúbulos. Cada microtúbulo é formado por 13 protofilamentos que se organizam em um arranjo helicoidal. Os microtúbulos têm duas extremidades distintas, uma denominada positiva e outra negativa, pois possuem diferentes tempos para polimerizar. Os microtúbulos desempenham um papel importante na manutenção da forma e da estrutura celular, na divisão celular, no movimento celular e no transporte intracelular. Eles são regulados por uma variedade de proteínas associadas aos microtúbulos, que controlam sua polimerização e despolimerização. Alterações nos microtúbulos podem levar a distúrbios celulares e a doenças, como distúrbios neurológicos e distúrbios do desenvolvimento.

# CENTRÍOLOS



Os centríolos são pequenas estruturas cilíndricas, compostas por microtúbulos, localizadas fora do núcleo de células animais. Desempenham um papel crucial na divisão celular, garantindo que as células filhas recebam a quantidade correta de material genético durante a organização do fuso mitótico\*.

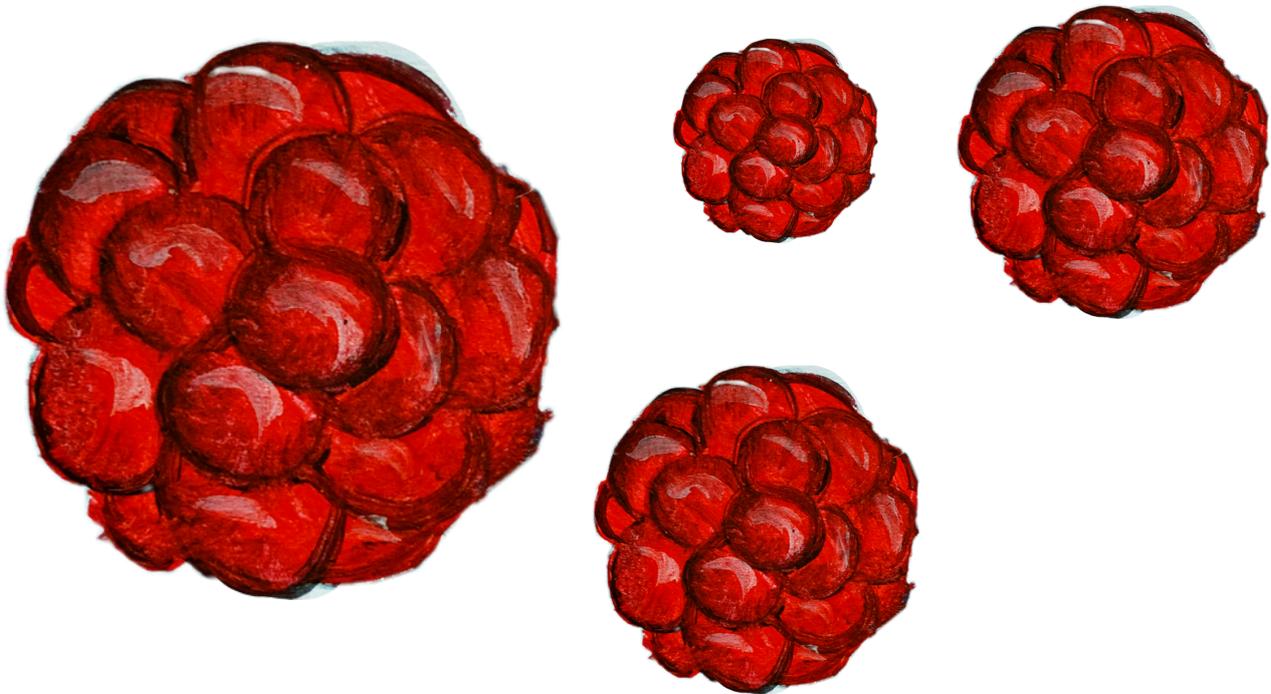
# FILAMENTOS INTERMEDIÁRIOS



Os filamentos intermediários (IFs) são compostos principalmente de proteínas fibrosas chamadas de proteínas fibrosas intermediárias (IFs), tornando a estrutura altamente flexível e contribuindo para a elasticidade e resistência dos filamentos intermediários. Eles possuem superfícies polares\* no citoplasma. Essas fibras fornecem suporte estrutural e resistência mecânica para a célula, contribuindo para sua forma, rigidez e integridade estrutural. Suas principais funções incluem suporte estrutural e resistência mecânica, organização do citoplasma (mantendo a disposição e a organização de outras organelas e componentes celulares), proteção contra estresse mecânico, regulação da proliferação celular e transporte intracelular (servindo como trilhos para o transporte intracelular de organelas e vesículas).

\***Superfícies polares** - Regiões de uma molécula que têm uma carga elétrica desigual.  
Ilustração autoral, 2024

# PEROXISSOMOS



Os peroxissomos vão participar de várias funções metabólicas, atuando na detoxificação celular, quebrando o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), um subproduto tóxico do metabolismo, em água e oxigênio. Além disso, também desempenham na beta oxidação de ácidos graxos, na síntese de lipídios e no metabolismo de aminoácidos. Os peroxissomos adicionalmente, realizam um papel na síntese de plasmalogênios, compostos lipídicos encontrados nas membranas celulares, que possuem uma membrana lipídica semelhante à membrana plasmática. Alterações na estrutura dos peroxissomos podem ocasionar doenças metabólicas.

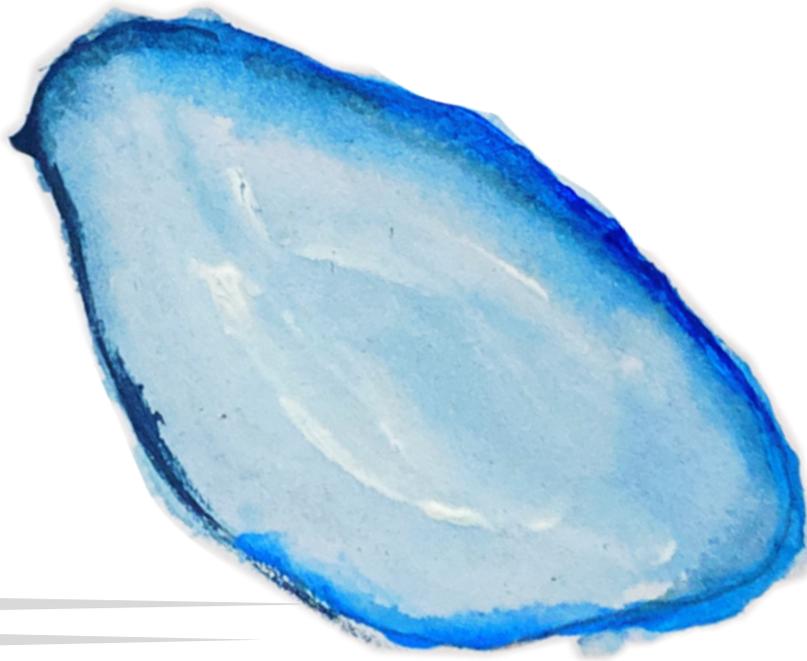
# COROPLASTO



O cloroplasto é uma organela encontrada em células vegetais, algumas células de protozoários, cianobactérias e algas. Sua estrutura inclui membranas internas, como o tilacóide\*, onde ocorre a fase luminosa da fotossíntese, e o estroma, um líquido espesso que preenche o espaço dentro das membranas tilacóides, onde ocorre a fase escura da fotossíntese. O cloroplasto tem seu próprio DNA e ribossomos, evidenciando sua origem endossimbiótica. A principal função do cloroplasto é a fotossíntese, processo no qual a energia luminosa é convertida em energia química, armazenada em moléculas orgânicas como a glicose. Durante esse processo, a energia luminosa é absorvida pelas moléculas de clorofila no cloroplasto e usada para converter dióxido de carbono e água em oxigênio e glicose. A glicose produzida é essencial para o crescimento, desenvolvimento e regulação do ciclo de vida celular, além de ser um componente vital na resposta ao estresse ambiental.

\*Tilacóide - Estrutura membranosa encontrada em cloroplastos de plantas.  
Ilustração autoral, 2024

# VACÚOLOS

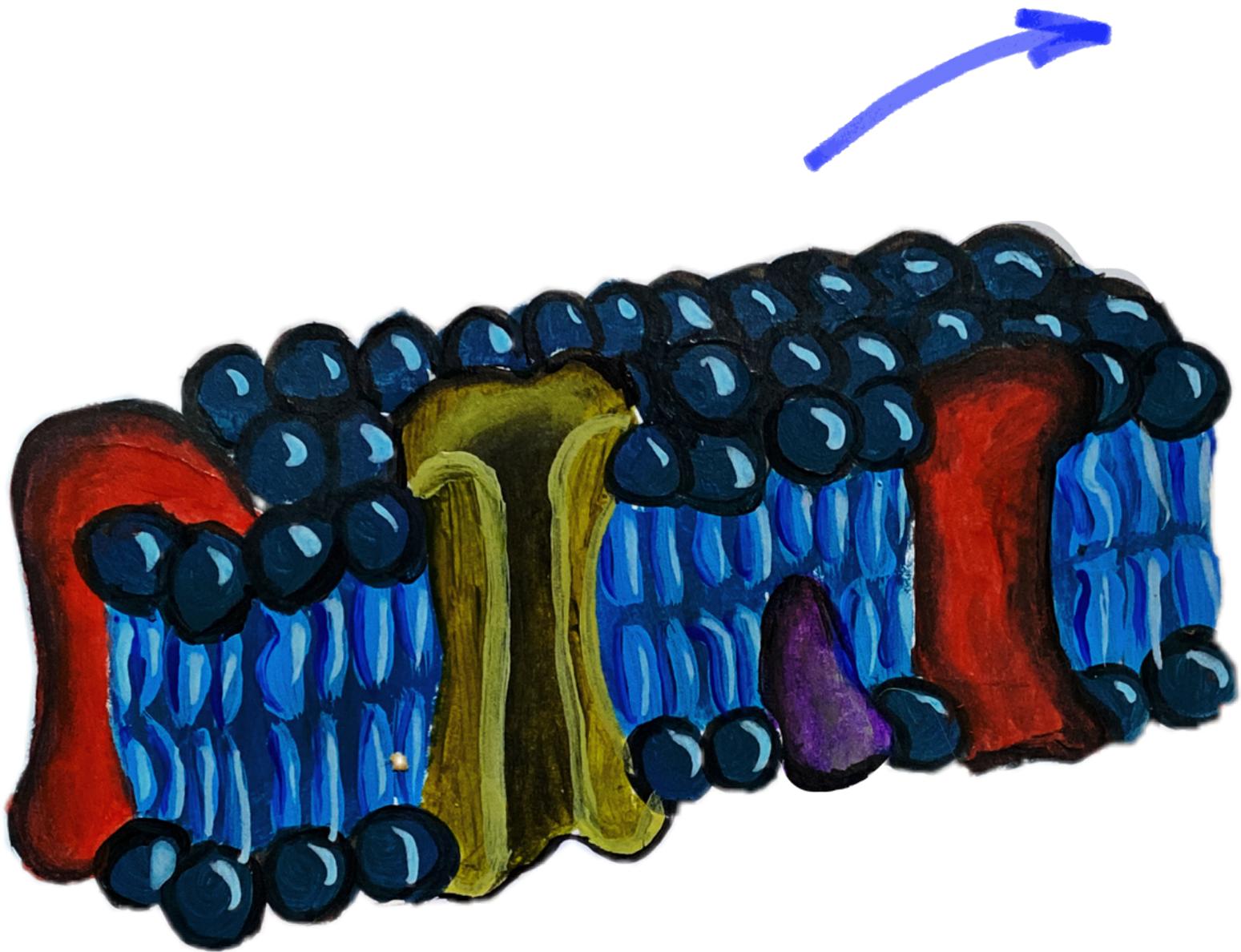


**Organela presente nas células vegetais com estrutura fundamental na manutenção da pressão osmótica\* e no armazenamento de substâncias, como água, nutrientes, pigmentos e até mesmo toxinas. O vacúolo também pode desempenhar um papel na digestão intracelular, na regulação do pH\*\* e no controle do crescimento celular. Portanto, ele é considerado uma organela essencial para o funcionamento e a sobrevivência das células vegetais.**

\***Osmótica** - Movimento de água através de uma membrana semipermeável.

\*\***pH** - Medida da acidez ou alcalinidade de uma solução.

# MEMBRANA PLASMÁTICA

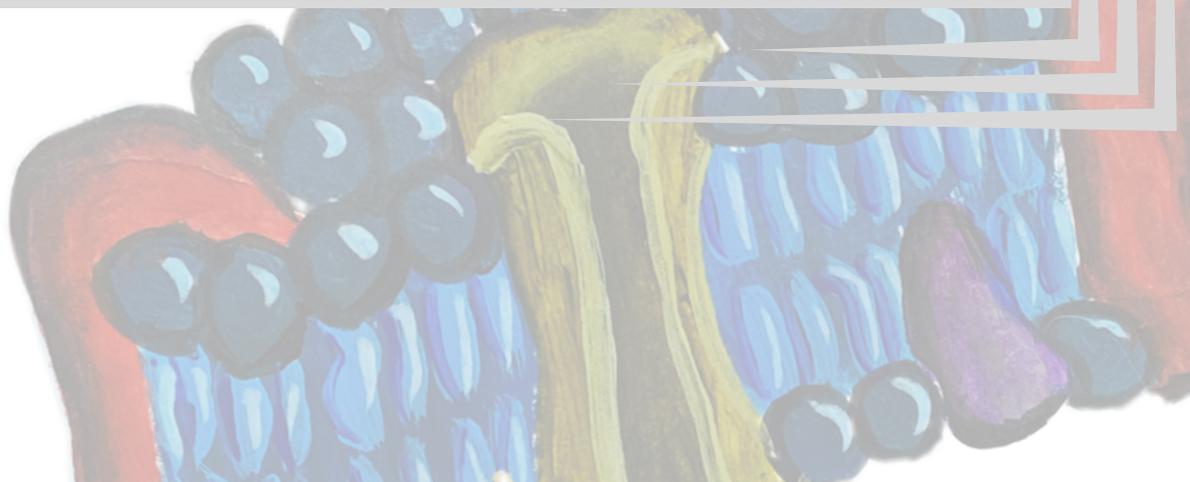


**A membrana celular é responsável por regular o fluxo de substâncias dentro e fora da célula, delimitando e protegendo seu conteúdo e sendo essencial para manter a homeostase\* celular.**

**Composta por uma dupla camada de fosfolipídios, proteínas e carboidratos, a membrana celular apresenta proteínas embutidas na camada lipídica, algumas atravessando a membrana de um lado para o outro e outras associadas à sua superfície. Os carboidratos estão ligados a lipídios ou proteínas na superfície externa da membrana.**

**A membrana atua como uma barreira seletiva, garantindo a constância da concentração de substâncias dentro da célula, e facilita o transporte de substâncias por diferentes mecanismos, como difusão, osmose, transporte ativo e transporte passivo. Ela também desempenha funções de reconhecimento celular, com os carboidratos associados à membrana e os receptores de sinais, e de adesão celular, com as proteínas associadas à membrana.**

**Alterações na estrutura da membrana podem causar distúrbios na célula e resultar em doenças, incluindo doenças metabólicas, neurodegenerativas e distúrbios do desenvolvimento.**



# FOSFOLIPÍDIOS



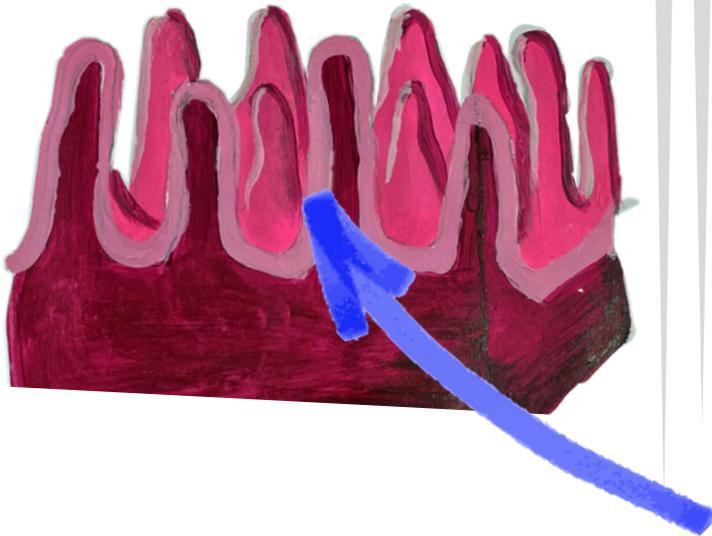
**possuem uma parte hidrofílica (atraída pela água) e outra hidrofóbica (repelente de água), que se organizam em uma bicamada. A parte hidrofílica fica voltada para o lado externo, em contato com o meio aquoso, enquanto a parte hidrofóbica fica para o lado interno, isolando a célula e regulando a entrada e saída de substâncias através da membrana.**

# PROTEÍNAS DE MEMBRANA



As proteínas de membrana estão envolvidas no transporte de substâncias, na comunicação celular e na ancoragem estrutural, classificadas em dois tipos principais: proteínas integrais e proteínas periféricas. As proteínas integrais, ou proteínas intrínsecas, estão firmemente inseridas na bicamada lipídica e atravessam completamente a membrana, possuindo segmentos hidrofóbicos e hidrofílicos. As proteínas periféricas, ou proteínas extrínsecas, estão associadas à superfície da membrana, mas não penetram completamente na bicamada lipídica. Esses tipos de proteínas desempenham diferentes funções na célula, desde o transporte de substâncias até o reconhecimento e a ancoragem celular.

# ESPECIALIZAÇÕES DE MEMBRANA



## Microvilosidades:

são pequenas projeções semelhantes a dedos que aumentam a área de superfície de absorção das células. Elas são comuns em células do trato digestivo e do sistema urinário e são especialmente importantes na absorção de nutrientes nessas áreas.

## Estereocílios:

são microvilosidades alongadas e finas encontradas em células sensoriais do ouvido interno, chamadas células ciliadas. Eles aumentam a área de superfície dessas células, melhorando a detecção de vibrações sonoras.





### **Cílios:**

são estruturas cilíndricas curtas e numerosas que se projetam da superfície celular. Eles são responsáveis pelo movimento e pela remoção de partículas. Cílios são encontrados em uma variedade de células, incluindo células do trato respiratório, onde ajudam a mover o muco e as partículas estranhas para fora do sistema respiratório.

### **Flagelos:**

são estruturas longas e geralmente únicas encontradas em muitas células. Eles são responsáveis pelo movimento celular e são compostos por nove pares de microtúbulos periféricos ao redor de dois microtúbulos centrais. Flagelos são encontrados em células como espermatozoides, onde são responsáveis pela locomoção.



# PAREDE CELULAR



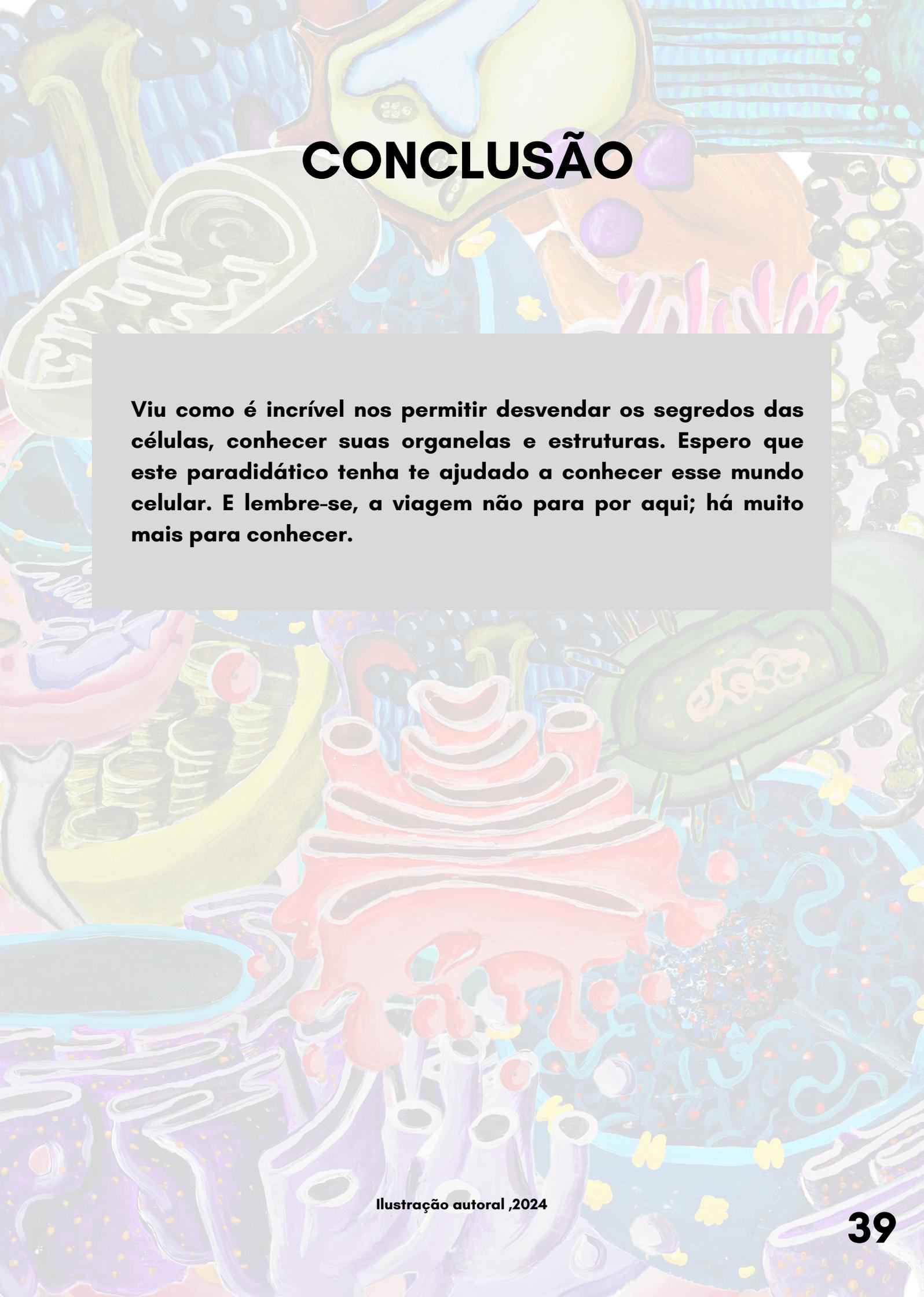
A parede celular é uma estrutura presente em células vegetais, algas, fungos e algumas bactérias. Ela é rígida e envolve toda a membrana plasmática, sendo composta principalmente por celulose, uma substância que confere resistência e rigidez à parede celular, mantendo sua forma e resistindo à pressão osmótica. Além da celulose, a parede celular contém outras substâncias, como proteínas, lipídios e polissacarídeos, cuja composição varia de acordo com o tipo de célula.

A principal função da parede celular é fornecer suporte estrutural e proteção contra patógenos\*, ajudando a proteger a célula contra infecções\*\*. Ela também auxilia na regulação do fluxo de água e nutrientes para dentro e para fora da célula e faz parte do processo de comunicação celular, pois é atravessada por canais chamados plasmodesmas, que permitem a comunicação entre células adjacentes, facilitando a troca de informações e a coordenação de atividades celulares.

\*Patógenos - Agentes causadores de doenças.

\*\*Infecções- condições em que micro-organismos invadem e se multiplicam em um organismo

# CONCLUSÃO



Viu como é incrível nos permitir desvendar os segredos das células, conhecer suas organelas e estruturas. Espero que este paradidático tenha te ajudado a conhecer esse mundo celular. E lembre-se, a viagem não para por aqui; há muito mais para conhecer.

# REFERÊNCIAS

**JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. Biologia celular e molecular. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 364 p. ISBN 9788527720786 (broch.).**

**DE ROBERTIS, E. M. F.; HIB, José; PONZIO, Roberto. De Robertis: biologia celular e molecular . 14.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. xiv, 413 p. ISBN 8527708590 (broch.)**

**BOLSOVER, Steven R. Biologia celular. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. xiii, 325 p. ISBN 8527710226 (broch.).**

**SOBOTTA, Johannes; WELSCH, Ulrich. Atlas de histologia: citologia, histologia e anatomia microscópica .**



O texto introduz o tema da biologia celular, destacando a importância do estudo das células, das organelas celulares e de suas estruturas. Também menciona a diferença entre células procariontes e eucariontes, bem como a relevância dessas diferenças para a função celular. É dinâmico e de fácil leitura devido ao seu estilo claro e envolvente, contendo imagens autorais que ilustram e enriquecem o conteúdo, tornando a compreensão dos conceitos de biologia celular mais acessível e agradável.

