



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE BIOLOGIA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

PROFBIO / CAPES

"QUEM SOU EU? - UM JOGO INVESTIGATIVO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DAS
ORGANELAS CELULARES"

PAULA PRADO DOS SANTOS

Rio de Janeiro

2025

PAULA PRADO DOS SANTOS

**"QUEM SOU EU? - UM JOGO INVESTIGATIVO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DAS
ORGANELAS CELULARES"**

Dissertação de Conclusão de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO / UFRJ), do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientadora: Ana Lucia Moraes Giannini

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

P237" Prado dos Santos, Paula
"Quem sou eu? - Um jogo investigativo no ensino e aprendizagem das organelas celulares" / Paula Prado dos Santos. -- Rio de Janeiro, 2025.
91 f.

Orientadora: Ana Lucia Moraes Giannini.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2025.

1. Biologia Celular. 2. Organelas. 3. Ensino Investigativo. 4. Jogo. I. Giannini, Ana Lucia Moraes, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Dedico esse trabalho a minha filha Maria Paula, que é minha motivação e inspiração na busca pela realização dos nossos sonhos e quem me torna uma pessoa melhor todos os dias. Que eu seja sempre um bom exemplo para você.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me permitiu e me sustentou de todas as formas para que eu conseguisse chegar ao final dessa jornada tão desafiadora.

Agradeço a minha filha Maria Paula, que se mostrou tão madura e tão parceira mesmo no auge da sua infância, entendendo todas as minhas ausências nesse período, sendo muitas vezes a maior incentivadora.

Agradeço a minha mãe, que na sua simplicidade e sem entender o que era um Programa de Mestrado, me sustentou em todas as suas orações e cuidou sempre do meu bem mais precioso, minha filha. Ao meu pai e minha irmã que a seus modos, sempre estiveram ali quando precisei.

Agradeço à minha orientadora Ana Lucia Moraes Giannini, tão humana e empática, por toda paciência, incentivo, motivação, parceria, ensinamentos, ideias e puxões de orelha, sem você esse trabalho não teria chegado até aqui. E com certeza fez da minha jornada muito mais leve. Minha admiração é gigante.

Agradeço ao Paulo Mauricio, pai da minha filha, por seu apoio, incentivo, por me ouvir e acreditar em mim muito mais que eu mesma. Você nunca duvidou que eu conseguiria.

Agradeço a todos meus amigos do PROFBIO, a turma 2023 foi incrível, levo cada um de vocês no coração. Nossa jornada até aqui foi desafiadora, mas sem o apoio de cada um de vocês não seria nem possível. Desde os desabafos, os pós-aula, as reuniões remotas para estudar ou fazer trabalhos, os treinos para apresentações, as aulas de inglês, o desespero antes e após as qualificações, vocês foram grandes parceiros sempre.

Agradeço a todos os professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Biologia, PROFBIO da UFRJ, pelas aulas ministradas e todos os ensinamentos passados.

Agradeço a minha amada UFRJ, que fez parte dos meus sonhos por todos esses anos e me permitiu nesses últimos 2 anos vivenciá-lo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

RELATO DO MESTRANDO

| |
|--|
| Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| Mestrando: Paula Prado dos Santos |
| Título da dissertação: “Quem sou eu? - Um jogo investigativo no ensino e aprendizagem das organelas celulares.” |
| Data da defesa: 26/03/2025 |
| <p>Desde que comecei a trabalhar como professora e passei no concurso do Estado do Rio de Janeiro, sempre trabalhei na região metropolitana, mais precisamente no município de São João de Meriti, uma região com muitas dificuldades, e atualmente cercada pela criminalidade. Antes de entrar para o mestrado sempre pesquisei formas de deixar as aulas mais atrativas e os alunos mais motivados diante de uma realidade tão difícil.</p> <p>As aulas do PROFBIO me trouxeram além do conhecimento, muitas perspectivas. Ainda continuo com a minha preferência pelos jogos que são uma alternativa pedagógica a qual mais me identifico. Particularmente desde criança sempre gostei de todos os tipos de jogos, desde os de tabuleiro até os digitais. Dentro de sala, percebi que eu poderia usar os jogos como forma de ensinar e motivar meus alunos, aliando a Biologia que eu tanto amo ao ensino lúdico por meio dos jogos. Hoje consigo jogar com minha filha e com meus alunos de forma frequente.</p> <p>As metodologias do PROFBIO, não se resumem só a jogos e minha prática pedagógica como um todo foi transformada. Aprendi a deixar o controle das aulas fora das minhas mãos e ver que os alunos são sim capazes de atingir o conhecimento através das próprias descobertas. O principal aprendizado do PROFBIO foi então conseguir criar nas aulas os meios para permitir que os estudantes sejam capazes de construir seu próprio conhecimento.</p> <p>Cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, foi além de uma realização profissional, mas pessoal também. Por um período eu precisei parar de estudar para me dedicar a minha filha que precisava de mim. Na pandemia consegui concluir uma pós-graduação à distância em Ensino de Biologia, mas estar dentro da UFRJ, que sempre foi meu grande sonho desde a graduação, foi incrível! A cada aula, o contato com professores pesquisadores que eu tanto admirava e admiro ainda mais, foi viver um sonho a cada sexta-feira, e eu não queria acordar. Poderia viver para sempre dentro da minha amada UFRJ, e por muitas vezes me peguei não querendo ir embora. Os desafios foram grandes, cada qualificação, a escrita do projeto e da dissertação.... Foram desafios que precisei encarar e superar.</p> <p>Finalizo com muita gratidão ao PROFBIO e a todos os profissionais que fazem ele acontecer e por todas as experiências vividas ao longo desses 2 anos.</p> |

RESUMO

SANTOS, Paula Prado. *“Quem sou eu?” - Um jogo investigativo no ensino e aprendizagem das organelas celulares*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

O ensino da biologia dentro das instituições públicas enfrenta algumas barreiras como o currículo extenso, poucas aulas semanais, falta de estrutura para aulas práticas e de materiais expositivos. Esses fatores, tornam o ensino da biologia e em particular, o ensino da biologia celular, de difícil compreensão e de grande abstração para os alunos, já que trata de estruturas que os estudantes não conseguem visualizar. A biologia celular também apresenta uma lista enorme de termos que acabam sendo memorizados pelos estudantes, sem que as organelas e estruturas celulares sejam realmente compreendidas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo, promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem das organelas de uma célula eucariota animal, considerando alguns dos seus aspectos estruturais e funcionais. Nossa proposta se baseia na observação e construção do conhecimento sobre as organelas celulares pelos próprios estudantes. Desenvolvemos um jogo colaborativo focado em estudantes do 1º ano do Ensino Médio, cujo objetivo será a identificação das diferentes organelas celulares utilizando uma abordagem investigativa. Serão exploradas no jogo, 7 organelas celulares. Assim, a observação e o raciocínio hipotético-dedutivo, aliado à ludicidade e à cooperação irão auxiliar os estudantes na construção do conhecimento sobre cada um dos componentes inclusos no jogo e consequentemente sobre a célula. Acreditamos que desta forma o ensino de biologia celular se tornará mais efetivo e interessante já que os estudantes serão os protagonistas nesta construção.

PALAVRAS-CHAVES: Jogo, Cooperação; Organelas; Biologia Celular.

ABSTRACT

SANTOS, Paula Prado. “Who am I?” - An investigative game in the teaching and learning of cellular organelles. Dissertation (Professional Master's Degree in Biology Teaching in the National Network - PROFBIO), Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

Teaching biology within public educational institutions faces some barriers such as the extensive curriculum, few weekly classes, lack of structure for practical classes and expository materials. These factors make the teaching of biology, particularly the subject of cell biology, highly abstract for students, who find the subject difficult to understand, as it deals with structures that they cannot visualize. Cellular biology also presents a huge list of terms that end up being memorized, hence the true comprehension about organelles and cellular structures is rarely achieved. Thus, the present work aims to promote students' protagonism in learning the organelles of a eukaryotic animal cell, considering some of its structural and functional aspects. Our proposal is based on the observation and construction of knowledge about cellular organelles by the students themselves. We created a collaborative game aimed for 1st year high school students, whose objective will be to identify the different cellular organelles using an investigative approach. Seven cellular organelles will be explored in the game. Thus, observation and hypothetical-deductive reasoning, together with playfulness and cooperation will help students in building knowledge about each of the components included in the game and consequently about the cell. We believe that in this way, the teaching of cell biology will become more effective and interesting, since students will be the protagonists in the construction of their knowledge.

KEYWORDS: Game, Cooperation; Organelles; Cell Biology.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.2 Problemática | 12 |
| 1.3 Componentes Celulares | 16 |
| 1.4 Ensino Investigativo | 30 |
| 1.5 Jogo Didático | 31 |
| 2. OBJETIVOS | 35 |
| 2.1 Objetivo Geral: | 35 |
| 2.2 Objetivos Específicos: | 35 |
| 3. METODOLOGIA | 35 |
| 3.1 Participantes | 36 |
| 3.2 Elaboração do jogo “Quem Sou Eu?” | 37 |
| 3.3 Desenvolvimento | 40 |
| 4. RESULTADOS | 47 |
| 4.1 Criação dos componentes do Jogo | 48 |
| 5. DISCUSSÃO | 51 |
| 6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E PERSPECTIVAS | 54 |
| 7. REFERÊNCIAS | 54 |
| APÊNDICE 1 – RECURSO DIDÁTICO | 59 |
| ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO QUALITATIVO | 75 |
| ANEXO 2 – PROCESSO COMITÊ DE ÉTICA | 76 |

1. INTRODUÇÃO

“A Biologia é a ciência que estuda os seres vivos e suas interações entre si e com o meio ambiente” (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2017, p.10). O que todos os seres vivos têm em comum, de acordo com a Teoria Celular? Todos são formados por células! Desde o maior animal até o organismo mais simples, a unidade funcional básica de todos eles são as células. Para Alberts *et al* (2017) há outros motivos práticos pelos quais todos nós deveríamos estudar Biologia Celular: “Somos feitos de células, nos alimentamos de células, e nosso mundo é habitável por causa das células”.

A história da biologia celular tem início com a criação dos primeiros microscópios....

Apesar de ser considerado o criador dos microscópios, Robert Hooke na verdade, aprimorou em 1665, o design de um já existente (criado por Hans e Zacharias Jansen em 1590). Seu aparelho era composto por três lentes e uma fonte luminosa que iluminava o espécime em observação. Com esse microscópio, Robert Hooke pôde observar, através da visualização de finos cortes de cortiça, pequenas cavidades vazias que ele nomeou de célula. Estas cavidades correspondiam aos espaços anteriormente ocupados por células vegetais vivas, mas que depois de mortas, mantiveram as paredes de celulose e lignina intactas e passíveis de visualização pelas lentes do microscópio de Hooke. Ao observar as células de cortiça, Hooke escreveu no seu livro “Micrographia” (1665): “Eu pude perceber claramente que ela (cortiça) era toda perfurada e porosa, muito parecida com um favo de mel, mas que os poros não eram regulares... esses poros foram de fato os primeiros poros microscópicos que eu já vi, e talvez, que já foram vistos, pois eu não encontrei nenhum escritor ou pessoa que tivesse feito qualquer menção a eles antes...” (DRÖSCHER, 2014).

Após Hooke, o cientista holandês Antonie van Leeuwenhoek descobriu bactérias e protozoários usando microscópios que ele mesmo fabricava. Ao aperfeiçoar o design do microscópio simples, passando a ampliar em até 300 vezes, ele observou essas pequenas criaturas, chamando-as de "animálculos". Fascinado, van Leeuwenhoek foi o primeiro a descrever espermatozoides em 1677 e até examinou a placa dentária ao microscópio. Em uma carta à Royal Society, ele escreveu: "Eu quase sempre vi, com grande admiração, que no referido assunto havia muitos pequenos animálculos vivos, muito lindamente em movimento" (DRÖSCHER, 2014).

O avanço da biologia celular envolveu a combinação de dois aspectos essenciais: as evidências empíricas e uma base teórica. Embora pareça óbvio, essa união não ocorreu de

imediate. Por exemplo, os óvulos foram observados desde os primórdios, mas não foram reconhecidos como células. Assim, a história da biologia celular passou por quatro momentos que a definiram. O início foi marcado pela observação de muitas estruturas microscópicas em organismos vivos que eram frequentemente chamados de "células", mas não eram descritas como as entendemos hoje. No século XIX, com o avanço da microscopia, as células passaram a ser vistas por todos os microscopistas e definidas como as unidades vitais essenciais de todos os seres vivos. Em meados do século XX, a introdução da microscopia eletrônica mudou drasticamente as imagens visualizadas das células, sendo necessária então, uma revisão de muitos conceitos. A célula passa a ser vista pela bioquímica e pela biologia molecular como um grande aglomerado de macromoléculas. E fechamos esse quarto momento, com o retorno da visão da célula como a unidade fundamental da vida, a partir de 1980 (DRÖSCHER, 2014).

A história da biologia celular foi sendo construída através das contínuas descobertas e contribuições científicas de muitos pesquisadores. Muitas vezes, as descobertas acontecem ao longo do tempo, com diferentes cientistas contribuindo com pedaços do conhecimento até que o entendimento completo se forme. Muitas disputas sobre a prioridade das descobertas geraram polêmicas, e continuam a gerar até hoje. Dröschler (2014) afirma que é quase sempre impossível identificar com precisão quem foi o primeiro a observar, descrever ou teorizar sobre a célula, seus componentes ou seus fenômenos.

Com o avanço da ciência e da tecnologia dos microscópios sendo aperfeiçoados, permitindo a visualização de estruturas cada vez menores - o conhecimento dessa estrutura (célula) foi sendo aprimorado. O segundo momento ao qual nos referimos acima, corresponde à quando Mathias Schleiden, Theodor Schwann e Rudolf Virchow, que propuseram a Teoria Celular baseados em suas observações e estudos, definindo as células como a unidade de todas as formas de vida. Vale a pena citar também os estudos de Robert Brown que observou pela primeira vez o núcleo da célula eucariota em 1833 e de Robert Remak que estudava embriões e observou que as células originam outras durante o desenvolvimento embrionário. Em conjunto, essas observações levaram à construção da Teoria Celular completa (1858) que é baseada em 3 pilares: (1) Todos os organismos vivos são compostos de uma ou mais células; (2) A célula é a unidade básica de estrutura e organização de todos os organismos e (3) As células surgem de células pré-existentes.

Um marco importante na história da biologia ocorreu há pouco mais de 50 anos, em 1953, com a descoberta da estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA) por James Watson e

Francis Crick (ALBERTS *et al* 2017). A identificação da famosa dupla hélice do DNA foi um feito revolucionário, que teve um impacto profundo no desenvolvimento da biologia molecular moderna. Esse avanço impulsionou a integração de conceitos da biologia celular e da genética, tornando a biologia molecular um dos campos de estudo mais relevantes dentro das ciências biológicas.

A célula e a teoria celular servem de base para estudo da biologia celular que é o ramo da ciência que estuda a estrutura, forma, funções e comportamentos das células, assim como sua importância para entender a vida. A descoberta da célula teve um impacto muito maior nas nossas vidas do que Hooke poderia imaginar no século XVII. Além de nos permitir definir as unidades formadoras de todos os seres vivos, nos ajudou a compreender o funcionamento do nosso corpo, a entender a causa de patologias além de permitir grandes avanços na medicina, melhorando a nossa qualidade de vida e longevidade. Todas essas possibilidades tiveram início com a observação de um pedaço de cortiça alguns séculos atrás.

A biologia celular foi avançando à medida que novas técnicas de observação direta e indireta foram sendo criadas pelos pesquisadores. O uso combinado do microscópio óptico com técnicas de coloração, por exemplo, permitiu a visualização mais detalhada das células e suas estruturas internas. Técnicas citoquímicas contribuíram para que a composição química dos diferentes componentes celulares fosse descoberta. Além da composição química, a função das organelas foi estudada graças ao isolamento dessas organelas por centrifugação fracionada. Porém, o grande avanço da biologia celular se deu a partir de 1950 com o surgimento da microscopia eletrônica de transmissão e de varredura que permitiram a observação de estruturas subcelulares, incluindo as organelas que são muito pequenas para serem visualizadas pelo microscópio óptico (CAMPBELL *et al*, 2010).

As organelas desempenham papéis vitais na manutenção da homeostase celular, na produção de energia, na síntese de proteínas, na degradação de resíduos e em uma variedade de outras funções essenciais para a sobrevivência e funcionamento adequado dos organismos, sejam esses uni ou pluricelulares. Entender o papel das organelas é crucial para desvendar os complexos processos biológicos que ocorrem dentro das células, bem como entender aspectos de histologia e fisiologia animal e vegetal. Um detalhamento maior das organelas celulares que serão abordadas nesta dissertação e que foram incorporadas no recurso educacional aqui desenvolvido será dado mais adiante no texto.

Campbell *et al* (2010) também destaca que somente a descrição das organelas e outras estruturas celulares revela muito pouco sobre as suas funções. Alberts *et al* (2017) também ressalta a importância de compreender como as organelas interagem dentro da célula para entender suas funções reais. Diante disso, fica o questionamento: “Como esperamos que nossos alunos no ensino médio tenham prazer em estudar células sem acesso ao microscópio para sua visualização e das suas organelas? Como relacionar essas organelas com as suas funções na impossibilidade de reproduzir em sala de aula anos de pesquisas relacionadas a cada uma delas? Como fugir do caminho da memorização?”

1.2 Problemática

Ao longo da minha experiência como professora, percebo que a biologia celular representa um grande desafio para muitos alunos e professores. Esse tema, embora fascinante, envolve conceitos complexos e abstratos que são, em sua maioria, invisíveis aos nossos olhos. Explicar os detalhes de estruturas celulares e processos como divisão celular, metabolismo e síntese de proteínas exige uma compreensão que vai além do que os alunos encontram em sua rotina diária.

Acredito que um dos maiores obstáculos para o processo ensino/aprendizagem da biologia celular, seja a própria natureza dos conteúdos. A biologia celular requer uma base sólida em química e bioquímica, já que muitos processos celulares envolvem reações químicas, além de conceitos energéticos e moleculares. Muitos alunos encontram dificuldade em visualizar esses processos, o que torna o aprendizado no tema mais distante e desafiador.

Para ajudar os alunos a superar essas barreiras, tento constantemente buscar estratégias que tornem o conteúdo mais acessível e envolvente. O uso de analogias e metáforas, por exemplo, auxilia na compreensão de funções celulares complexas, comparando-as com atividades e temas familiares. Além disso, quando possível, eu utilizo recursos visuais, como vídeos de animações celulares e atividades práticas com microscopia. Esses recursos trazem os conceitos de biologia celular para uma realidade mais próxima, permitindo que os alunos pelo menos visualizem as células, mas a partir daí, o conteúdo da biologia celular volta a ficar abstrato e eles não conseguem mais ver com seus próprios olhos aquilo que estão aprendendo.

Muitos alunos chegam com uma resistência ao conteúdo, achando-o difícil ou impossível de entender. Esse desafio vai além do conteúdo e envolve também o papel do professor em criar

um ambiente de aprendizagem acolhedor, onde os alunos sintam-se à vontade para fazer perguntas e aprender com os próprios erros.

Com base nos parâmetros curriculares brasileiros, o conteúdo de citologia é o primeiro contato do aluno recém-chegado ao Ensino Médio com a Biologia, abordado ainda no primeiro bimestre do 1º ano. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular, o estudo da célula, como unidade fundamental da vida, é um conteúdo do currículo do 6º ano do Ensino Fundamental, que prevê o ensino somente de sua organização básica, seu aspecto estrutural e funcional para os seres vivos. Com isso, podemos considerar que os estudantes passam um intervalo mínimo de 3 anos sem qualquer contato com o assunto.

Um levantamento realizado pela plataforma SAS Educação (<https://blog.saseducacao.com.br/raio-x-do-enem-2021/>), com base nas edições do ENEM entre os anos de 2009 e 2019, identificou que o conteúdo de citologia esteve presente em 46 questões ao longo das dez edições analisadas. Isso representa 12,5% das questões da área de Biologia, posicionando a citologia como o segundo tema mais abordado, ficando atrás apenas do eixo temático "Humanidade e Ambiente" (SAS Educação, 2021). Vale destacar que esse levantamento foi feito antes da implementação do Novo Ensino Médio (NEM), reforma que impactou diretamente os currículos escolares e, conseqüentemente, pode influenciar também a estrutura e os conteúdos cobrados em avaliações como o ENEM.

Dessa forma, conclui-se que a citologia tem grande relevância para os estudantes do Ensino Médio, especialmente para aqueles que pretendem ingressar no ensino superior por meio do ENEM. Ainda assim, mesmo entre os que não possuem esse objetivo, o conhecimento básico sobre a célula continua sendo essencial, por se tratar da base para a compreensão do funcionamento do corpo humano.

Tendo levado em consideração todos esses aspectos, o trabalho aqui apresentado propõe a criação de um jogo didático sobre as organelas celulares com base investigativa, abordando alguns dos seus aspectos estruturais e funcionais incluídos no conteúdo de citologia a partir do 1º ano do Ensino Médio. Acreditamos que o jogo, que será cooperativo, irá não só aumentar o interesse dos alunos pelo assunto, como também irá contribuir de forma efetiva no aprendizado desse conteúdo.

Além da complexidade dos conceitos biológicos, a difícil nomenclatura das partes de uma célula dificulta ainda mais a aprendizagem já que alguns termos utilizados para nomear as

organelas são derivados do grego ("lisossomo" vem do grego *lyse* (destruição ou dissolução) e *soma* (corpo); mitocôndria-deriva do grego *Mitos* (linha ou fios) e *chondros* (grânulo ou grão), de forma que os nomes não são de dedução fácil para os estudantes. Não podemos deixar de citar também o extenso currículo e a falta de recursos para aulas práticas, já mencionados anteriormente.

Quando pensamos nas instituições públicas de ensino básico, esses desafios se tornam ainda mais evidentes. Gomes et al. (2018) destacam problemas como salas superlotadas, alunos desinteressados, baixa participação dos pais na vida escolar dos filhos e condições financeiras e materiais precárias nos centros de ensino, compondo uma realidade que dificulta significativamente o processo de aprendizagem de qualquer conteúdo escolar.

Vieira *et al* (2010) relata alguns aspectos para o desinteresse e a desmotivação dos alunos nas aulas de Biologia, como aulas muito expositivas, a falta de recursos audiovisuais, conteúdo complexo e o vocabulário complicado. Os alunos apresentam um maior interesse quando percebem que o conteúdo tem importância e aplicação na sua vida.

Linhares e Taschetto (2011) declaram que “os conteúdos que envolvem o estudo da célula tornam-se um tanto abstratos, pois as células apresentam-se em dimensões ínfimas parecendo visíveis apenas na imaginação do aluno”. Entre alguns fatores que podem tornar o estudo da citologia complexo, pode-se citar a ausência de equipamentos especializados que permitem o aluno observar e identificar as estruturas celulares, dificultando ainda mais o processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo. De acordo com os dados do Censo Escolar de 2018 realizado pelo Ministério da Educação, temos um número muito aquém de escolas que possuem um laboratório de ciências e que podem ofertar aulas práticas de citologia na rede pública de ensino. Somente 37,5% das escolas públicas estaduais possuem esta estrutura.

As aulas, em sua maioria, se baseiam em métodos tradicionais, aulas “cuspe e giz”, cheios de conceitos abstratos para o aluno, que dificultam muito o entendimento da célula, das suas estruturas e da dinâmica do seu funcionamento. Embora os métodos tradicionais possam ser eficazes para transmitir grandes quantidades de informação de forma organizada, eles também apresentam algumas limitações. A falta de interação e o enfoque na memorização podem desestimular o pensamento crítico e criativo, além de reduzir o engajamento dos alunos (KRASILCHIK, 2004).

Diante das limitações das escolas públicas brasileiras e da dificuldade de realizar aulas práticas com observação de células ao microscópio, buscamos uma alternativa que desperte o

interesse e, principalmente, promova o protagonismo dos alunos, contribuindo de forma efetiva para sua aprendizagem sobre o tema. Santos et al. (2018) ressalta a importância de transformar o projeto pedagógico, substituindo o modelo expositivo — baseado na memorização de conteúdos — por um ensino investigativo, que valorize a qualidade do conhecimento construído em sala de aula, mais do que a quantidade de informações repassadas.

Fernández e Tejada (2018) em seu artigo identificam algumas dificuldades relacionadas ao ensino da Biologia Celular entre os principais desafios estão a compreensão do tamanho da célula e das organelas, além da visualização em diferentes escalas microscópicas. Muitos estudantes têm um conhecimento impreciso sobre o interior da célula e frequentemente confundem as organelas. Essas dificuldades refletem um problema maior de compreensão dos diferentes níveis de organização dos seres vivos, o que leva os alunos a não desenvolverem uma visão científica correta sobre a célula.

Em um mundo cada vez mais dinâmico e tecnológico, essas abordagens podem parecer desatualizadas, pois não levam em consideração as habilidades necessárias para o século XXI, como colaboração, resolução de problemas e pensamento crítico. Diante de tantos desafios apresentados, os professores têm, cada vez mais, buscado meios e recursos para tornar suas aulas atrativas aos alunos, de modo a estimular a frequência e a participação. De acordo com Viana (2018):

“Na conjuntura atual com o avanço das tecnologias que atraem diariamente os alunos, conseguir a atenção dos mesmos em sala de aula vem se tornando uma tarefa difícil para muitos professores, que na falta de recursos pedagógicos nas instituições de ensino, precisam elaborar dinâmicas atrativas, de forma que a aula não seja mais uma mera exposição de conteúdo. Com o objetivo de alcançar uma aprendizagem significativa, é necessário a elaboração por parte do professor de recursos acessíveis e de baixo custo, como jogos educativos, que motivem o aluno para o ensino divertido e dinâmico.” (Viana, 2018, pág 1172)

Outro ponto que deve ser considerado é o fato de que para o estudo da citologia no Ensino Médio, os livros e os professores ainda fazem o uso de esquemas e desenhos irreais, coloridos, como forma de facilitar a aprendizagem e ajudar os alunos a compreenderem os componentes celulares e os conceitos associados à célula, de forma mais clara e acessível. Esses desenhos, porém, distanciam os estudantes da realidade e lhes fornecem uma visão distorcida das células e suas organelas. Muitos estudantes, por exemplo, acreditam que a célula possui

componentes coloridos e se decepcionam ao descobrir que os esquemas não representam a realidade.

É importante ter cuidado ao ensinar o conteúdo da célula numa representação esquemática e idealizada. Expor os alunos a uma variedade de imagens, incluindo tanto as de microscopia óptica quanto eletrônica são bastante interessantes e bem-vindas. Essa abordagem permite que os estudantes compreendam as organelas e outras estruturas celulares sob diferentes escalas e ampliações, facilitando a comparação e a percepção das diferenças de tamanho entre elas. (FERNÁNDEZ e TEJADA, 2018)

Desta forma, nossa proposta é o desenvolvimento de um jogo didático e cooperativo utilizando a abordagem do ensino investigativo, que tem como tema o estudo das organelas celulares, como será descrito com mais detalhe adiante.

1.3 Componentes Celulares

Embora as células compartilhem algumas características básicas: (I) são constituídas pelas mesmas biomoléculas (ácidos nucleicos, proteínas, lipídeos e açúcares); (II) possuem uma barreira que as delimita denominada membrana plasmática; (III) realizam processos fundamentais de metabolismo, existem diferenças importantes entre elas, o que contribui para a diversidade de organismos. Essas diferenças podem estar na estrutura das células, na presença ou ausência de determinadas organelas (células procarióticas e eucarióticas) e de suas quantidades, que se relacionam com as funções específicas que desempenham (como células nervosas, células musculares, células vegetais) e com a forma como se organizam em tecidos e órgãos nos organismos multicelulares (GALANTE e ARAÚJO, 2014).

Tendo dito isso, passaremos para uma descrição breve de algumas das estruturas e organelas que serão abordadas nesta dissertação e no recurso didático desenvolvido.

1.3.1 Membrana Plasmática

Em 1887, o botânico alemão Pfeffer introduziu pela primeira vez o conceito de “membrana biológica” ao estudar as propriedades osmóticas de células vegetais. Pfeffer desenvolveu a hipótese de que ao redor da célula existia uma camada fina e invisível, mas com propriedades osmóticas. Quase no mesmo período, o botânico Ernest Charles Overton, em 1895, buscou entender como as células vegetais eram capazes de absorver determinadas substâncias enquanto eliminavam outras. Ele observou que substâncias de origem lipídica penetravam mais

facilmente nas células, sugerindo então que essa camada era composta de lipídios. Seus trabalhos iam contra o que a comunidade científica acreditava na época de que a membrana seria impermeável a quase tudo, exceto a água e desta forma esses estudos foram interrompidos.

Evert Gorter e François Grendel foram os primeiros a sugerir, em 1925, que a membrana plasmática era composta por uma bicamada lipídica, eles deduziram isso a partir de experimentos com extratos lipídicos de glóbulos vermelhos, quando eles notaram esses lipídios espalhados sobre a água ocupavam o dobro da superfície de cada uma das células de origem, concluindo então que membrana seria formada por uma dupla camada de fosfolipídeos. Mesmo com alguns erros de cálculo, a descoberta da bicamada lipídica foi de grande importância para o modelo de membrana aceito atualmente (JOGLAR, 2011).

Em 1932, o biofísico Kenneth Stewart Cole conclui que a membrana celular além dos lipídios, era formada por outros componentes. Em 1935, o modelo de membrana plasmática proposto pelos cientistas Danielli e Davson foi aceito pela comunidade científica, conhecido como ‘modelo sandwich’ composto por uma dupla camada de lipídios revestidos interna e externamente por proteínas. Porém, esse modelo não era compatível com todas as propriedades da membrana. Em 1972, o modelo denominado Mosaico-Fluido, proposto por S. Jonathan Singer e Garth Nicolson substituiu o anterior, se tornando o mais aceito. Esse modelo descreve a membrana como uma bicamada de fosfolipídios na qual proteínas estão inseridas total ou parcialmente. Nesse modelo tanto lipídeos quanto as proteínas, podem se movimentar e esse movimento é essencial para as funções exercidas pelas membranas. Atualmente já se sabe que existem domínios específicos nas membranas que concentram determinadas proteínas e são ricas em colesterol. Esses domínios são denominados “*lipid rafts*” ou “balsas lipídicas” e parecem otimizar eventos de sinalização celular (ALBERTS *et al*, 2017).

A palavra "membrana" vem do latim *membrana*, que significa "pele" ou "camada fina", já "plasmática" deriva de "plasma," do grego *plásma*, que significa "formado" ou "moldado". Ela tem uma espessura em torno de 8 a 10 nm, não sendo possível observá-la ao microscópio óptico. A microscopia eletrônica de transmissão tornou possível a observação de três camadas nessa barreira que delimita as células - duas camadas mais escuras e no meio dessas, uma camada transparente (PAWLINA, 2024).

A membrana é formada por fosfolipídios, proteínas e colesterol. Os fosfolipídios formam uma bicamada e são anfipáticos, possuindo caudas hidrofóbicas voltadas para a parte interna da membrana e correspondem à camada transparente mencionada acima. Já as cabeças hidrofílicas ficam voltadas para o meio extracelular e para o citosol, correspondem às camadas mais escuras na microscopia eletrônica (PAWLINA, 2024). O colesterol, um lipídio com estrutura química diferente dos fosfolipídeos, presente exclusivamente em células animais, em diferentes quantidades, influencia a fluidez da membrana. Essa fluidez da membrana é essencial para que essa estrutura exerça suas funções de forma eficiente. Além dos fosfolipídios, que podem ser de diversos tipos e aparecer em quantidades distintas em diferentes tipos celulares, encontramos também as proteínas, que podem ser integrais, atravessando toda a membrana ou periféricas, associadas ao folheto interno ou ao folheto externo da membrana. As proteínas de membrana exercem as mais diversas funções celulares, como por exemplo transporte de substâncias, adesão, recepção de sinais (ALBERTS *et al* 2017). Há ainda na superfície externa da membrana plasmática, o glicocálix formado pelas glicoproteínas, carboidratos ligados a proteínas e os glicolipídios, carboidratos ligados a lipídios. O glicocálix está presente em todas as células eucariontes, atua protegendo a célula de danos físicos e químicos, além de auxiliar no reconhecimento e na adesão celular (MONTANHARI, 2013).

1.3.2 Núcleo

O núcleo celular foi descrito pela primeira vez por Robert Brown em 1833, durante seus estudos com células de orquídeas. Ele descobriu um elemento esférico no centro da célula e em analogia ao caroço de um fruto, deu o nome de núcleo (MONTANARI, 2013). Essa descoberta foi crucial para o desenvolvimento da teoria celular, que mais tarde seria fundamental no entendimento de que todas as formas de vida são constituídas por células. O núcleo normalmente é a maior organela dentro de uma célula (ALBERTS *et al.*, 2017). O tamanho e a forma do núcleo variam conforme o tipo celular. Geralmente ele mede entre 5 e 10 μm e pode ser alongado, ovóide, esférico ou lobulado (MONTANARI, 2013). Ele é envolvido por duas membranas que compõem o envoltório nuclear e separa o seu conteúdo do citoplasma. No seu interior está localizado o DNA, organizado em cromossomos a partir da fase de prófase quando o DNA começa a ser compactado formando os cromossomos mitóticos, que estão completamente condensados na metáfase e cuja formação garante que a célula possa dividir-se de forma igualitária, originando duas células filhas contendo a mesma quantidade de material genético do que a original. O núcleo assim, armazena toda a informação genética do organismo. Nessa

organela acontecem processos vitais para a célula como a replicação do material genético nele contido, a transcrição do DNA e o processamento do RNA mensageiro. Ademais, a regulação da expressão gênica, na qual alguns genes são expressos em determinadas quantidades enquanto outros não são transcritos, também acontece dentro dessa organela. Essa regulação acaba determinando quais proteínas são produzidas pela célula e em que momento. A saída dos RNAs produzidos no núcleo, processo conhecido como exportação, depende de proteínas que formam os poros nucleares e de forma semelhante, a entrada de proteínas sintetizadas no citoplasma e necessárias no núcleo também depende dos poros nucleares. Esse processo de exportação e importação nucleares requerem gasto de energia e são extremamente controlados pela célula. Ribossomos que são produzidos dentro do núcleo também são exportados para o citosol, onde a síntese de proteínas acontece. (ALBERTS, 2017)

O núcleo é uma organela dinâmica que se desorganiza durante a divisão celular, permitindo a distribuição equivalente do material genético (duplicado durante a fase S do ciclo celular) entre as duas células filhas. Essa desorganização da membrana nuclear e sua posterior reorganização nas células filhas é regulada por fosforilação e desfosforilação das proteínas lâminas, respectivamente. As lâminas constituem uma rede filamentosa, chamada lâmina nuclear, que mantém a organização nuclear. Essa rede também organiza o material genético que não fica solto dentro do núcleo, mas sim organizado, sendo que as regiões de transcrição ativa ficam voltadas para o centro do núcleo e as regiões inativas dos cromossomos ficam na periferia nuclear. No núcleo também ocorrem os processos de reparo de DNA, que podem ser de diversos tipos diferentes e que envolvem muitas proteínas nucleares distintas (ALBERTS, 2017)

O núcleo é essencial para a manutenção da integridade genética da célula e para a regulação de suas atividades e seus aspectos estruturais e funcionais, sendo assim caracterizado como o centro de controle das atividades celulares. Distúrbios na estrutura e função do núcleo oriundo de mutações em genes que codificam proteínas nucleares, podem levar a diversas doenças. Como exemplo podemos citar a Progeria, Síndrome de Hutchinson–Gilford (HGPS), doença caracterizada por envelhecimento precoce que está relacionada a mutações no gene que codifica a lâmina A, uma das proteínas formadoras da lâmina nuclear (VIDAK, 2016). Podemos citar alguns tipos de câncer relacionados a não correção de erros na molécula de DNA, que resultam em uma instabilidade genética (FRAGOSO-LUNA, 2023).

Apesar desses detalhes não serem apresentados para os estudantes do ensino médio, é importante que o professor tenha esse conhecimento básico, sendo então capaz de responder questões que os seus estudantes possam ter, como: “Como é que o núcleo some durante a divisão

celular e depois reaparece?”, “Como alguns tipos de câncer são hereditários e outros não?”
“Como as células que não tem núcleo conseguem viver?”

1.3.3 Sistema de endomembranas e origem da célula eucariota

Acredita-se que as células eucarióticas primitivas tenham surgido a partir do desenvolvimento de um sistema de endomembranas precursor do que hoje denominamos retículo endoplasmático. A compartimentação de processos metabólicos em diferentes porções de membranas foi essencial para a sobrevivência e evolução dessa célula primitiva. A origem desse sistema de endomembranas, ainda é bastante discutida e poderia ter se originado por evaginações ou invaginações da membrana plasmática da célula primitiva. Independente da origem, porém, o surgimento desse sistema permitiu uma melhor organização de processos celulares como internalização e degradação de material oriundo do meio extracelular, transporte de substâncias dentro da célula e secreção de substâncias produzidas pela célula ou originadas pelo metabolismo celular. Esse sistema de endomembranas também permitiu que a célula eucariótica aumentasse de tamanho vencendo a limitação imposta pela relação superfície-volume, que limitava a quantidade de trocas e reações associadas à membrana (Figura 1) (ALMEIDA E AMARAL, 2020).

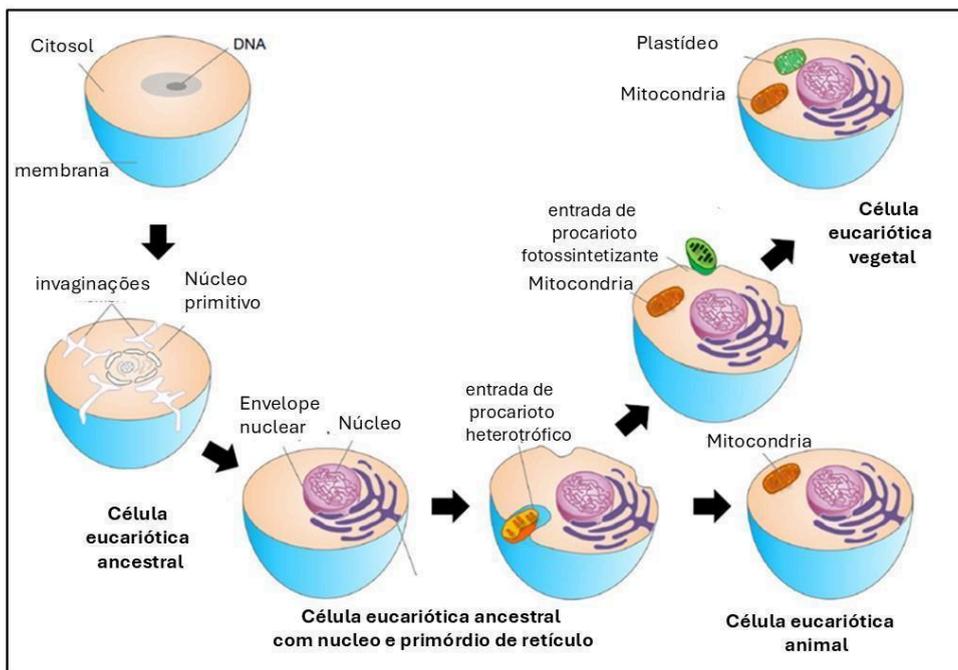


Figura 1 - Possível cenário evolutivo da origem das células eucarióticas e o sistema de endomembranas (SE). Adaptado de ALMEIDA E AMARAL, 2020.

Essa célula primitiva original teria em sequência, adquirido as mitocôndrias gerando as células animais atuais ou mitocôndria e cloroplastos originando as células vegetais primitivas. Ao longo dos milhares de anos de evolução, o sistema de endomembranas se especializou gerando as organelas que hoje denominadas retículo endoplasmático liso e rugoso, aparelho de Golgi, o sistema de vesículas da via de endocitose e exocitose e o lisossomo.

1.3.4 Retículo Endoplasmático

O retículo endoplasmático foi observado pela primeira vez, em 1897, por Garnier, que o denominou ergastoplasma. O ergastoplasma era a região do citoplasma corada com corante básico, muito evidente em células secretoras do pâncreas. A coloração basófila se dá pela existência de RNA, ácido ribonucleico, corado pelo corante básico. O ergastoplasma visualizado nas células acinares do pâncreas era o que hoje denominamos de retículo endoplasmático rugoso (PAWLINA, 2024).

O desenvolvimento de técnicas aprimoradas para estudar tecidos por microscopia eletrônica permitiu a confirmação e a caracterização do retículo endoplasmático, após os pesquisadores se certificar de que o que estavam observando não eram artefactos de preparação das amostras biológicas para a microscopia eletrônica.

Em 1945, Keith Porter, juntamente com Claude Albert, realizou experimentos paralelos de observação das estruturas internas de um mesmo tipo celular (fibroblasto de galinha) cultivados *in vitro* e fixados da mesma forma e em seguida processados para observação por microscopia óptica utilizando coloração Giemsa ou processado para observação por microscopia eletrônica por tratamento das amostras com vapores de ósmio. As imagens obtidas foram apresentadas lado a lado, indicando que o que era observado não era resultado do preparo para observação por microscopia eletrônica. Alguns anos mais tarde (1950-51), Porter em associação com George Palade, realizaram cortes extrafinos que permitiram a observação de uma rede por toda célula nomeada então de retículo endoplasmático. A palavra “endoplasmático” significa “dentro do citoplasma”, e “*reticulum*”, do latim, significa “pequena rede”. Ele é formado por uma rede de túbulos e sacos membranosos, chamados de cisternas (do latim *cisterna* = reservatório de líquidos), sua membrana é contínua ao envelope nuclear e se estende pelo citoplasma (CAMPBELL et al, 2017). Estudos bioquímicos posteriores, utilizando fracionamento celular, sugeriram que o retículo estava relacionado com a síntese de proteínas para secreção (LAM E GALIONE, 2013, RASMUSSEN, 1999)

Alberts *et al* (2017) descreve o retículo endoplasmático como um labirinto irregular de espaços interconectados delimitados por uma membrana. O retículo endoplasmático se organiza em duas regiões que se diferenciam na estrutura e na função. O retículo endoplasmático rugoso (RER) apresenta ribossomos aderidos a sua superfície dando esse aspecto “rugoso” quando observados por microscopia eletrônica. Além da sua rede de túbulos ser mais arredondada, os ribossomos, aderidos à membrana do retículo são responsáveis pela síntese de proteínas, que em seguida, são transportadas para outras partes da célula através do transporte vesicular via complexo de Golgi. O RER é mais desenvolvido em células secretoras que sintetizam proteínas para exportação, como por exemplo nas células do pâncreas, que sintetizam a insulina liberando-a na corrente sanguínea ou enzimas digestórias que são enviadas para o intestino delgado (PAWLINA, 2024; CAMPBELL *et al*, 2017). Já a porção lisa do retículo é denominada retículo endoplasmático liso (REL) e não possui ribossomos aderidos na sua superfície, apresentando um aspecto “liso” e formando uma rede de túbulos mais achatada, quando observado por microscopia eletrônica. O REL é especializado na síntese de lipídios, incluindo fosfolipídios e esteróis, e na desintoxicação de substâncias químicas. Sendo assim, temos o REL bem desenvolvido em células que sintetizam e secretam hormônios esteróides como as adrenais, as células dos testículos e dos ovários (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2013). Também temos REL bem desenvolvido nas células do fígado, onde essa organela atua na detoxificação de drogas, substâncias tóxicas e venenos. O REL possui uma variedade de enzimas detoxificantes que atuam em duas etapas bioquímicas distintas que basicamente atuam tornando drogas, medicamentos e toxinas em moléculas não tóxicas. Enzimas da família do citocromo P450 fazem parte desse processo de detoxificação que atuam modificando e deixando essas substâncias mais solúveis em água, facilitando sua eliminação pelo corpo (PAWLINA, 2024). Algumas intolerâncias a medicamentos são provocadas por falta ou defeitos em algumas enzimas desta família, ao passo que a tolerância e não resposta a um determinado medicamento pode estar associado a uma grande eficiência dessas enzimas que resulta na eliminação muito rápida do medicamento impedindo que ele atue no corpo.

Ademais, o REL nas células musculares estriadas recebe o nome de retículo sarcoplasmático, que nessas células, possui a função de armazenar íons cálcio, que são liberados para ativar processos como a contração muscular mediante um estímulo neuronal (ALBERTS, 2017).

Em resumo, o retículo endoplasmático é uma organela vital para o funcionamento adequado da célula, pois participa ativamente na síntese e transporte de biomoléculas essenciais,

na manutenção da homeostase celular e na comunicação entre organelas. Assim, o retículo endoplasmático é muito mais que uma estrutura de transporte; ele é um centro de produção e processamento celular, garantindo que as células tenham os componentes necessários para realizar suas funções com eficiência (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2013).

Atualmente se sabe que o retículo está conectado com todas as organelas celulares e com a membrana plasmática em locais específicos denominados “sítios de contato” que contém proteínas específicas (Figura 2). Desta forma, o retículo integra todas as funções que essas organelas realizam auxiliando na manutenção da homeostase (ALMEIDA E AMARAL, 2020). Mais uma vez, esse não é conteúdo abordado nas aulas de citologia no ensino médio, porém é interessante para o professor saber dessas atualizações indicando para os estudantes que a biologia não é uma disciplina absoluta e já definida, na verdade está em constante evolução com novas descobertas acontecendo a todo momento.

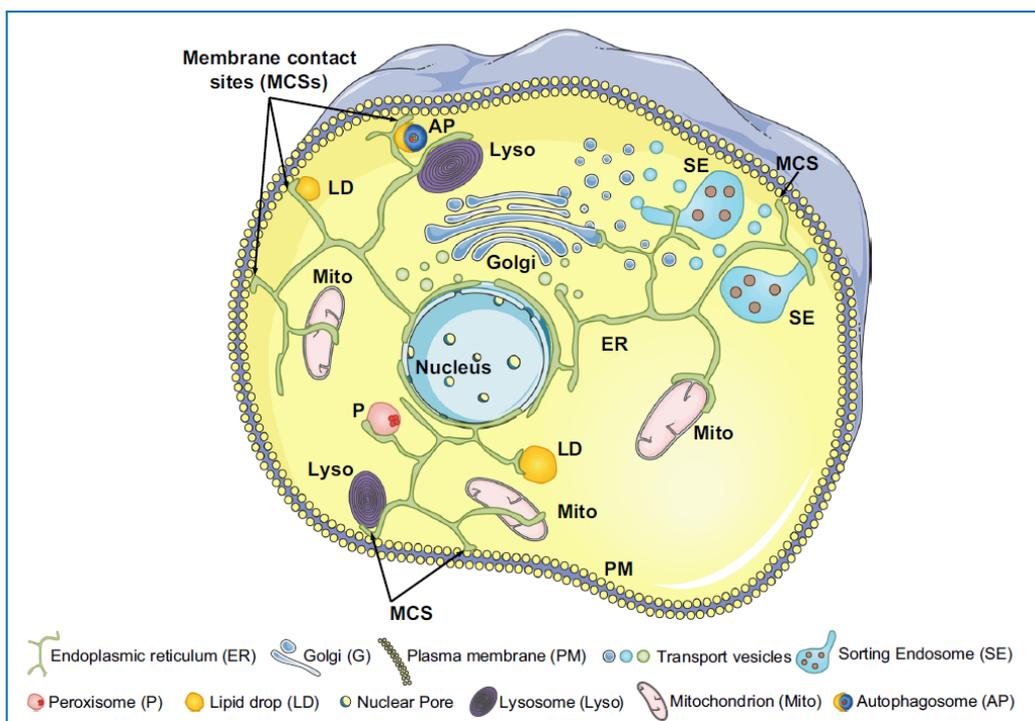


Figura 2 - Esquema da célula mostrando como o retículo endoplasmático forma contatos com praticamente todas as outras organelas membranosas intracelulares. Adaptado de ALMEIDA E AMARAL, 2020.

1.3.5 Complexo de Golgi

O complexo de Golgi foi descrito em 1898 pelo histologista italiano Camilo Golgi, que em estudos de células nervosas impregnadas com nitrato de prata e mais tarde com ósmio, descobriu uma organela que formava redes ao redor do núcleo. Ele observou uma estrutura

distinta dentro das células que podia ser corada com certos reagentes, e inicialmente chamou essa organela de "aparato reticular interno". Essa descoberta foi controversa na época devido às limitações das técnicas de microscopia, mas com o avanço da microscopia eletrônica na década de 1950, a existência do complexo de Golgi foi confirmada definitivamente, solidificando sua importância na biologia celular (MONTANARI, 2013). Outros pesquisadores também estiveram envolvidos na observação dessa organela inicialmente referida como "Golgi-Holmgren apparatus" ou "Golgi-Kopsch apparatus" se referindo aos nomes dos pesquisadores que inicialmente observaram essa organela, mas o termo "*Golgi apparatus*" foi utilizado em um artigo (em alemão) publicado em 1913 por Nussman e esse termo não deixou mais de ser utilizado em futuros trabalhos (BENTIVOGLIO E MAZZARELLO, 1999).

O aparelho ou complexo de Golgi consiste em um conjunto de membranas achatadas e empilhadas, chamadas de cisternas e de vesículas. As cisternas são polarizadas, se organizando em duas regiões, a mais próxima ao núcleo e ao retículo endoplasmático denominada de rede Cis (Cis Golgi Network, CGN) e a região oposta, voltada para o lado exterior da célula é denominada de rede Trans (Trans Golgi Network, TGN) (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2013). As vesículas podem ser vistas em associação com as cisternas e estão envolvidas no transporte de substâncias (PAWLINA, 2024).

A função do Golgi é realizar a modificação, empacotamento e transporte de biomoléculas sintetizadas no retículo endoplasmático. A modificação ocorre quando há o processamento de proteínas e lipídios, onde podem ser feitas a adição de açúcares num processo chamado de glicosilação. Essas moléculas podem ainda ser sulfatadas ou fosforiladas. As proteínas podem também ser convertidas em formas ativas. O Golgi realiza o empacotamento de macromoléculas em vesículas de transporte com destino a diferentes partes da célula como a membrana plasmática, endossomos ou para outras organelas. Os lipídios modificados e transportados pelo Golgi são essenciais na formação das membranas celulares (MONTANARI, 2013).

De acordo com Pawlina (2024), o complexo de Golgi é ativo tanto em células que secretam proteínas por exocitose quanto em células que sintetizam grandes quantidades de membrana e proteínas associadas à membrana, como as células nervosas. Camilo Golgi também já tinha observado por microscopia que a estrutura descrita por ele era bem mais desenvolvida nas células secretoras.

O complexo de Golgi é vital para a célula e para o organismo como um todo, pois coordena a distribuição de moléculas essenciais para a manutenção e funcionamento celular.

Deficiências ou disfunções no Golgi podem levar a várias doenças, como as doenças de armazenamento lisossômico e problemas relacionados ao transporte de proteínas, que afetam processos celulares fundamentais. As enzimas que realizam as modificações nas biomoléculas que chegam ao complexo de Golgi estão compartmentalizadas de forma que em cada porção dessa organela, diferentes modificações estão sendo realizadas. Na porção cis, mais próxima ao retículo, ocorre a fosforilação de açúcares que servem de marcação para as proteínas que tem o lisossomo como destino. Nas cisternas da porção mediana do Golgi ocorrem várias glicosilações e na porção trans (mais afastada do retículo) ocorre a separação das cargas que tem diferentes destinos celulares, além da sulfatação de tirosinas e carboidratos.

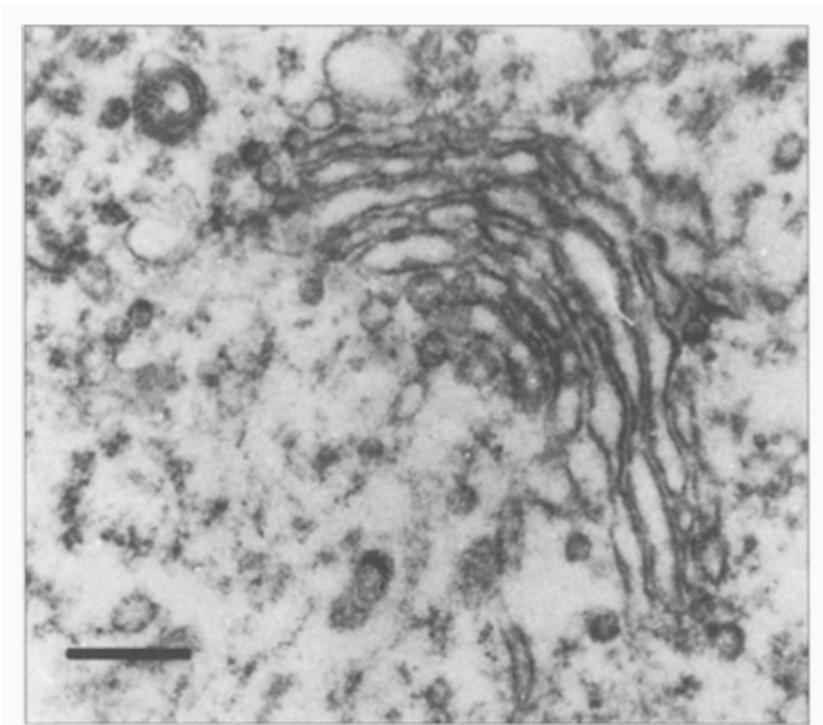


Figura 3 - Micrografia eletrônica do aparato de Golgi de um neurônio do hipotálamo de rato. Barra de escala 0,5 μm (retirado de BENTIVOGLIO & MAZZARELLO , 1999)

1.3.6 Lisossomos

Os lisossomos foram descritos pela primeira vez pelo citologista Christian de Duve em 1955, enquanto estudava enzimas digestivas presentes em células hepáticas e observou uma nova organela rica em enzimas hidrolíticas (MONTANARI, 2013). O termo lisossomo é uma derivação das palavras gregas “*lise*” (destruição) e “*soma*” (corpo). Os lisossomos são pequenos, esféricos e irregulares, com tamanho que varia de 0,2 a 0,5 μm . Eles contêm enzimas digestivas que variam de acordo com a célula, mas que tem atividade máxima em pH 5,0 (ácido). Os

lisossomos possuem uma única membrana, resistente que protege a célula da ação das enzimas digestivas neles inseridas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

As enzimas hidrolíticas que atuam nos lisossomos são produzidas nos ribossomos associados ao retículo endoplasmático rugoso (RER). Essas enzimas são encaminhadas ao complexo de Golgi dentro de vesículas originadas do RER. No complexo de Golgi, essas enzimas sofrem modificações químicas, como a adição de um marcador específico (manose-6-fosfato: M6P) que destina as proteínas marcadas para os lisossomos. O Golgi empacota as enzimas contendo a marcação M6P em vesículas formando os lisossomos primários, que ainda não entraram em contato com materiais a serem degradados e que tem um pH ainda não tão ácido. Essas estruturas também possuem bombas de H^+ , responsáveis pela acidificação do interior da organela. Quando um lisossomo primário se funde a uma vesícula contendo material a ser digerido (como fagossomos ou endossomos), ele passa a ser denominado lisossomo, onde ocorre a degradação do seu conteúdo. (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2013)

Além da sua função de digestão de material de origem extracelular sendo transportado para dentro da célula por pinocitose no caso das macromoléculas e por fagocitose no caso de bactérias, restos celulares e materiais estranhos endocitados pela célula, os lisossomos participam da degradação e reciclagem de componentes celulares (PAWLINA, 2024). Lisossomos estão presentes em todas as células, porém em maior número nas células fagocitárias, como os macrófagos e neutrófilos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013).

Doenças lisossômicas, como as doenças de depósito lisossômico (doença de Tay-Sachs e doença de Gaucher), ocorrem quando há falhas na função dos lisossomos, geralmente por deficiência de alguma enzima específica, resultando em acúmulo celular de substâncias indesejadas que não são digeridas (PAWLINA, 2024). Além disso, os lisossomos estão envolvidos na reciclagem de materiais celulares como a reciclagem de organelas inteiras como mitocôndrias, em um evento denominado mitofagia.

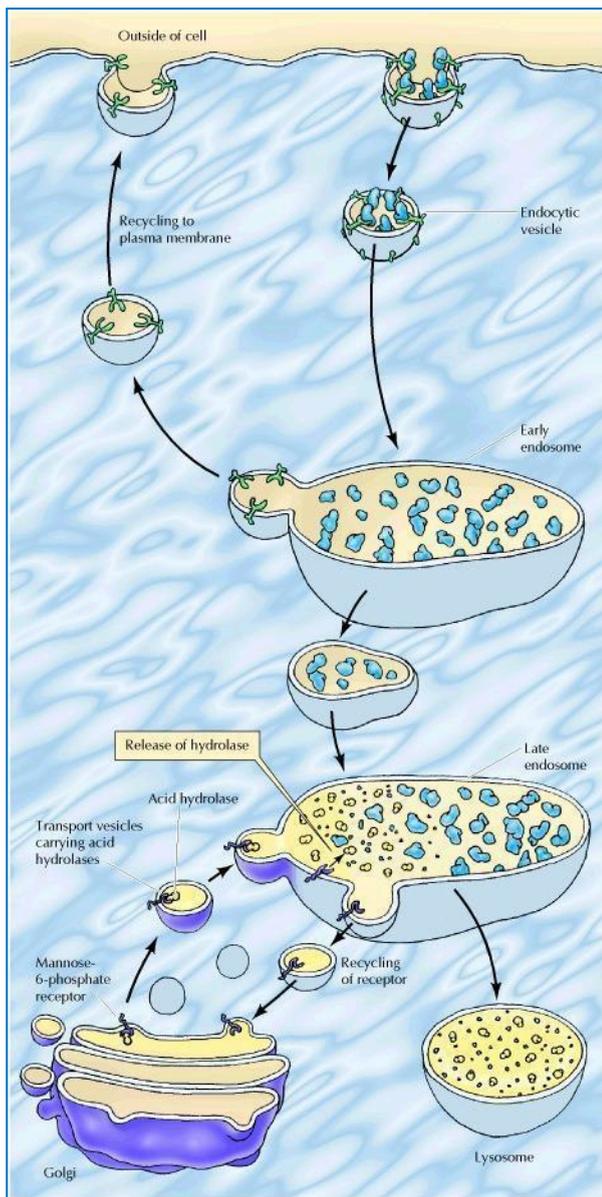


Figura 4 - Origem dos lisossomas – Componentes extracelulares são endocitados gerando vesículas endocíticas, que se fundem com endossomos iniciais ou primários. Os componentes da membrana endocitados podem ser reciclados de volta para a membrana à medida que os endossomos iniciais amadurecem em endossomos tardios. As vesículas de transporte que carregam hidrolases ácidas do aparelho de Golgi se fundem com endossomos tardios, que amadurecem em lisossomos. As hidrolases ácidas se dissociam do receptor de manose-6-fosfato quando as vesículas de transporte se fundem com endossomos tardios, e os receptores que reconhecem a marcação M6P são reciclados de volta para o aparelho de Golgi.

1.3.7 Mitocôndria

As mitocôndrias foram identificadas pela primeira vez por Rudolph Kölliker em 1857, que notou pequenos grânulos em células musculares. Em 1890 Richard Altmann observou as mitocôndrias em uma grande variedade de células, corando-as com fucsina ácida,

denominando-as de bioblastos (MONTANARI, 2013). Em seu artigo, Altmann se refere às mitocôndrias como sendo parecidas com bactérias e atuando como organismos elementares. Essa observação foi realizada bem antes da ideia de endossimbiose proposta mais tarde.

O termo mitocôndria foi proposto pelo médico Carl Benda em 1898 a partir das palavras “*mitos*” (filamento) e “*chondros*” (grânulos). As mitocôndrias são organelas esféricas ou alongadas, medindo de 0,5 a 1,0 µm de largura e até 10 µm de comprimento. Esta organela é envolta por duas membranas, sendo cada uma delas uma bicamada fosfolipídica: a membrana externa é lisa e a interna apresenta dobras, denominadas cristas mitocondriais (CAMPBELL, 2010). As mitocôndrias são encontradas em quase todas as células eucarióticas, com exceção dos glóbulos vermelhos maduros que perdem suas mitocôndrias, núcleo e outras organelas otimizando o transporte de oxigênio.

O seu número pode variar de centenas ou milhares dependendo do tipo celular e sua atividade metabólica. As células vegetais apesar de realizarem fotossíntese nos cloroplastos, ainda precisam de mitocôndrias para realizar a respiração celular e produzir ATP. Assim, cloroplastos e mitocôndrias coexistem nas células vegetais. Falta referência!

A função da mitocôndria está relacionada à geração de energia química para a célula, fazendo a oxidação dos alimentos, como açúcares e gorduras para produzir trifosfato de adenosina ou ATP – que é quem fornece energia para a maioria das atividades celulares (ALBERTS *et al.*, 2010). Sendo assim, células que necessitam de maior aporte de energia, como por exemplo, as células nervosas e musculares, geralmente vão ter uma maior quantidade de mitocôndrias (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2013).

O que conhecemos hoje sobre a participação da mitocôndria na geração de energia foi resultado de anos de pesquisa envolvendo dezenas de pesquisadores que descreveram todos os componentes da cadeia transportadora de elétrons e elucidaram como a geração de energia ocorre a partir da quebra de açúcares que acontece no citosol para produção de ATP pela ATP sintase presente na membrana interna da mitocôndria. Esses estudos tiveram início no final da década de 1920 e culminaram com a descrição da ATP sintase e sua forma de atuação em meados da década de 1960 (ERNSTER, 1981).

Por possuir um DNA próprio e circular, semelhante ao dos procariotos, ter ribossomos próprios semelhantes aos de procariotos, possuir maquinaria de transcrição também semelhante a encontrada em procariotos e ser capaz de se dividir independente da divisão celular, acredita-se

que as mitocôndrias foram originadas a partir do engolfamento de uma bactéria por uma célula eucariótica ancestral que passaram a viver em simbiose. Neste contexto, a bactéria receberia nutrientes da célula e ao mesmo tempo forneceria energia à célula. (ALBERTS *et al.*, 2017). Esses fatos deram origem a Teoria Endossimbiótica proposta por Lynn Margulis em 1967. (GRAY, 2017). Não foi Lynn Margulis que propôs a ideia da origem das mitocôndrias e cloroplastos a partir de eventos de endossimbiose, mas foi ela quem retomou a ideia proposta no passado e a defendeu oferecendo algumas evidências. Cabe ressaltar, porém, que a teoria nunca foi provada a nível experimental. Lynn, (na época Sagan) defende em seu artigo de 1967, que o primeiro passo para o surgimento de uma célula eucariota estava relacionada a capacidade de sobrevivência na presença de oxigênio, altamente tóxico, que devido ao surgimento das cianobactérias (primeiros organismos fotossintetizantes) cerca de 2,7 bilhões de anos atrás, foi se concentrando na Terra ao longo de milhares e milhares de anos. A simbiose entre uma bactéria e a célula eucariota ancestral tornou-se obrigatória gerando assim os primeiros organismos eucariotos e a utilização do oxigênio como aceptor final dos elétrons oriundos da quebra de carboidratos, sendo essencial para as atividades metabólicas dos organismos aeróbicos. Os organismos que não conseguiram se adaptar bem o suficiente ao oxigênio permaneceram em ambientes anaeróbicos. (GRAY,2017)

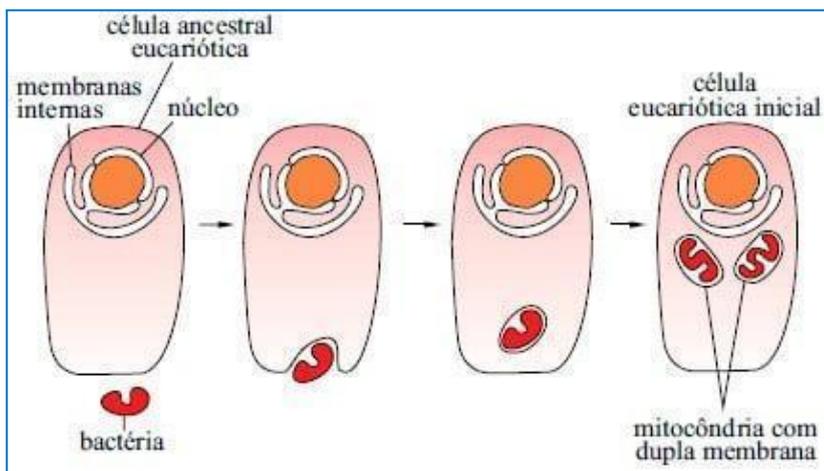


Figura 5 - Endossimbiose- (ALBERTS *et al.*, 2010)

As mitocôndrias também estão envolvidas no evento de morte celular programada, denominada apoptose. Esse evento garante a morte de uma célula que não esteja saudável, impedindo que essa célula gere células filhas que também não seriam saudáveis. A apoptose pode ser ativada de formas distintas. No caso da ocorrência de danos nas moléculas de DNA que não conseguem ser corrigidos, uma sinalização que envolve a liberação de citocromo c da mitocôndria para o citosol, culmina na ativação de enzimas citoplasmáticas chamadas de caspases que basicamente degradam componentes celulares, destruindo a célula por dentro. Algumas células tumorais possuem mutações em proteínas chave que deflagram o processo de apoptose e assim não ativam o mecanismo de morte celular. Mais uma vez, o tema apoptose, não está incluído no currículo do ensino médio, mas é um importante processo que está altamente associado a patologias como o câncer e certamente são de interesse dos estudantes do ensino médio e desta forma devem ser do conhecimento do professor.

1.4 Ensino Investigativo

O ensino investigativo é uma abordagem pedagógica centrada no aluno, que se baseia em promover a aprendizagem ativa através da exploração de questões científicas, experimentação e reflexão. Nesse modelo, o aluno é incentivado a desenvolver habilidades de investigação, como a formulação de hipóteses, a coleta e análise de dados, e a construção de explicações baseadas em evidências. O objetivo principal é que o aluno se torne um sujeito ativo em sua aprendizagem, estimulando sua curiosidade e pensamento crítico, além de permitir que ele desenvolva competências científicas essenciais para entender o mundo ao seu redor (CARVALHO et al, 2013).

A origem do ensino investigativo pode ser rastreada até o início do século XX, com as ideias do filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey. Ele defendia que a aprendizagem deveria ser ativa e relacionada às experiências do aluno, e que a escola deveria ser um ambiente que preparasse os indivíduos para a vida em sociedade (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011). Durante o mestrado PROFBIO fomos expostos a diversas formas de promover o ensino investigativo que é o eixo principal do curso.

Durante as aulas do PROFBIO, tivemos disciplinas que nos orientaram em como fazer das nossas aulas mais investigativas, nos apresentando a alguns tipos de metodologias ativas. As metodologias ativas envolvem abordagens pedagógicas que estimulam a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Dentre as estratégias mais comuns, estão a aprendizagem

baseada em problemas (PBL), a sala de aula invertida, o aprendizado cooperativo, as sequências didáticas, estudo dirigido e por fim os jogos didáticos.

Segundo Sasseron (2015), o ensino investigativo valoriza o papel do estudante como protagonista no processo de aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador, organizando situações didáticas que incentivem o pensamento científico e o trabalho colaborativo. Essa abordagem é alinhada com os pressupostos das metodologias ativas, onde o aprendizado ocorre de forma significativa e contextualizada.

Carvalho (2018) define o ensino por investigação como o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensar, falar, argumentar, ler e escrever sobre o conteúdo ensinado. O ensino investigativo proporciona ao aluno um papel ativo no processo de aprendizagem, estimulando sua curiosidade e capacidade de questionamento, além de promover a reflexão crítica sobre os fenômenos científicos." (CARVALHO et al. 2013)

Chassot (2000), ao tratar da alfabetização científica, defende que a aprendizagem científica não deve se limitar à simples transmissão de conteúdos, mas deve envolver o aluno em um processo de questionamento e compreensão ativa do mundo que o cerca. Essa perspectiva é completamente alinhada ao ensino investigativo, que, como destacam outros autores, como Delizoicov e Angotti (2006), Carvalho (2013) e Sasseron (2015) propõem que o aluno atue como um verdadeiro cientista, investigando e problematizando os fenômenos, o que facilita a construção de um conhecimento mais significativo e contextualizado.

O ensino investigativo, portanto, é uma metodologia que contribui diretamente para a alfabetização científica, pois permite que o aluno não apenas compreenda os conteúdos científicos, mas também os aplique de maneira crítica, desenvolvendo competências para lidar com problemas científicos, tecnológicos e sociais de forma autônoma.

1.5 Jogo Didático

Para Huizinga (2005), os jogos são muito mais do que uma simples diversão. Em *Homo Ludens*, ele explica que o jogo é uma atividade fundamental para o desenvolvimento humano e para a criação da cultura. Ele define que o jogo tem regras próprias, um espaço e um tempo específicos, e é uma forma de expressão que vai além do cotidiano. Huizinga acredita que os jogos são uma das primeiras formas de interação social, ajudando a criar normas e instituições. Além disso, o jogo permite que as pessoas explorem a criatividade e a imaginação, essenciais

para o avanço da sociedade. Portanto, para Huizinga, os jogos têm um papel central na formação de uma cultura e na construção das bases de toda a civilização.

Os jogos e as atividades lúdicas foram introduzidos no contexto educacional com variados propósitos, o que impulsionou inúmeras pesquisas sobre sua origem, funcionalidade, aplicação como recursos didáticos, entre outros temas. Sendo assim, artigos sobre esse tema são publicados constantemente em diversos periódicos. GOMES *et al* (2018) conceitua que recursos didáticos são todos os materiais utilizados como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para serem aplicados pelo professor a seus alunos. Os recursos didáticos são facilitadores do aprendizado uma vez que o aluno procura algo que ele mesmo possa elaborar ou manipular, tornando assim o aprendizado mais prazeroso e agradável. Entre esses diversos recursos que vêm sendo utilizados, os jogos didáticos aparecem muitas vezes como uma opção.

Os jogos podem ser utilizados como uma estratégia adicional no processo ensino-aprendizagem, não substituindo a aula prática, mas se somando a ela quando possível. “O jogo se apresenta produtivo ao professor, ou seja, facilitador na aprendizagem de estruturas muitas vezes de difícil assimilação, e produtivo ao aluno que desenvolve a capacidade de pensar, analisar, refletir, compreender conceitos.... etc.” (GRANDO, 2001). Os jogos além de serem uma forma mais divertida de aprender e de propiciar a oportunidade de interação entre os estudantes, podem ser utilizados de forma investigativa, como será proposto ao longo deste projeto.

O uso de jogos no ensino de ciências pode ser um poderoso aliado na construção do conhecimento, pois possibilita uma aprendizagem ativa, onde o aluno se envolve diretamente com o conteúdo de forma mais dinâmica. Além disso, os jogos estimulam habilidades como a resolução de problemas, a colaboração e o pensamento crítico, características essenciais no desenvolvimento de um aprendiz. No entanto, é importante ressaltar que o jogo não deve ser uma solução isolada, mas sim parte de uma estratégia pedagógica que considere o contexto e os objetivos educacionais, para garantir que sua aplicação seja eficaz e relevante. Dessa forma, ao integrar o jogo de maneira planejada e reflexiva, ele pode realmente contribuir para uma educação mais significativa e prazerosa (DELIZÓICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO 2002).

Para KISHIMOTO (2021), o objetivo do jogo educativo e/ou didático está no equilíbrio entre as suas duas funções: a função lúdica onde o jogo propicia prazer e diversão e a função educativa onde o jogo é capaz de ensinar e trazer conhecimentos. E onde o desequilíbrio entre essas funções pode se descaracterizar, quando no jogo predomina o lúdico ele deixa de ensinar e

se torna apenas jogo e quando predomina somente o educativo, ele perde a diversão e se torna um material didático.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio desenvolvidas pelo Ministério da Educação (MEC), sobre jogos:

“O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. (pág 28)”

Os jogos e brincadeiras podem ser ferramentas para a construção da aprendizagem significativa. A ludicidade, a competição sadia e as interações sociais que os jogos permitem são essenciais na construção do conhecimento. O jogo deve ser utilizado com frequência na sala de aula, pois, é uma fonte de aprendizado, onde existem regras e combinados a seguir (KISHIMOTO, 1997).

Os jogos didáticos e a aprendizagem significativa estão profundamente conectados, pois ambos visam promover um aprendizado mais profundo e duradouro, em que o aluno é capaz de relacionar novos conhecimentos com conceitos previamente adquiridos. Quando bem integrados ao processo de ensino, são uma poderosa ferramenta para promover a aprendizagem significativa. Oliveira e colaboradores (2021) justificam isso em:

“Na construção de novas práticas metodológicas que prezem por uma aprendizagem significativa a utilização dos jogos se justifica, na medida em que através deles é possível estimular o educando, criando possibilidades de experimentação, interpretação, abstração e demonstração de soluções de forma prazerosa e criativa. Para Ausubel a aprendizagem significativa é um processo de mobilização entre o conhecimento prévio e a nova informação gerando uma aprendizagem com significado, ocorre ao receber informações novas e racionalizá-las, estabelecendo uma interação com o que já se sabe previamente e o que se acabou de conhecer.” (OLIVEIRA et al, 2021, pág 3).

Explorar o aspecto lúdico é um modo de facilitar a elaboração de conceitos, o reforço dos conteúdos e a socialização dos alunos. Estimula a criatividade e desenvolve tanto o espírito de competição quanto o de cooperação. Assim se garante um processo mais claro, assegurando o domínio dos objetivos propostos. (FIALHO, 2017)

Vygotsky (1991) argumenta que o aprendizado ocorre por meio da interação social e que o conhecimento é construído através da mediação de instrumentos culturais, sendo a linguagem o principal deles. O professor, enquanto mediador, atua como facilitador do aprendizado, ajudando os alunos a transpor desafios cognitivos que, sozinhos, não conseguiriam resolver. A inserção de jogos na educação se torna significativa quando há a intervenção ativa do professor, promovendo reflexões e estimulando a construção do conhecimento. O professor pode: modelar a resolução de problemas dentro do jogo, oferecer pistas e sugestões para que os alunos avancem ou reduzir a intervenção conforme os alunos desenvolvem autonomia.

A ideia de termos um jogo colaborativo está pautado na Pedagogia da Cooperação em que os objetivos são comuns, as ações compartilhadas, e os resultados benéficos para todos, propiciando a formação do sujeito cooperativo, pois trabalha com metodologias que motivam e desenvolvem a integração e cooperação (LEITE et al, 2014). Os jogos por muitas vezes podem estimular a competitividade e com isso perdermos o foco no objetivo da aprendizagem dos conteúdos e este passar a ser apenas ganhar do colega. Veiga (2018) abordou em seu artigo a importância de não utilizar os jogos didáticos com o intuito de estimular a competição e sim a cooperação entre os alunos visando estimular, motivar e fixar melhor os conteúdos aplicados. Quando se fala em jogo, a primeira ideia que surge é a da competição e da vitória, mas deve ser esclarecido aos alunos que em um jogo didático o momento serve para interagir e aprender, partindo dessa orientação do professor.

De acordo com Brotto (2013), os jogos cooperativos, as danças circulares, o diálogo, a comunicação não-violenta e a mediação de conflitos são metodologias colaborativas, portanto, os professores de biologia podem fazer seu uso como apoio ou estratégia didática na busca por um ambiente mais ameno e de aprendizagem ativa. A base então da Pedagogia da Cooperação é o diálogo, a integração e a cooperação nos grupos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

- Formular um recurso educacional na forma de um jogo didático cooperativo e investigativo que fomente a discussão e elaboração de hipóteses pelos estudantes contribuindo para o aumento do seu interesse e sua compreensão sobre biologia celular, mais especificamente em relação às principais organelas celulares.

2.2 Objetivos Específicos:

- Investigar, por meio de revisão bibliográfica e análise histórica, os conceitos fundamentais sobre as organelas celulares, com o objetivo de fundamentar cientificamente a construção do jogo e contextualizar o conteúdo a ser abordado;
- Elaborar um jogo didático cooperativo, integrando elementos visuais (como imagens de microscopia) e informativos sobre as organelas celulares, visando à mediação do conteúdo de forma interativa.
- Definir as regras, estrutura e materiais do jogo, considerando sua aplicabilidade em sala de aula e sua contribuição para o desenvolvimento de habilidades investigativas.
- Produzir um guia didático para professores, contendo orientações para a utilização do jogo como ferramenta pedagógica em contextos de ensino de biologia celular.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada e descritiva. A pesquisa qualitativa preocupa-se com um nível de realidade que não pode ser quantificado, trabalhando com o universo dos significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Sua natureza aplicada manifesta-se na produção de um recurso didático inovador — um jogo cooperativo e investigativo — para o ensino de biologia celular, com foco na aprendizagem ativa, buscando gerar conhecimentos voltados à resolução de problemas concretos (GIL, 2002). Já o caráter descritivo da investigação consiste na observação, registro e análise dos aspectos do fenômeno estudado, sem interferência do pesquisador em sua manifestação natural (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica e histórica sobre as organelas celulares, a fim de fundamentar conceitualmente o jogo e assegurar a precisão científica e a contextualização do conteúdo. Essa etapa também incluiu a análise de publicações sobre o uso de jogos didáticos no ensino de ciências e sobre metodologias ativas, para embasar pedagogicamente o recurso educacional a ser desenvolvido.

Em seguida, procedeu-se à elaboração do jogo, estruturado com base em imagens de microscopia, cartas informativas e dinâmicas que promovem a cooperação entre os estudantes e a formulação de hipóteses. A construção do jogo foi guiada por princípios da aprendizagem

ativa, em que o estudante é protagonista de seu processo formativo (FREIRE, 1996; ZABALA, 1998).

Como produto complementar, foi elaborado um manual didático para professores, contendo diretrizes de aplicação do jogo, sugestões de mediação pedagógica e estratégias para promover a investigação científica em sala de aula, favorecendo sua adaptação a diferentes contextos escolares.

3.2 Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do recurso seguiu as seguintes etapas:

- a) levantamento teórico sobre organelas celulares e jogos didáticos;
- b) definição dos objetivos pedagógicos e da proposta conceitual do jogo;
- c) seleção de imagens de microscopia e elaboração dos conteúdos das cartas;
- d) organização das regras, desafios e mecânicas do jogo;
- e) produção do manual para professores.

O aspecto qualitativo evidencia-se na investigação das percepções, opiniões e aprendizagens dos participantes, obtidas por meio de observações e relatos ao longo da pré-aula e durante a execução do jogo. Os resultados serão analisados com base na interpretação dos depoimentos, comportamentos e percepções manifestadas. O caráter aplicado está presente no desenvolvimento e implementação de um recurso prático (o jogo didático) que visa auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, enquanto a dimensão descritiva consiste no relato detalhado de como o recurso foi concebido, aplicado e avaliado em sala de aula.

Existia a previsão de aplicação do jogo após liberação do CEP, porém até o momento não conseguimos a aprovação. O projeto inicial foi enviado em 21/05/2024. Aceito para análise em 15/07/2024. Tivemos o retorno em 04/09/2024 de um parecer com pendências, submetido novamente em 17/09/2024. Recusado pelo CEP em 18/09/2024. Submetido novamente em 04/11/2024. Em 28/01/2025 tivemos um retorno, de que o projeto havia sido recusado, e que deveríamos iniciar todo o processo novamente do início por estarmos fora dos prazos. Paramos a submissão para escrita da dissertação e finalização do recurso didático e eventualmente vamos retomar a obtenção da aprovação pelo CEP. Assim que conseguirmos a aprovação do CEP o recurso será aplicado e os resultados serão utilizados para escrita de um artigo ou relato de caso.

3.1 Participantes

O jogo foi projetado para aplicação com **estudantes do Ensino Médio**, dependendo do nível de aprofundamento dos conteúdos sobre biologia celular, da intenção pedagógica e dos objetivos do professor. Ele é uma ferramenta flexível para revisar conteúdos, introduzir novos conceitos ou aprofundar temas já estudados.

Por exemplo:

- No **1º ano**, o jogo pode servir para apresentar conceitos básicos e estimular o interesse e protagonismo dos alunos sobre o tema biologia celular.
- No **2º ano**, pode ser utilizado para reforçar e conectar diferentes conteúdos. Por exemplo, ao chegar no 2º ano, os alunos já terão aprendido conceitos de DNA, RNA, divisão celular, síntese de proteínas e passaram a um conteúdo mais voltado para o metabolismo celular como respiração celular, fotossíntese e de fisiologia humana. O jogo nessa etapa irá proporcionar uma oportunidade de aplicar e revisar conceitos de maneira prática. Além de integrar os conhecimentos adquiridos, conectando-os de forma interativa com os conteúdos que estão sendo abordados no momento, facilitando a compreensão e a retenção das informações.
- No **3º ano**, pode ter um enfoque mais desafiador, preparando para avaliações externas, como vestibulares e o Enem. Sem a mediação do professor e que os alunos joguem sozinhos.

Dessa forma, um mesmo jogo pode ser adaptado para diferentes turmas, promovendo aprendizado ativo e engajamento dos alunos em qualquer etapa do Ensino Médio.

3.2 Elaboração do jogo “Quem Sou Eu?”

Os jogos, além de divertidos, são capazes de ajudar no desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e intelectuais. Quando trazemos o ensino investigativo aliado a um jogo, acreditamos que ele será uma ferramenta poderosa na construção do conhecimento dos alunos no tema proposto. Pensamos nesse jogo como uma adaptação do jogo “Quem sou eu?” No qual o objetivo é realizar perguntas simples, (de respostas sim ou não), para descobrir a identidade do personagem do oponente. Esse recurso didático já foi inclusive criado para o ensino de organelas por CARVALHO et al (2019) no jogo “CARA A CARA COM A CÉLULA”. No caso desse

jogo, os aspectos investigativos foram pouco explorados de forma que os alunos precisavam saber de cor informações definidas de cada organela para chegar na sua identificação. Além disso, o jogo supracitado era baseado em competição. No nosso caso, porém, o jogo será cooperativo, e apesar do objetivo ser o mesmo (a identificação das organelas de uma célula animal), o jogo aqui proposto vai envolver a identificação dos componentes celulares baseados na exploração de suas estruturas e funções celulares, interpretação e troca de informações entre as equipes. Para isso, dados sobre as organelas foram obtidos a partir de pesquisa bibliográfica, e consulta a livros didáticos voltados ao conteúdo ministrado no 1º ano do ensino médio e à literatura científica para obter as informações que serão fornecidas aos alunos.

O jogo “Quem sou eu” será um jogo cooperativo formado por 7 equipes, todas jogando contra o professor. Cada organela será representada por uma cor, mas os nomes das organelas a princípio, não serão revelados, para evitar que os alunos pesquisem na internet e que usem as informações que já possuem dos anos de ensino fundamental II. As 7 cores (cada uma representando uma organela) serão sorteadas entre as 7 equipes que irão participar do jogo. Somente o professor saberá qual cor corresponde à qual organela. As cores foram escolhidas de forma aleatória e não tem correlação com a função de cada organela.

Durante a confecção dessa dissertação, foi publicada a lei que proíbe o uso de celulares nas escolas, a Lei Federal nº 15.100/2025 que dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. No estado do Rio de Janeiro, está em vigor também a lei nº 5522/2008 que dispõe sobre a proibição do uso de telefone celular nas escolas estaduais do estado do Rio de Janeiro. Dessa forma acreditamos que o jogo será realmente uma excelente oportunidade para que os alunos formulem hipóteses e pensem a fim de vencer o professor sem utilização da internet.

O objetivo do jogo é que as equipes descubram que organela corresponde a cor que sua equipe recebeu. Assim, as equipes receberão cartas com dados da organela, onde devem interpretá-los e compará-los com os das outras equipes de forma que formulem uma hipótese sobre a identidade da organela que sua equipe recebeu.

Inicialmente pensamos em usar os dados em tabela e porcentagens já disponíveis em livros acadêmicos, mas ao longo da pesquisa percebemos que esses dados poderiam ficar complexos demais e fazer os estudantes se desinteressarem pelo jogo. Optamos então por transformar esses dados em uma escala de quadrados (quanto maior o número de quadrados

maior a quantidade da organela naquele tipo celular, por exemplo). Assim a visualização ficaria mais atrativa e não intimidaria os alunos com tantos dados numéricos para analisar. As informações que foram utilizadas para as cartas com a escala de quadrados, foram obtidas através de pesquisa bibliográfica de várias fontes especialmente a “Cell Biology by the numbers” (book.bionumbers.org), Biologia molecular da Célula (Alberts et al, 2017), Histologia Básica (Junqueira e Carneiro, 2013).

A escala de quadrados nas cartas do jogo vão de zero a 5 quadrados, na qual zero indica ausência, 1 - baixa quantidade, 2 e 3 - quantidades intermediárias, 4 - quantidade alta, 5 - quantidade máxima. Essa escala foi baseada na escala de Likert que utiliza uma escala de 0 a 5 para avaliar a satisfação dos consumidores em determinado produto (MARTINS & CORNACCHIONE, 2021).



Figura 6- 2ª Carta do jogo “QUEM SOU EU?” utilizada para se referir à mitocôndria, exemplifica a escala de quadrados.

Utilizamos também, dados de patologias ou mutações que envolvem o mal funcionamento da organela em específico, de forma a ilustrar sua função. Ao final de cada rodada, os membros da equipe irão conversar e propor hipóteses sobre a identidade da organela baseado nos dados recebidos. As equipes também irão trocar informações de modo que juntas irão propor as identidades das organelas e chegar ao fim do jogo. Os dados foram obtidos a partir de consulta a sites na internet como ([Manuais MSD edição para profissionais](#)), ([MedlinePlus: Genetics](#)) e em livros acadêmicos como: The Cell (Alberts et al) , Biologia (Campbell et al), Histologia Básica (Junqueira e Carneiro), Ross: Histologia Texto e Atlas (Pawlina) e Inherited Metabolic Diseases: a guide to 100 conditions (Steve Hannigan).

A participação do professor também será importante, já que ele irá mediar as interações entre as equipes e poderá instigá-las a cada rodada. A simples utilização de jogos na educação não garante um aprendizado significativo. A mediação do professor é essencial para transformar a experiência lúdica em uma ferramenta de desenvolvimento.

A mediação do professor possibilita que os alunos avancem, superando obstáculos e desenvolvendo novas habilidades. O professor pode atuar fazendo perguntas orientadoras, em vez de dar respostas diretas, o professor pode questionar “O que aconteceria se...?” para incentivar o pensamento crítico e ir diminuindo gradualmente o suporte, conforme os alunos ganham autonomia. Assim, à medida que a atividade está sendo aplicada e os alunos estejam mais confiantes a intervenção do professor pode ir se reduzindo, permitindo que os estudantes explorem o jogo de forma mais independente.

Assim como neste trabalho, em alguns jogos didáticos que tenham como objetivo a dedução de “pistas” fornecidas como acontece no jogo de tabuleiro “Detetive”, o professor pode intervir fazendo perguntas para guiar o raciocínio dos alunos. Em jogos do estilo cooperativo como o “Pandemic” que incentiva a colaboração e tomadas de decisão coletivas, o professor pode mediar a comunicação e ajudar os alunos a organizarem suas estratégias.

A cada rodada o professor irá fornecer cartas contendo informações sobre cada organela específica para cada respectiva equipe. Por exemplo, cada equipe vai receber uma carta contendo informação sobre a quantidade de sua organela em diferentes tipos celulares, a composição da organela (quantidade de bicamadas lipídicas, presença de proteínas e ribossomos, presença de DNA e RNA).

Cada equipe só receberá a informação correspondente à sua organela e a cada rodada o professor irá fornecer uma carta com informações para as equipes de forma que construam gradativamente as suas hipóteses acerca da identidade da organela que sua equipe recebeu.

Para finalizar o jogo, ao final da entrega das cartas-pistas pensamos como uma forma de confirmação dos acertos, a exposição de uma imagem de uma célula, agora com as organelas identificadas. Se ao final das informações fornecidas aos estudantes, e das discussões entre as equipes, eles não conseguirem identificar todos os componentes celulares incluídos no jogo, o professor terá vencido a partida. Porém, se as equipes conseguirem identificar os 7 componentes, os estudantes terão vencido o jogo. No caso dos estudantes não terem conseguido vencer, o professor poderá analisar junto com eles os dados recebidos de forma a guiá-los na resolução do

problema proposto. Pensamos que cada organela identificada os estudantes fariam um ponto. Assim o jogo pode variar entre 7 a 0 (com as sete organelas identificadas pelos estudantes *versus* zero do professor) ou variações como (5 a 2 – estudantes identificaram 5 organelas, mas não identificaram 2 delas) e assim sucessivamente.

Após a aplicação do jogo o professor poderá encaminhar uma discussão acerca da origem das organelas celulares expondo a problemática da relação superfície/volume e da teoria da endossimbiose que originaram as atuais células eucarióticas animais e vegetais. No futuro, o mesmo tipo de abordagem poderá ser feito para o ensino/aprendizagem das células vegetais, e neste caso serão incluídos no jogo cartas contendo informações sobre o vacúolo, a parede celular e o cloroplasto.

3.3 Desenvolvimento

Durante o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) tivemos que desenvolver algumas atividades em sala de aula e que serviram como ponto de partida para o desenvolvimento do recurso didático aqui proposto, o jogo “Quem sou eu?”. No meu planejamento, pensando na aplicação para alunos do 1º ano, que ainda não tiveram contato com o conteúdo de biologia celular, prevejo um encontro inicial com uma aula dialogada para o nivelamento da turma. Nessa etapa utilizaremos analogia entre a célula e uma fábrica, e será descrita com mais detalhes adiante. Após essa etapa preparatória que pode durar 1 ou 2 aulas de 50 minutos, pode-se iniciar o jogo e sua discussão com os estudantes.

3.3.1 Etapa 1: Aula dialogada para o nivelamento da turma

Diante da necessidade de nivelamento da turma e de uma base de conteúdos que pudesse auxiliá-los posteriormente no jogo, optamos por uma pré-aula dialogada com o tema “O que uma fábrica precisa ter para funcionar?” Utilizando analogias da célula como uma fábrica e suas organelas sendo as diferentes partes desta fábrica com diferentes funções (ver Figura 7). Partimos da pergunta inicial sobre o que uma fábrica necessita ter para funcionar bem. O objetivo é que os alunos consigam listar alguns departamentos básicos de uma fábrica, como: uma portaria, que controle a entrada de matéria prima e saída de conteúdos produzidos e descarte; a direção ou central de controle, que gerencia todo o funcionamento da fábrica; o setor de fabricação de produtos para a própria fábrica e para exportação, o setor de embalagem; o setor de transporte, descarte de resíduos, e um gerador de energia. Neste momento não faremos ainda

nenhuma relação com as organelas nem imagens reais ou de esquemas das diferentes organelas e estruturas celulares serão mostrados.

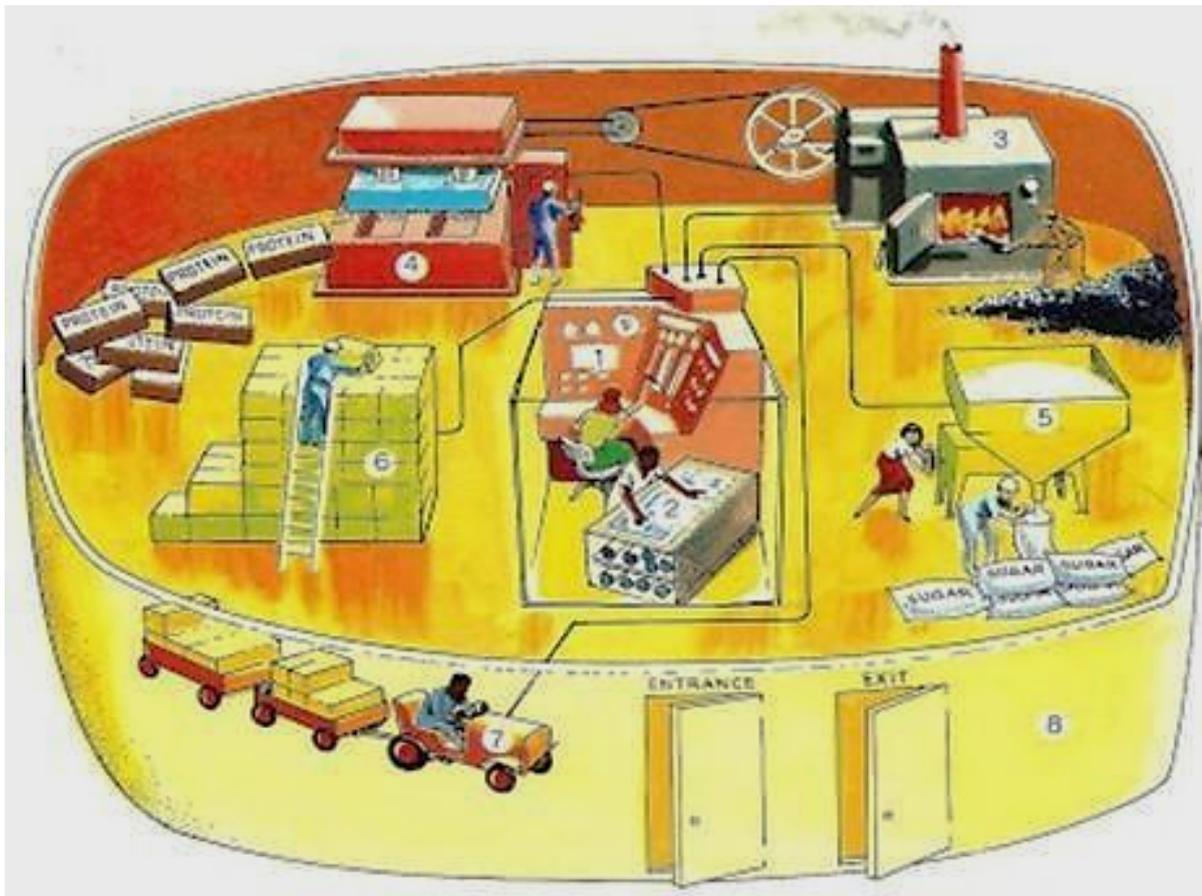


Figura 7 – Imagem da célula como uma fábrica que será utilizada para fazer a analogia entre a célula e uma fábrica. 1- Centro de controle (núcleo); 2- Manual de fabricação (cromossomos); 3- Motores/fornalha (mitocôndrias); 4- Linha de montagem (retículo endoplasmático); 5 e 6- Transportadora (Complexo de Golgi); 7- Caminhões/empilhadeiras (vesículas); 8- Entrada e saída (membrana). Adaptado de <https://slideplayer.com.br/slide/2531668/>

As analogias são um recurso didático muito utilizado em aulas de biologia, de acordo com Almeida (2022) porque facilitam o entendimento de conceitos de difícil assimilação, aproximando o que é abstrato do que é real. As vantagens da utilização das analogias do ponto de vista pedagógico para Duarte (2008) são ativar raciocínio lógico, auxiliar a visualização de conceitos abstratos e facilitar a compreensão, promovendo assim o maior interesse do aluno. Porém o uso de imagens, desenhos, esquemas, devem ser utilizados com cautela já que podem vir a confundir os estudantes.

Uma atividade semelhante foi desenvolvida com uma das turmas de 1º ano durante uma das aplicações em sala de aula realizadas na disciplina Biologia 2. Nessa atividade foi proposta

uma discussão mediada pelo professor, tendo como base a construção de uma fábrica. Perguntas como “o que uma fábrica precisa para funcionar? O resultado esperado é que os estudantes citem por exemplo: matéria prima, um local para a fábrica, funcionários, alguém que proteja a fábrica contra invasores, ou seja muros e seguranças, uma linha de produção, uma direção que coordena e dá as ordens na fábrica, uma linha de fabricação, uma linha de empacotamento, caminhões de entrega que trazem matéria prima e levam produtos prontos pra fora da fábrica, portões que permitem a entrada e saída dos caminhões, e claro uma fonte de energia, um gerador que vai permitir que a fábrica funcione.

Esta dinâmica foi incorporada ao meu recurso educacional como uma preparação dos estudantes e ser feita por professores com menos tempos de aulas disponíveis como uma discussão mediada e orientada pelo professor ou seguida da confecção de um cartaz com a imagem de um compartimento similar ao mostrado na Figura 7 e esses componentes da fábrica feitos pelos alunos em sala. Esta dinâmica foi prevista para durar entre 1 ou 2 aulas de 50 minutos. Ao final, o professor vai revelar para os estudantes que cada uma das trilhões de células que nos formam, nada mais são do que pequenas fábricas e que desta forma cada um dos componentes citados por eles, terá sua função exercida por cada uma das organelas celulares.

Percebemos que esta analogia é bastante utilizada para o ensino das células e encontramos na *internet* uma série de apresentações e arquivos produzidos por diferentes professores em diferentes países que utilizaram esta comparação para abordar o tema com seus alunos. No nosso projeto, os alunos poderão até mesmo desenhar estas diferentes partes de uma fábrica e montar um esquema ou simplesmente utilizaremos as palavras de cada porção da fábrica de forma a economizar tempo de aula.

3.3.2 Etapa 2: Início do Jogo

Na aula subsequente à aula da célula como uma fábrica, o professor irá introduzir o jogo, explicando que se trata de um jogo cooperativo entre as Equipes contra o Professor.

O jogo se inicia com o sorteio das 7 cores para as 7 equipes. Depois de definidas as cores que pertencerão a cada equipe, na primeira rodada do jogo, cada equipe receberá uma carta que conterá uma micrografia com a imagem da sua organela que deve ser observada atentamente pela equipe (Figura 8). Nessa etapa do jogo, queremos evitar o uso de esquemas coloridos, dessa forma esperamos que os estudantes não consigam de imediato associar a imagem recebida com alguma informação que tenham recebido no ensino fundamental. A ideia é mostrar imagens

produzidas por pesquisadores ao longo dos anos para que os estudantes se sintam como pesquisadores e desmistificar a ideia de que as células são coloridas e bem definidas.

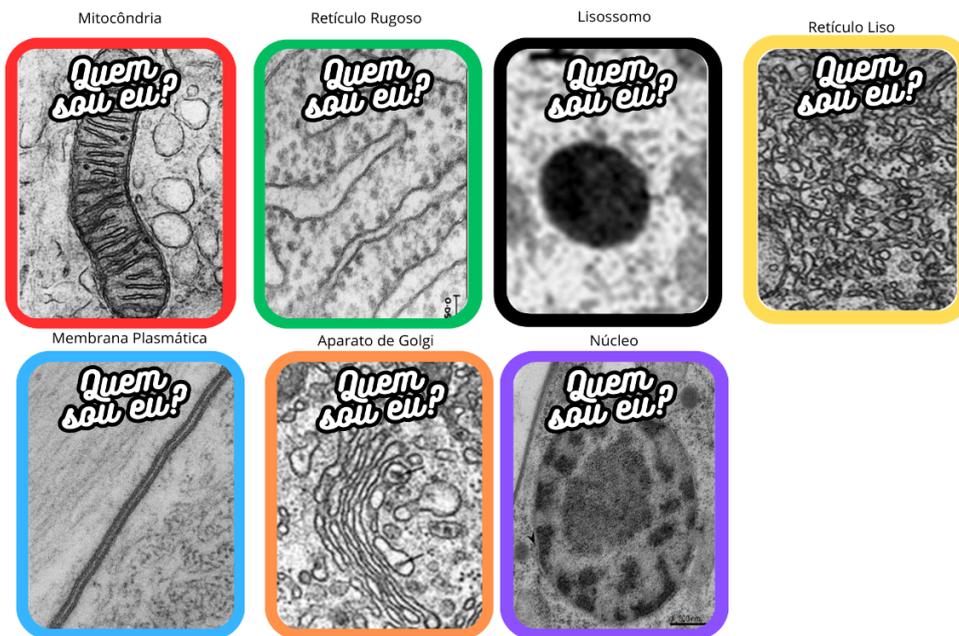


Figura 8 - Cartas Modelos de organelas que serão entregues a cada equipe

De posse dessa carta inicial contendo uma imagem específica da sua organela, os estudantes de cada equipe deverão ir para uma mesa, onde estarão dispostas outras várias imagens de diferentes organelas. Nesse momento, as equipes deverão analisar as imagens dispostas na mesa e selecionar 3 imagens que se assemelham à imagem recebida por sua equipe (ou seja, imagem da organela que precisam identificar). As imagens que estarão na mesa foram retiradas do site Cell Image Library; (<https://www.cellimagelibrary.org/home>) que contém uma enorme quantidade de imagens que podem ser utilizadas para fins educacionais e não lucrativos. As imagens das cartas do jogo não se encontram na mesma escala de tamanho e isso será salientado pelo professor, que pode apresentar aos alunos uma escala de tamanhos. No roteiro do professor tem como sugestão um artigo científico para crianças e adolescentes que aborda as escalas nanométricas (Figura 9).

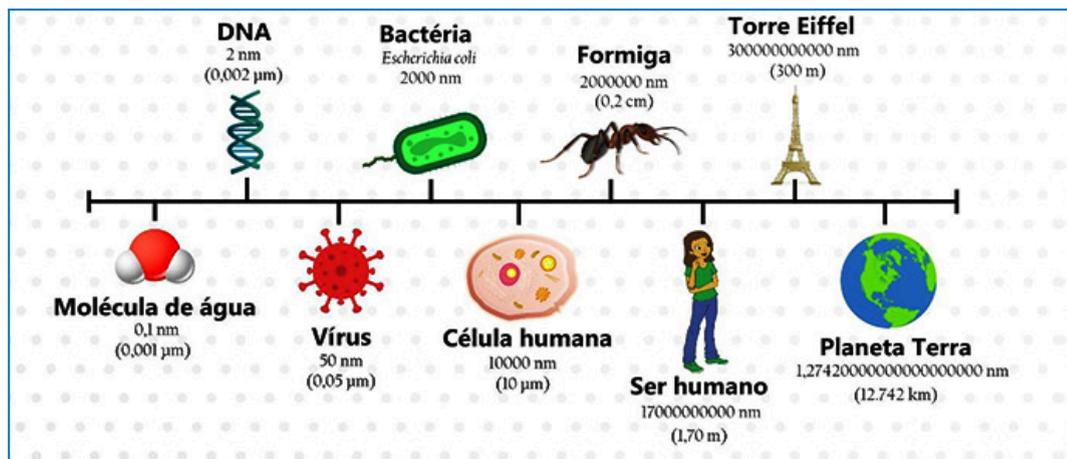


Figura 9 – Escala de tamanhos. Retirado de:

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/20/e-possivel-falar-de-nanotecnologia-na-escola-uma-proposta-de-artigo-cientifico-para-criancas-e-adolescentes>

Ao final dessa 1ª rodada os estudantes devem mostrar ao professor e aos colegas das diferentes equipes, as 3 imagens que selecionaram e a imagem presente na carta recebida. Cada equipe deverá indicar aos colegas e ao professor as razões das suas escolhas. Essa rodada tem então como objetivo fazer com que os estudantes observem atentamente as características das organelas. Todos devem concordar sobre a semelhança entre as imagens de cada equipe.

Na segunda rodada do jogo, as equipes receberão uma segunda carta, que irá conter dados das quantidades da sua organela em diferentes tipos celulares. A Figura 10 exemplifica a carta da mitocôndria e a escala de quadrados utilizada, dessa forma pode-se perceber que o tipo celular que contém a maior quantidade de mitocôndrias é a célula muscular, por conter o maior número de quadrados. A princípio, isolada, essa carta não fará muito sentido para a equipe, porém, no final dessa rodada a ideia é que as equipes compartilhem as informações contidas na sua carta e anotem as informações presentes na carta recebida pela equipe e as informações apresentadas pelas outras equipes. As cartas distribuídas para todas as equipes possuem informações sobre a quantidade da referida organela nos mesmos tipos celulares. Assim, antes da próxima rodada, os estudantes deverão ser capazes de relacionar a organela que precisam identificar, com sua função, baseada na função dos diferentes tipos celulares.

Nesse momento o professor pode fazer uma rápida revisão sobre a função dos diferentes tipos celulares que deveria já ser do conhecimento dos estudantes, visto que esse conteúdo geralmente é dado no 1º ano do ensino médio. O estudo dos tipos celulares geralmente começa com a diferenciação entre procariotos e eucariotos, explicando suas características e funções

básicas. E avança em como as células se diferenciam e se especializam para formar diferentes tecidos e órgãos.

| | | | |
|------------------------------|-----------|------------------------------|---|
| CÉLULA EPITELIAL | ■ ■ | CÉLULA EPITELIAL | ■ |
| HEMÁCIA | | HEMÁCIA | |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ | MACRÓFAGO | ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ ■ | CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ ■ ■ | NEURÔNIO | ■ |
| CÉLULA MUSCULAR | ■ ■ ■ ■ ■ | CÉLULA MUSCULAR | ■ |
| CÉLULA DO FÍGADO | ■ ■ | CÉLULA DO FÍGADO | ■ |

Figura 10 - Carta do jogo referente a mitocôndria (na esquerda) e núcleo (na direita).

Na terceira rodada, as equipes vão receber uma carta que terá dados sobre a composição de biomoléculas nessas organelas e a presença ou ausência de dupla membrana, presença de DNA, presença de RNA, presença de proteínas com função estrutural, enzimática ou de transporte, presença de ribossomos. Essa rodada pode não trazer tanta informação para estudantes do 1º ano devido ao desconhecimento sobre os conteúdos que dependendo da instituição pode ser dado antes ou depois da biologia celular. Mas, quando aplicado para outras turmas do ensino médio, passa a ser importante.

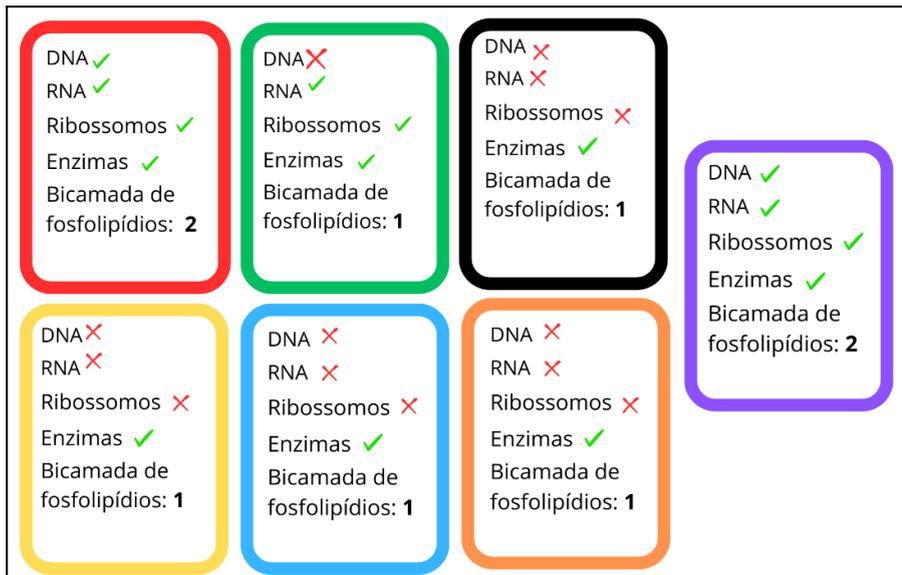


Figura 11 - Cartas da 3ª etapa com a composição das organelas.

Na 4ª rodada, as equipes vão receber uma carta contendo dados de doenças ou mutações genéticas em humanos relacionadas ao mau funcionamento da organela da equipe. Vão receber o nome da doença, suas principais características e os sintomas a ela associados.

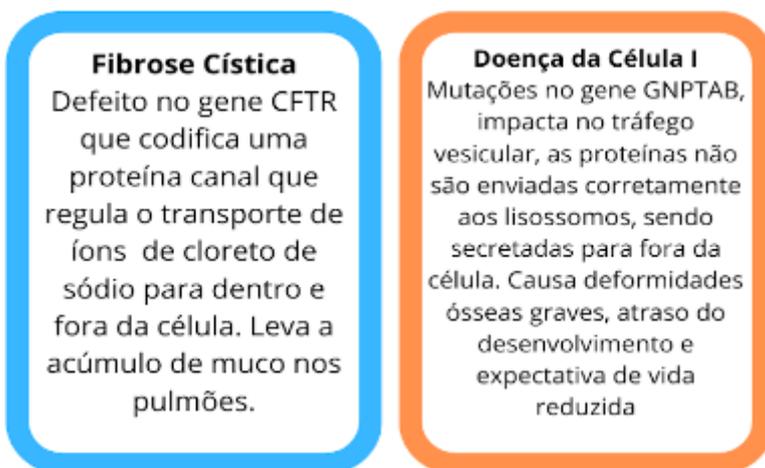


Figura 12 - Cartas da 4ª etapa com as mutações em proteínas residentes de cada organelas. A carta em azul corresponde a mutações em proteína inserida na membrana plasmática e a carta com a borda laranja contém informação sobre mutação em proteína que afeta a função do complexo de Golgi.

Desta forma, o jogo se encerra após 4 rodadas, ou seja, após a entrega das 4 cartas informativas e de um tempo para análise e discussão dos dados os estudantes deveriam propor a identidade da sua organela e sua função. Ao final de cada rodada, os alunos analisam os seus dados e formulam hipóteses que os aproximem da descoberta da identidade da sua organela.

Nesse momento, pode haver interação e cooperação entre os grupos que os auxiliem a confirmar a identidade da organela e eliminar outras possibilidades propostas. Os estudantes vencem o professor caso tenham identificado as organelas.

O professor vence caso os alunos não as identifiquem. No caso da não identificação, o papel do professor é auxiliar os alunos na análise dos dados. Pode acontecer de algumas equipes serem capazes de associar corretamente a organela com a função, mas para outras equipes talvez essa associação não seja feita. Assim o resultado pode ser 4 a 3 para os estudantes (os estudantes acertaram a identidade de 4 organelas, mas não identificaram 3 delas).

4. RESULTADOS

Como descrito na metodologia, o recurso educacional aqui proposto consiste em um jogo cooperativo e investigativo no qual os estudantes, com auxílio do professor. O objetivo do jogo consiste na descoberta da identidade de 7 organelas celulares de uma célula animal que são apenas identificadas por cores diferentes. O jogo consiste em 4 rodadas nas quais a cada rodada uma carta contendo informações de cada organela é dada para uma das 7 equipes (1 equipe para cada organela), que irão analisar dados e propor hipóteses acerca da identidade da organela recebida por sua equipe

Ao final de cada rodada os membros de cada equipe discutem e o professor vai estimular a interação entre as equipes de forma que as informações recebidas, em conjunto auxiliem os estudantes a propor hipóteses sobre a identidade de cada uma das organelas. As equipes devem vencer o professor identificando todas as organelas.

Abaixo apresentamos um fluxograma da ideia geral do jogo.

D- 3ª rodada- equipes recebem uma carta contendo informações sobre a composição da organela. A ideia é que associem a presença de determinadas moléculas e presença de dupla membrana com a identidade da organela.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DNA ✓ RNA ✓ Ribossomos ✓ Enzimas ✓ Bicamada de fosfolípidios: 2 | DNA ✗ RNA ✓ Ribossomos ✓ Enzimas ✓ Bicamada de fosfolípidios: 1 | DNA ✗ RNA ✗ Ribossomos ✗ Enzimas ✓ Bicamada de fosfolípidios: 1 | DNA ✗ RNA ✗ Ribossomos ✗ Enzimas ✓ Bicamada de fosfolípidios: 1 | DNA ✗ RNA ✗ Ribossomos ✗ Enzimas ✓ Bicamada de fosfolípidios: 1 |
|---|---|---|---|---|

E- 4ª rodada- equipes recebem uma carta contendo uma doença que está associada ao mal funcionamento da sua organela. A ideia é que de posse de mais esta informação os estudantes consigam confirmar a hipótese que formularam sobre a identidade da organela que sua equipe recebeu.

| | | | |
|--|---|---|--|
| Fibrose Cística Defeito no gene CFTR que codifica uma proteína canal que regula o transporte de íons de cloreto de sódio para dentro e fora da célula. Leva a acúmulo de muco nos pulmões. | Ataxia-Telangiectasia Mutação no gene ATM envolvido no controle do ciclo celular e no reparo do DNA. Causa problemas neurológicos progressivos, dilatação dos vasos sanguíneos e risco de câncer. | Doença de Gaucher ligada ao mau funcionamento ou ausência de enzimas na organela, levando ao acúmulo de substância tóxicas nas células. Afeta principalmente baço e fígado. | Doença de Kearns-Sayre De origem genética e rara, causada por uma deleção no DNA da organela, compromete sistemas e tecidos que necessitam de muita energia. Causa fraqueza muscular, problemas cardíacos e fraqueza nos músculos dos olhos. |
|--|---|---|--|



4.1 Criação dos componentes do Jogo

O jogo desenvolvido aborda 7 organelas celulares, a saber membrana plasmática, núcleo, retículo endoplasmático rugoso e liso, complexo de golgi, mitocôndria e lisossomo. Para cada uma das organelas foi determinada uma cor de forma aleatória como já descrito acima. Apenas o professor conhecerá a correspondência entre cor e organela, e essa informação não é disponibilizada para os estudantes. As cartas foram criadas no programa Canva e ao serem impressas terão o tamanho 6 cm largura x 8,5 cm de altura e contém informação somente na frente. Porém, os professores podem decidir imprimir cartas maiores. Não recomendamos tamanhos menores, pois dificulta a visualização das informações. Na carta vai haver uma informação sobre a organela e uma carta referente a uma determinada organela será dada a cada equipe (7 ao todo) no início de cada rodada. Caso a turma seja pequena, a equipe poderá receber mais de um tipo de carta (organela). Caso a turma seja muito grande, o professor poderá dividir a turma em equipes com mais estudantes ou preparar 2 jogos e dividir a turma em duas. Equipes com muitos estudantes podem atrapalhar a dinâmica ou o aprendizado. Aconselhamos que cada equipe tenha cerca de 4 a 5 estudantes.

As cartas se encontram no apêndice 1- Recurso didático. Ao todo, são 28 cartas, 4 para cada organela. Após a impressão em formato colorido, as cartas podem ser plastificadas para maior durabilidade.

Com relação às imagens que serão utilizadas para comparação, na 1ª rodada, essas foram impressas em preto e branco e no mesmo tamanho das cartas (6 cm X 8,5 cm) e serão distribuídas de forma aleatória sobre uma mesa de forma que todas as equipes consigam ver todas as imagens e compará-las com a carta que receberam na 1ª rodada. Foram escolhidas 3 imagens referentes a cada organela. As imagens impressas foram obtidas do site: [The Cell Image Library \(https://www.cellimagelibrary.org\)](https://www.cellimagelibrary.org), são imagens livres de direitos autorais.

A duração de cada rodada vai variar, dependendo do engajamento dos estudantes. Foram previstos que em 2 tempos de aula os estudantes consigam terminar as 4 rodadas. Mas, conhecimentos prévios dos estudantes e seu engajamento é que determinarão a duração. Infelizmente, como não foi obtida a aprovação do CEP a tempo da finalização desta dissertação, não houve a oportunidade de aplicar o jogo finalizado com minhas turmas de 1º ano, mas acredito que em 2025 teremos a resposta do CEP e poderei aplicar.

Desta forma, poderei estabelecer com mais certeza, a duração de cada rodada e de cada partida e poderei discutir alguns aspectos do jogo como a aceitação por parte dos estudantes, a sua avaliação sobre o jogo que apresento no questionário abaixo, que foi produzido, mas não foi aplicado.

Apesar desse entrave, em uma das atividades de aplicação do Mestrado, eu consegui fazer a aplicação da dinâmica de nivelamento ou pré-aula da fábrica da célula, com uma turma de 1º ano do ensino médio, com cerca de 20 alunos, no colégio em que eu trabalho em São João de Meriti, a turma já vinha numa sequência de aulas de biologia celular, e eu comecei abordando os alunos com a pergunta: “O que uma fábrica precisa ter para funcionar? A partir disso fiz uma forma retangular no quadro e falei que montaríamos a nossa fábrica ali, e cada setor que eles iam montando completávamos em nossa fábrica. Apareceram respostas muito específicas, como a produção de um componente de um objeto que eles escolheram. Mas, com o direcionamento e a mediação adequados eles conseguiram chegar num resultado. Em um determinado momento, um aluno comentou que a geração de energia era a mitocôndria e que isso se relacionava com a célula. Fechei a aula com essa comparação, que assim como uma fábrica tem vários setores, cada um com sua função específica e que todos em conjunto precisam funcionar para que a fábrica também funcione, as células e organelas também são.

Foi elaborado um roteiro detalhado para o professor, contendo as regras do jogo e sugestões de uso pedagógico. O roteiro tem como objetivo orientar o docente durante a aplicação do jogo, oferecendo instruções claras sobre como apresentar as atividades, organizar

as equipes, e promover a interação entre os estudantes. Além disso, inclui orientações sobre como estimular a reflexão dos alunos durante as rodadas e como utilizar a dinâmica do jogo para avaliar o aprendizado. Dessa forma, o professor tem um guia completo que facilita a implementação do jogo de maneira eficaz, assegurando que os objetivos educacionais sejam alcançados de forma organizada e interativa.

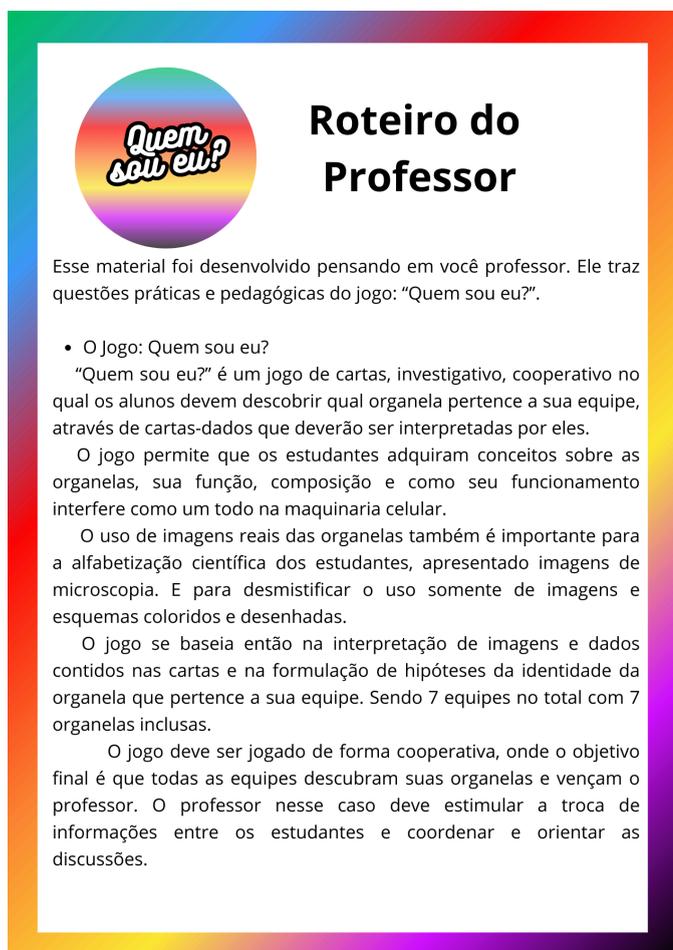


Figura 13 - Imagem da página 1 do roteiro que se encontra no Apêndice 1.

Uma sugestão para outros professores seria aplicar um questionário para avaliar a aceitação do jogo, permitindo assim obter uma visão sobre a percepção dos estudantes em relação ao aprendizado proporcionado pela ferramenta. Os alunos poderão realizar tanto uma avaliação do jogo quanto uma autoavaliação sobre sua participação e o aprendizado adquirido durante a atividade. Isso permitirá uma análise mais detalhada de como o jogo contribui para o processo de aprendizagem.

QUESTIONÁRIO - JOGO "QUEM SOU EU?"

1- Você gostou de jogar Quem sou eu?

Sim Não Não sei

2- Você já tinha jogado um jogo colaborativo?

Sim Não Não sei

3- Acha que houve interação entre os colegas dentro da equipe?

Sim Não Não sei

4- Acha que houve interação entre as equipes para ganhar do professor?

Sim Não Não sei

5- Você sabia que as células que formam seu corpo eram mini fábricas?

Sim Não Não sei

6- Já conhecia as diferentes organelas celulares?

Sim Não Não sei

7- Já conhecia as funções das diferentes organelas?

Sim Não Não sei

8- Acha que o jogo ajudou você a pensar ao invés de decorar os nomes e funções das organelas?

Sim Não Não sei

9- Acha que aprendeu e entendeu as informações contidas nas cartas?

Sim Não Não sei

10- Como você avalia sua participação no jogo?

participei muito

participei pouco porque não entendi a proposta

participei pouco porque outros colegas não me deixaram pensar

não estava interessado em participar

5. DISCUSSÃO

Nesta dissertação foi proposto criar um recurso didático na forma de um jogo cooperativo acerca das organelas celulares. O ensino da biologia celular não é fácil nem para os estudantes nem para os professores que tentam tornar o assunto mais atrativo e o ensino mais eficaz, tentando fugir da memorização pelos estudantes. Os processos celulares são complexos e os

alunos não conseguem ver as organelas e as células e assim perdem o interesse no tema (KRASILCHIK, 2004; VIEIRA et al 2010).

O jogo proposto nesta dissertação tem como principal objetivo tornar o aprendizado sobre as organelas celulares mais interativo, desafiador e envolvente, afastando-se da abordagem tradicional de memorização passiva. Em vez de simplesmente citar fatos sobre as organelas, o jogo coloca os estudantes em um cenário de descoberta, incentivando a interação e a resolução colaborativa de problemas. A proposta de um jogo cooperativo oferece diversas vantagens que são importantes para a melhoria do ensino de biologia celular, mas também apresenta desafios que devem ser considerados (LEITE et al, 2014).

O formato cooperativo do jogo promove a interação entre os alunos, incentivando o trabalho em equipe e a troca de ideias. A colaboração entre as equipes permite que os estudantes compartilhem informações e construam o conhecimento de forma coletiva, o que facilita a construção de hipóteses sobre as organelas celulares (BROTTO, 2013)

Ao desafiar os estudantes a identificar as organelas com base nas informações fornecidas, o jogo promove o desenvolvimento do pensamento crítico. Os alunos devem analisar as pistas recebidas, formar hipóteses e discutir essas hipóteses para chegar à resposta correta. Esse processo de investigação permite que eles compreendam os conceitos de maneira mais profunda e que desenvolvam habilidades importantes para resolver problemas complexos (DELIZÓICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO 2002).

A criação de um jogo didático oferece ao professor a flexibilidade de utilizá-lo em diversas etapas do processo de ensino-aprendizagem, desde a introdução ao tema, com uma estratégia motivadora ou no final como um instrumento de avaliação. No roteiro do professor, disponível neste trabalho no apêndice 2, encontram-se algumas sugestões de uso, sugestões de vídeos que podem complementar a aula e o uso do jogo.

Existem alguns fatores que podemos considerar como limitantes neste trabalho. Assim como estar organizados em equipes apresenta vantagens, também há o risco da distração e é importante que o professor faça um papel ativo para garantir que o objetivo educacional do jogo, que é o aprendizado das organelas, seja mantido em foco durante toda a atividade.

Além disso, a necessidade de um número adequado de equipes (7 equipes para 7 organelas) pode ser um fator limitante em salas de aula com mais ou menos alunos do que o necessário para a dinâmica do jogo. No roteiro do jogo, está descrito como sugestão que em

turmas menores as equipes possam ficar com mais de 1 organela. E em turmas, a possibilidade da impressão de 2 conjuntos de cartas, formando 14 equipes, mas salientando que nessa segunda possibilidade a dificuldade de concentração e organização pode ser maior.

Embora o jogo seja uma abordagem envolvente, ele pode não atender igualmente a todos os estilos de aprendizagem. Alunos que preferem métodos mais tradicionais de ensino ou que têm dificuldades com o trabalho em equipe podem achar o jogo desafiador. Além disso, a necessidade de comunicação constante e a colaboração entre as equipes podem ser difíceis para estudantes mais introvertidos ou que não se sentem à vontade em atividades coletivas.

O tempo necessário para a realização das rodadas e a discussão entre as equipes deve ser cuidadosamente gerido para que o jogo não se torne um obstáculo ao cronograma de ensino. Infelizmente como não houve ainda até a data da defesa uma aprovação do Comitê de ética, não conseguimos definir se o tempo das rodadas e de discussão será o suficiente para conclusão do jogo, entendendo que a aplicação do jogo é uma etapa importante para a validação dos resultados.

Trago aqui a descrição de algumas abordagens desenvolvidas em outras dissertações sobre jogos envolvendo organelas celulares.

No trabalho (ELABORAÇÃO DE UM GAME INTELIGENTE SOBRE ORGANELAS CELULARES - SANTOS, ANGÉLICA ZUMPICHIATTI - 2023), a professora em conjunto com estudantes bolsistas Pibic-Júnior, que atuavam como desenvolvedores, construíram um game computacional em linguagem Python, definindo a história, cenários e programando. O tema organelas foi definido de acordo com a sua dificuldade e complexidade, abordando aspectos estruturais e funcionais. Foi adicionada uma plataforma de colaboração, onde os bolsistas iam dando sugestões. O jogo foi aplicado com alunos do ensino médio. Analisando os resultados, a maior parte dos alunos se sentiram motivados e avaliaram que o jogo melhorou seu entendimento acerca do assunto, mesmo com alguns relatos de dificuldade em entender ou jogar o jogo, os estudantes demonstraram que gostariam de mais aulas como essa. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) aproximam a escola da realidade dos mais jovens e causam fascínio neles em aprender jogando. O jogo, porém, contava com algum conhecimento prévio do assunto para ser jogado.

No artigo “CARA A CARA COM A CÉLULA”: PROPOSTA DE UM JOGO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR” de Carvalho et al (2019), os autores fizeram uma

adaptação de um jogo já existente trazendo-o para a temática das organelas celulares. Neste jogo há dois tabuleiros iguais com organelas, os jogadores se sentam de frente para o outro e realizam perguntas acerca da organela do oponente, os adversários só podem responder “sim” ou “não”, os jogadores vão abaixando as cartas de acordo com a resposta do oponente, descartando as possibilidades até restar somente a organela a ser adivinhada. Esse jogo é um recurso lúdico, de baixo custo, feito de materiais de fácil acesso, podendo ser utilizado como revisão de conteúdo. Apesar de não aprofundar nas estruturas e funções das organelas, este jogo é capaz de promover uma correlação com conteúdos já vistos a partir do momento que os alunos precisam se recordar de conceitos para realizar perguntas eficazes aos seus oponentes, porém o aspecto investigativo e de construção do conhecimento não são explorados nesse recurso didático. Na verdade, ao entrar no mestrado, esse jogo era exatamente o que eu tinha pensado em desenvolver e que propus na primeira versão do meu projeto. Os avaliadores, com razão, indicaram a falta do ensino investigativo dessa abordagem e me fizeram repensar a estratégia de ensino que culminou com o jogo aqui apresentado. Existem também vários jogos interativos do tipo *quiz* na internet, porém, mais uma vez esses se baseiam em conhecimentos prévios e na maior parte das vezes, na memorização de informações pelos estudantes, sendo uma boa forma de revisar conteúdo, mas não contribuem para a construção do conhecimento pelos estudantes.

Uma ferramenta muito interessante é o jogo *Célula Adentro* desenvolvido por pesquisadores da FIOCRUZ/RJ que é baseado totalmente na construção do conhecimento por formulação de hipóteses pelos estudantes. É um jogo de tabuleiro, investigativo, com uma proposta de resolução de casos que levarão à construção de conceitos relacionados à biologia celular. O jogo foi formulado baseado na aprendizagem por resolução de problemas (PBL – *Problem Based Learning*), então os alunos vão agir como investigadores com o objetivo de desvendar os casos propostos através de gráficos, tabelas, dados, micrografias. Os casos abordam a origem da célula eucariótica, a mitocôndria, o citoesqueleto e as organelas, a estrutura da membrana plasmática. Através desse jogo, seus autores já publicaram diversos artigos e na pandemia conseguiram adaptá-lo para a forma *online* e disponibilizado gratuitamente. Os autores concluíram que o jogar de forma cooperativa funciona pois os alunos obtêm um desempenho melhor ou igual do que competindo, além de trabalhar cognição, diálogo e a participação dos alunos, exercitando a capacidade dos alunos de lidarem com diferentes pontos de vista sobre um mesmo assunto. Como dificuldade os autores apontam a dificuldade de alguns alunos na interpretação dos dados científicos e gráficos, o que aponta que é importante estimular os alunos a leitura de dados científicos (SPIEGEL et al, 2008)

Os jogos didáticos, enquanto ferramentas pedagógicas, oferecem um espaço de aprendizagem dinâmico e envolvente. Através da interação lúdica, os alunos podem desenvolver habilidades cognitivas, emocionais e sociais de maneira significativa, o que os torna um recurso valioso para o processo educativo. A análise das abordagens teóricas e práticas evidenciou que, além de promover a construção de conhecimento, os jogos didáticos favorecem a colaboração, o pensamento crítico e a resolução de problemas, aspectos essenciais no contexto educacional contemporâneo (SPIEGEL et al, 2008).

No entanto, apesar de seus benefícios, é necessário um planejamento cuidadoso para garantir que esses jogos estejam alinhados aos objetivos pedagógicos e que sua implementação seja feita de forma estruturada e integrada ao currículo. Portanto, os jogos didáticos não devem ser vistos como uma solução única, mas como uma ferramenta complementar que, quando bem utilizada, pode enriquecer a experiência de aprendizagem.

6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E PERSPECTIVAS

O presente projeto já foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa, está em análise e mediante a sua aprovação a aplicação é prevista ainda em 2025 e resultados obtidos serão utilizados para a escrita de um manuscrito ou um relato. Como perspectivas futuras, o jogo “Quem sou eu?” pode ser ampliado passando a conter outras estruturas mais complexas, como cromossomos, citoesqueleto, um núcleo em divisão ou também com estruturas presentes em células vegetais como os cloroplastos e vacúolos. E assim como outros jogos, pode ainda ter uma versão digital, ampliando o acesso a tecnologias digitais.

7. REFERÊNCIAS

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

ALBERTS, B. et al. **FUNDAMENTOS DA BIOLOGIA CELULAR 4ª Edição**. 4ª ed. [s.l: s.n.].

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 2016.

ALMEIDA, C., AMARAL, M.D. A central role of the endoplasmic reticulum in the cell emerges from its functional contact sites with multiple organelles. *Cell. Mol. Life Sci.* **77**, 4729–4745 (2020).

BENTIVOGLIO M, MAZZARELLO P. One hundred years of the Golgi apparatus: history of a disputed cell organelle. *Ital J Neurol Sci*. 1998

BROTTO, F. O; ARIMATEA, D. J. **Pedagogia da Cooperação**. Brasília: Fundação Vale, UNESCO, 2013, 66p (Cadernos de referência de esporte; 12).

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

BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006. p. 28

BRUNER, J. S. *Child's talk: Learning to use language*. Oxford: Oxford University Press, 1983.

CAMPBELL, N. et al. **Biologia**. Porto Alegre, Artmed, 8ed. 2010. 1418 p.

CARVALHO, M.E.O. et al. “CARA A CARA COM A CÉLULA”: PROPOSTA DE UM JOGO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR. In: **EDUCAR PARA TRANSFORMAR**. [s.l.] Instituto Internacional Despertando Vocações, 2019. p. 118–123. 2019.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765–794, 15 dez. 2018.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula., São Paulo: Cengage Learning 2013.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2000.

DE ALMEIDA, H. A.; DA SILVA DINIZ, R. E. Analogias no Ensino de Ciências: atividades desenvolvidas em um curso de formação continuada. *Revista Educar Mais*, [S. l.], v. 6, p. 341–354, 2022.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, c2002. 364p

DRÖSCHER, A. History of Cell Biology. In: **Encyclopedia of Life Sciences**. [s.l.] Wiley, 2014.

DUARTE, M.C. Analogias na educação em ciências: Contributos e desafios. *Investigações em ensino de ciências*, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2005.

FERNÁNDEZ, M. DEL M.; JIMÉNEZ TEJADA, M. P. Difficulties learning about the cell. Expectations vs. reality. **Journal of Biological Education**, v. 53, n. 3, p. 333–347, 27 maio 2019.

FRAGOSO-LUNA A, Askjaer P. The Nuclear Envelope in Ageing and Progeria. *Subcell Biochem.* 2023

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FIALHO, N. N. *Jogos no Ensino de Química e Biologia*. Curitiba: IBPEX, 2007.

GALANTE, F., ARAÚJO, M. V. F. *Fundamentos da bioquímica*. 2.ed. São Paulo: Rideel, 2014.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRANDO, R.C. O jogo na educação: aspectos didático-metodológicos do jogo na educação matemática. 2001.

GRAY MW. Lynn Margulis and the endosymbiont hypothesis: 50 years later. *Mol Biol Cell*. 2017 May 15;28(10):1285-1287.

GOMES, Naiara de Jesus Pantoja et al. **Kit didático “Célula e suas estruturas”: Relevância e uso no ensino de ciências**. Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia - Norte, 03, 04, 05, 06 set. em Belém, PA – Belém: IEMCI, UFPA, 2018. Disponível em: <https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/VII_Enebio/VII_Enebio_completo.pdf>. Acesso em: 29/08/2024 18:13h

História da célula: descobrindo a célula. National Geographic. Disponível em: < [History of the Cell: Discovering the Cell](#)> acessado em 14/02/2025 às 16:41h

HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento de cultura*. 5a ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

JOGLAR, Carol et al. El Desarrollo Histórico del Modelo Científico de Membrana Plasmática: perspectivas didácticas The Historical Development of Plasma Membrane Scientific Model: didactics perspectives.

JUNQUEIRA, L. C. U., CARNEIRO, J. *Histologia Básica: Texto & Atlas*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

KRASILCHIK, M. *Ensino de Ciências: A construção do conhecimento científico*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 2004.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. 2. ed. Local: São Paulo, Cortez, 1997.

KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a educação infantil* São Paulo: Cengage Learning, 2021.

LAM, A. K. M.; GALIONE, A. **The endoplasmic reticulum and junctional membrane communication during calcium signaling**. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research*, nov. 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, C. A.; FONTOURA, H. A.; SOUZA, M. C. S. B. “O Desenvolvimento Profissional dos Professores e o uso da Pedagogia da Cooperação no ensino de Ciências nas escolas”. In: IV SEMINÁRIO ESTADUAL DA ANPAE-RJ. Niterói: Editora NITPRESS/ANPAE-RJ, 2014. p. 1-14. 1CD-ROM.

LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2017. 384 p.

LINHARES, E.; TASCETTO, C. O. M. A citologia no ensino fundamental. 2011. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1899-8.pdf>>. Acesso em: 24/02/2025

MONTANARI, T. *Histologia: texto, atlas e roteiro de aulas práticas [recurso eletrônico]* / Tatiana Montanari. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Do Autor, 2013.

Números revelam deficiências das escolas do Ensino Médio. Portal MEC, 2019. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/33541-censo-escolar/73311-numeros-revelam-deficiencias-das-escolas-de-ensino-medio>>. Acesso em: 13 de abr. de 2024.

OLIVEIRA, C.S.D. et al. **Jogos digitais/analógico, atividades lúdicas & aprendizagem significativa**. E-book VIII ENEBIO, VIII EREBIO-NE E II SCEB... Campina Grande: Realize

Editora, 2021. Disponível em:

<<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74436>>. Acesso em: 28/08/2024 15:44

PAWLINA, W. ROSS Histologia texto e atlas: correlações com biologia celular e molecular. 8ª.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2024.

Raio X do Enem 2021: Conheça os temas mais cobrados no exame. Blog SAS EDUCAÇÃO, 2021. Disponível em:< <https://blog.saseducacao.com.br/raio-x-do-enem-2021/>> . Acesso em: 13 de Abr. de 2024.

SANTOS, A.V.S.;FRANZOLIN F.;SALES A.G. **O uso de estratégias de aprendizagem no ensino por investigação.** Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia - Norte, 03, 04, 05, 06 set. em Belém, PA – Belém: IEMCI, UFPA, 2018. Disponível em: <https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/VII_Enebio/VII_Enebio_completo.pdf>. Acesso em: 29/08/2024 20:52h

SANTOS, A.Z. **Elaboração de um game inteligente sobre as organelas celulares.** Dissertação - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.144.2023.

SASSERON, L. H. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO: RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIAS DA NATUREZA E ESCOLA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49–67, nov. 2015.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 31-42. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 21 mar 2025.

SPIEGEL, CN, ALVES GG, CARDONA TS, MELIM LMC, LUZ MRMP, ARAÚJO-JORGE TC & HENRIQUE-PONS A (2008). Célula Adentro (Discovering the Cell) an educational game in cell and molecular biology for secondary-level students. *Journal of Biology Education*, 43(1), 27-35.

VIANA, L.L; VIANA, L. L. **É brincando que se aprende.** Anais [recurso eletrônico] / VII Encontro Nacional de Biologia / I Encontro Regional de Ensino de Biologia - Norte, 03, 04, 05, 06 set. em Belém, PA – Belém: IEMCI, UFPA, 2018. Disponível em:

<https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/VII_Enebio/VII_Enebio_completo.pdf>. Acesso em: 29/08/2024 18:10h

VIDAK, S., Foisner, R. Molecular insights into the premature aging disease progeria. *Histochem Cell Biol* **145**, 401–417 (2016).

VIEIRA, F. L.; SILVA, G. M. da; PERES, J. P. S.; ALVES, E. D. L. Causas do desinteresse e desmotivação dos alunos nas aulas de Biologia. *Univ. Hum.*, Brasília, v. 7, n. 1/2, p. 95-109, jan./dez. 2010.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A.F; LABURÚ, C.E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.



Roteiro do Professor

Esse material foi desenvolvido pensando em você professor. Ele traz questões práticas e pedagógicas do jogo: "Quem sou eu?".

- O Jogo: Quem sou eu?

"Quem sou eu?" é um jogo de cartas, investigativo, cooperativo no qual os alunos devem descobrir qual organela pertence a sua equipe, através de cartas-dados que deverão ser interpretadas por eles.

O jogo permite que os estudantes adquiram conceitos sobre as organelas, sua função, composição e como seu funcionamento interfere como um todo na maquinaria celular.

O uso de imagens reais das organelas também é importante para a alfabetização científica dos estudantes, apresentado imagens de microscopia. E para desmistificar o uso somente de imagens e esquemas coloridos e desenhadas.

O jogo se baseia então na interpretação de imagens e dados contidos nas cartas e na formulação de hipóteses da identidade da organela que pertence a sua equipe. Sendo 7 equipes no total com 7 organelas inclusas.

O jogo deve ser jogado de forma cooperativa, onde o objetivo final é que todas as equipes descubram suas organelas e vençam o professor. O professor nesse caso deve estimular a troca de informações entre os estudantes e coordenar e orientar as discussões.

O jogo “Quem sou eu?” estimula habilidades como raciocínio lógico e científico, formulação de hipóteses, interpretação de imagens, gráficos e dados tão importantes para a formação científica dos estudantes.

- Área trabalhada: Biologia celular
- Duração: Entre explicação das regras, o jogo e a discussão final, dura em média 90 minutos (1 hora e meia) que é o tempo médio compatível com a matéria de Biologia na semana.
- Objetivos Pedagógicos: O jogo “ Quem sou eu?” foi criado com objetivo de ser uma ferramenta pedagógica capaz de promover o aprendizado significativo, onde o aluno é o protagonista da construção do conhecimento, ao mesmo tempo que pode ser dinâmico, divertido e eficaz.

1 - Aprendizado ativo e cooperativo:

- Objetivo pedagógico: Promover o trabalho em equipe e a troca de conhecimentos.
- Como aplicar: Incentivar os alunos a discutirem entre si as respostas e as pistas. Ao trabalhar em grupo, os alunos têm a oportunidade de explicar conceitos uns aos outros, o que favorece a compreensão.

2 - Ensino baseado em jogos (gamificação):

- Objetivo pedagógico: Utilizar a dinâmica dos jogos para engajar os alunos no aprendizado de conteúdos complexos.
- Como aplicar: O jogo de cartas torna o estudo das organelas celulares mais envolvente. A gamificação aumenta o engajamento e a motivação dos alunos.

3- Desenvolvimento do pensamento crítico:

- Objetivo pedagógico: Estimular a reflexão sobre as funções e a importância das organelas celulares.
- Como aplicar: O aluno ao conseguir entender que a organela é importante para a célula e como ela se relaciona com os processos biológicos, promove o raciocínio crítico.

4- Revisão interativa de conteúdo:

- Objetivo pedagógico: Revisar e reforçar o conteúdo aprendido anteriormente de forma lúdica.
 - Como aplicar: Ao utilizar o recurso após o conteúdo, o jogo atua como uma revisão contínua, permitindo que os alunos fixem os conceitos de maneira mais duradoura.
- Estratégias de uso:
- Discussão pós-jogo: Após a conclusão do jogo, o professor pode promover uma discussão sobre as organelas, sobre a teoria endossimbiótica, reforçando os pontos mais difíceis e permitindo que os alunos tirem dúvidas.
 - Avaliação formativa: O jogo também pode ser usado como uma ferramenta de avaliação informal, permitindo que o professor observe o entendimento dos alunos sobre o conteúdo.

- Organização do jogo:

- O professor deve dividir a turma em 7 equipes, turmas menores poderão ficar com mais de uma organela (cor), turmas maiores poderão ser utilizados 2 jogos e dividi-los em 14 equipes. OBS: turmas muito grandes poderão comprometer a dinâmica do jogo.

- O professor deverá fazer um sorteio ou escolher com qual cor cada equipe irá ficar. A cor representará a organela a qual a equipe tentará descobrir. Só o professor sabe a relação das organelas com as cores. São elas:

Membrana plasmática - Azul

Núcleo - Roxo

Retículo E. Liso - Amarelo

Retículo E. Rugoso - Verde

Aparelho de Golgi - Laranja

Lisossomos - Preto

Mitocôndria - Vermelho

- Para a 1ª rodada, onde os alunos deverão encontrar por semelhança as micrografias da sua organela, o professor deverá organizar em uma mesa as imagens embaralhadas das cartas de micrografia.

- A cada rodada, é o professor quem deve distribuir as equipes as cartas-dados.

- Como jogar:

Na 1ª rodada - as equipes recebem a carta da micrografia eletrônica referente a sua organela e devem comparar com as imagens do banco de imagens fornecidas pelo professor. Eles devem selecionar 3 imagens semelhantes a que receberam.

Na 2ª rodada - as equipes recebem uma carta contendo as informações com a quantidade da sua organela em alguns tipos celulares. Nessa rodada, devem formular uma hipótese sobre a sua organela e a sua função.

Na 3ª rodada - as equipes irão receber uma carta contendo informações da composição da sua organela. O objetivo é que associam a presença ou ausência de algumas moléculas e a presença de dupla membrana a identidade da organela.

Na 4ª rodada - as equipes recebem a carta contendo alguma doença associada ao mal funcionamento da organela.

De posse agora de todas as cartas, os alunos agora conseguem confirmar a hipótese da identidade da organela da sua equipe. Ao identificarem vencem o jogo. Se não identificarem o professor terá vencido a turma.

Optamos por não pontuar as rodadas do jogo, para não estimular a competição, e os alunos tentarem acertar no "chute" só para ganhar.

Se a turma não for do perfil competitivo, o professor pode optar por pontuar os acertos a cada rodada.

- Sugestões: Os vídeos e artigos sugeridos podem ser utilizados para complementar ou revisar os conteúdos, antes ou após o jogo dependendo do objetivo pedagógico.

- Artigo sobre escalas:

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/20/e-possivel-falar-de-nanotecnologia-na-escola-uma-proposta-de-artigo-cientifico-para-criancas-e-adolescentes>

- <https://www.youtube.com/watch?v=TPpy-FRYeIA>

- <https://www.youtube.com/watch?v=6mgkoqcm6Sg>

- https://www.youtube.com/watch?v=cLyD_i4KkJQ

- https://www.youtube.com/watch?v=xLO_xNBeQBs

Membrana Plasmática



| | |
|------------------------------|-----------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | ■ ■ ■ ■ ■ |
| HEMÁCIA | ■ ■ |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ ■ ■ ■ |
| CÉLULA MUSCULAR LISA | ■ ■ ■ |
| CÉLULA DO FÍGADO | ■ ■ ■ |

- DNA ✗
- RNA ✗
- Ribossomos ✗
- Enzimas ✓
- Bicamada de fosfolipídios: 1

Fibrose Cística
Defeito no gene CFTR que codifica uma proteína canal que regula o transporte de íons de cloreto de sódio para dentro e fora da célula. Leva a acúmulo de muco nos pulmões.

Núcleo



| | |
|------------------------------|--------------------------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | <input type="checkbox"/> |
| HEMÁCIA | <input type="checkbox"/> |
| MACRÓFAGO | <input type="checkbox"/> |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | <input type="checkbox"/> |
| NEURÔNIO | <input type="checkbox"/> |
| CÉLULA MUSCULAR | <input type="checkbox"/> |
| CÉLULA DO FÍGADO | <input type="checkbox"/> |

- DNA ✓
- RNA ✓
- Ribossomos ✓
- Enzimas ✓
- Bicamada de fosfolipídios: 2

Ataxia-Telangiectasia
Mutação no gene ATM envolvido no controle do ciclo celular e no reparo do DNA. Causa problemas neurológicos progressivos, dilatação dos vasos sanguíneos e risco de câncer.

Retículo E. Rugoso



| | |
|------------------------------|-----------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | ■ ■ |
| HEMÁCIA | |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ ■ ■ ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA MUSCULAR LISA | ■ ■ |
| CÉLULA DO FÍGADO | ■ ■ ■ |

- DNA ✗
- RNA ✓
- Ribossomos ✓
- Enzimas ✓
- Bicamada de fosfolipídios: 1

Osteogênese Imperfeita (OI)

A OI, também conhecida como "doença dos ossos de vidro", é um distúrbio genético que afeta a formação e a qualidade do colágeno tipo I, uma proteína estrutural essencial produzida nessa organela.

Retículo E. Liso



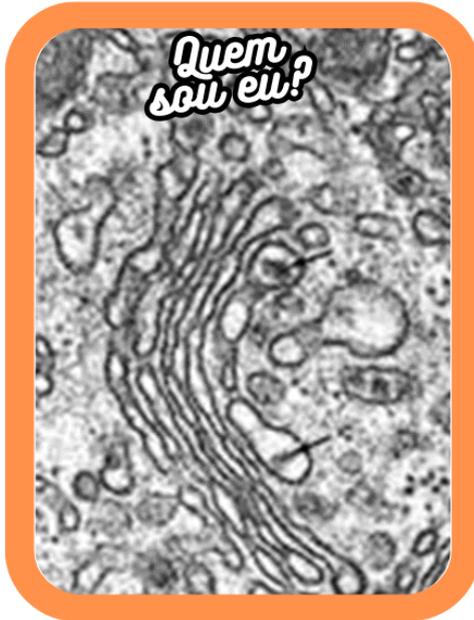
| | |
|------------------------------|-----------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | ■ ■ |
| HEMÁCIA | |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ |
| CÉLULA MUSCULAR LISA | ■ ■ ■ |
| CÉLULAS DO FÍGADO | ■ ■ ■ ■ ■ |

- DNA ✗
- RNA ✗
- Ribossomos ✗
- Enzimas ✓
- Bicamada de fosfolipídios: **1**

Intoxicação por Fármacos ou Álcool

Quando o sistema Citocromo P450 dessa organela falha na metabolização de drogas e álcool, ocorre acúmulo de resíduos tóxicos no fígado. Causando insuficiência hepática, cirrose ou necrose do fígado.

Aparelho de Golgi

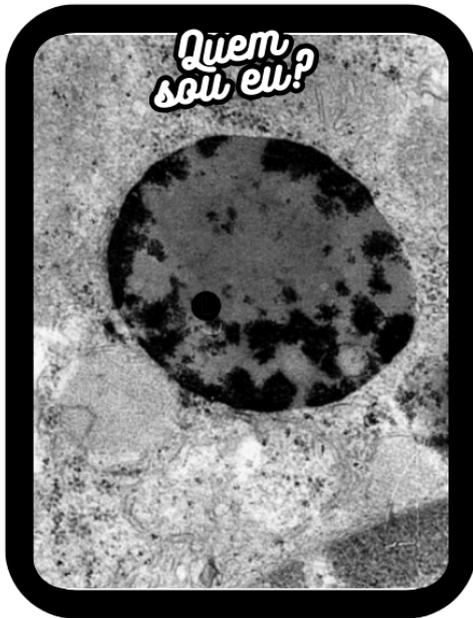


| | |
|------------------------------|-----------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | ■ ■ |
| HEMÁCIA | |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ ■ ■ ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA MUSCULAR LISA | ■ ■ |
| CÉLULA DO FÍGADO | ■ ■ ■ |

DNA ✗
RNA ✗
Ribossomos ✗
Enzimas ✓
Bicamada de fosfolipídios: 1

Doença da Célula I
Mutações no gene GNPTAB, impacta no tráfego vesicular, as proteínas não são enviadas corretamente aos lisossomos, sendo secretadas para fora da célula. Causa deformidades ósseas graves, atraso do desenvolvimento e expectativa de vida reduzida

Lisossomo



| | |
|------------------------------|-----------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | ■ |
| HEMÁCIA | |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ ■ ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ |
| CÉLULA MUSCULAR LISA | ■ ■ |
| CÉLULAS DO FÍGADO | ■ ■ |

- DNA ✗
- RNA ✗
- Ribossomos ✗
- Enzimas ✓
- Bicamada de fosfolipídios: 1

Doença de Gaucher - ligada ao mau funcionamento ou ausência de enzimas na organela, levando ao acúmulo de substância tóxicas nas células. Afeta principalmente baço fígado. Causa problemas neurológicos também.

Mitocôndria



| | |
|------------------------------|-----------|
| CÉLULA EPITELIAL DE ABSORÇÃO | ■ ■ |
| HEMÁCIA | |
| MACRÓFAGO | ■ ■ ■ |
| CÉLULA SECRETORA DO PÂNCREAS | ■ ■ ■ |
| NEURÔNIO | ■ ■ ■ ■ |
| CÉLULA MUSCULAR LISA | ■ ■ ■ ■ ■ |
| CÉLULA DO FÍGADO | ■ ■ |

DNA ✓

RNA ✓

Ribossomos ✓

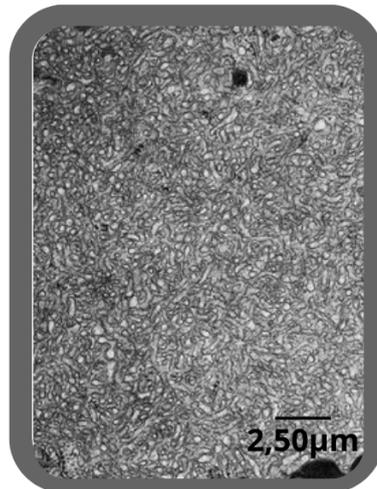
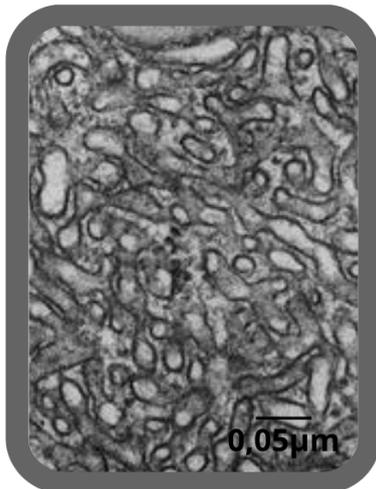
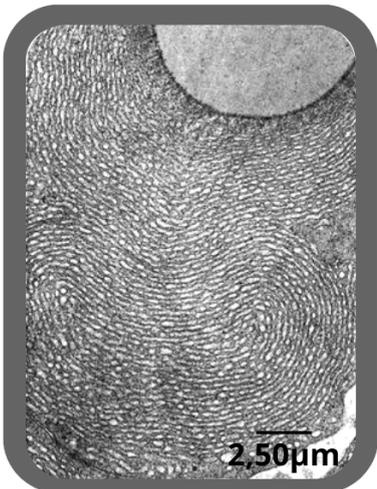
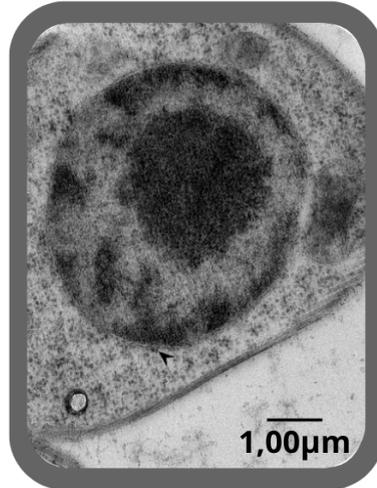
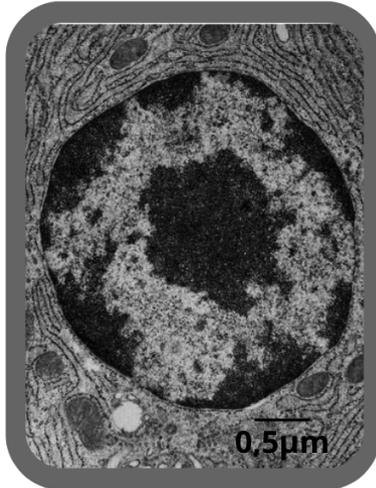
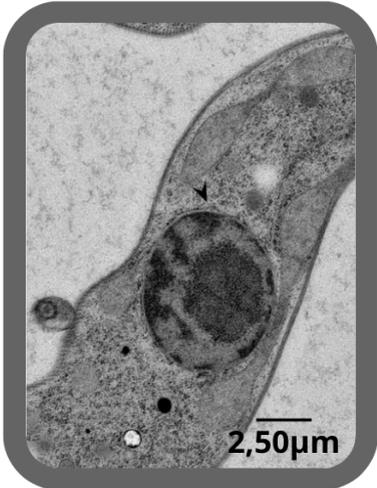
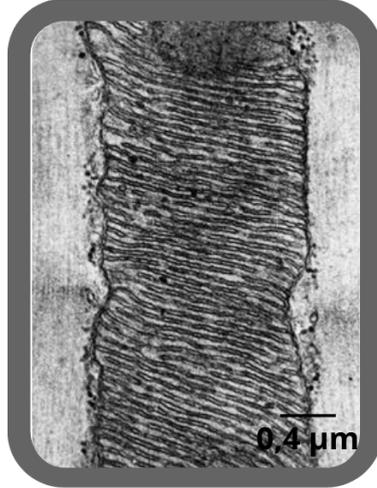
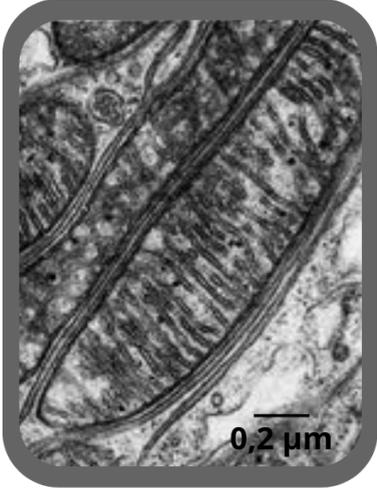
Enzimas ✓

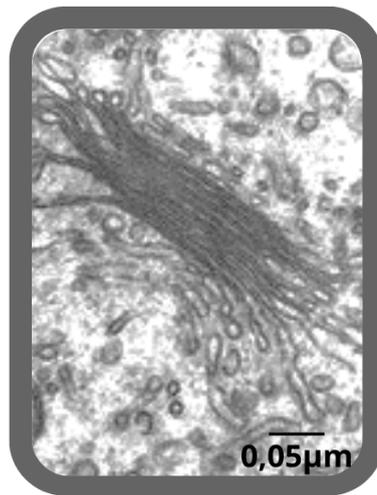
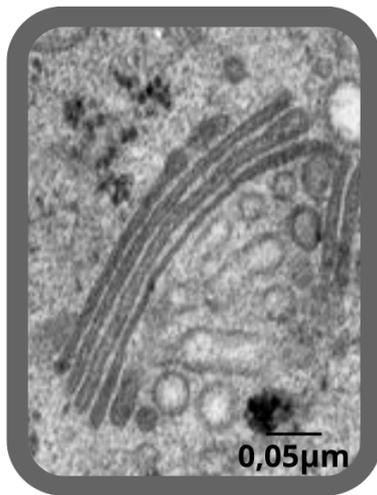
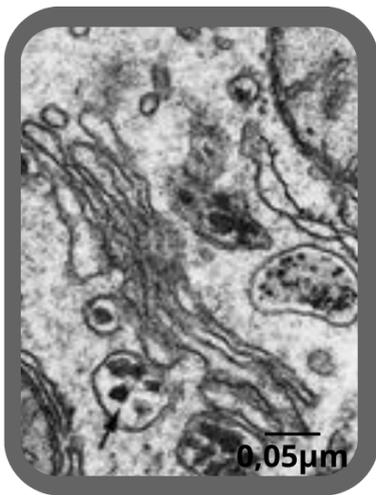
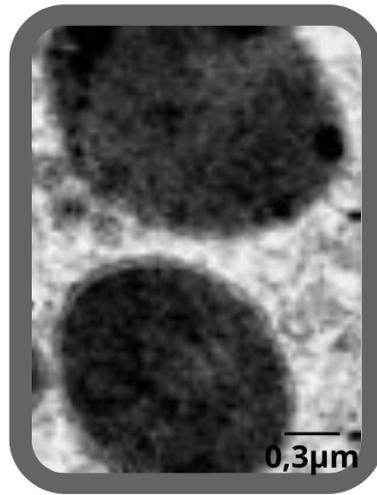
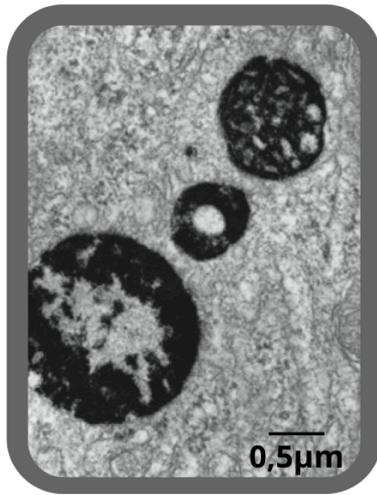
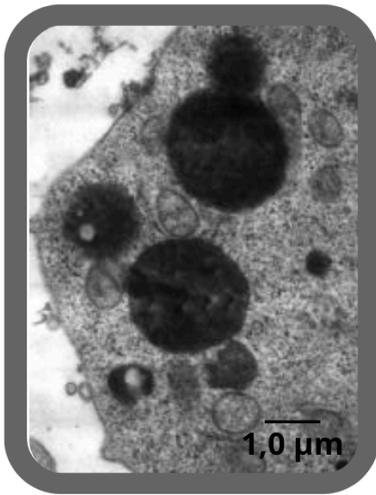
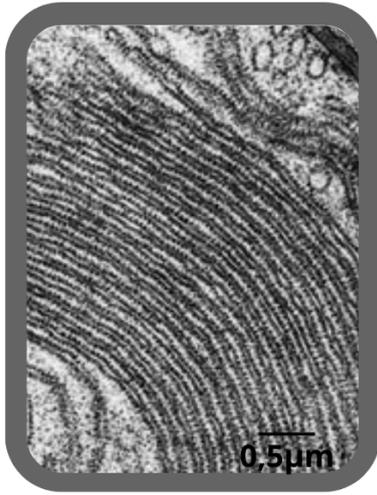
Bicamada de fosfolipídios: **2**

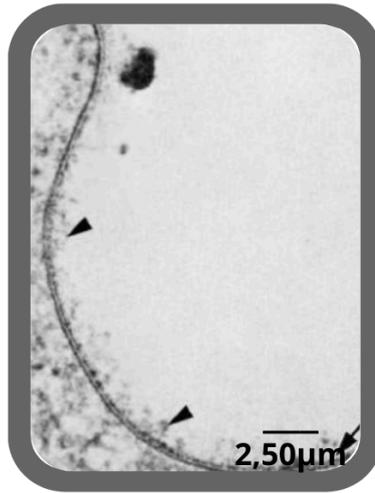
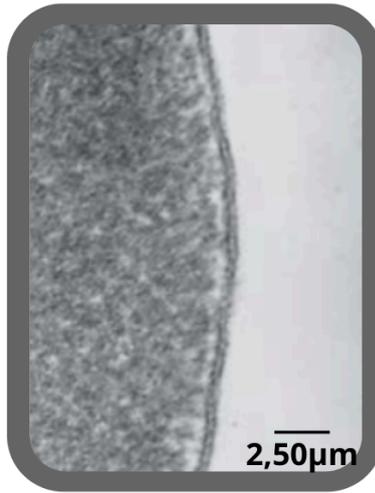
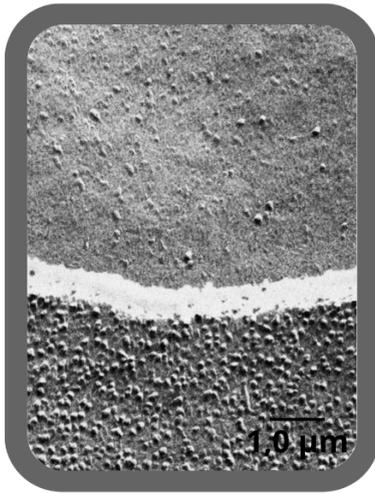
Doença de Kearns-Sayre

De origem genética e rara, causada por uma deleção no DNA da organela, compromete sistemas e tecidos que necessitam de muita energia.

Causa fraqueza muscular, problemas cardíacos e fraqueza nos músculos dos olhos.







APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO QUALITATIVO

QUESTIONÁRIO - JOGO "QUEM SOU EU?"

1- Você gostou de jogar Quem sou eu?

Sim Não Não sei

2- Você já tinha jogado um jogo colaborativo?

Sim Não Não sei

3- Acha que houve interação entre os colegas dentro da equipe?

Sim Não Não sei

4- Acha que houve interação entre as equipes para ganhar do professor?

Sim Não Não sei

5- Você sabia que as células que formam seu corpo eram mini fábricas?

Sim Não Não sei

6- Já conhecia as diferentes organelas celulares?

Sim Não Não sei

7- Já conhecia as funções das diferentes organelas?

Sim Não Não sei

8- Acha que o jogo ajudou você a pensar ao invés de decorar os nomes e funções das organelas?

Sim Não Não sei

9- Acha que aprendeu e entendeu as informações contidas nas cartas?

Sim Não Não sei

10- Como você avalia sua participação no jogo?

participei muito

participei pouco porque não entendi a proposta

participei pouco porque outros colegas não me deixaram pensar

não estava interessado em participar

ANEXO 1 – PROCESSO COMITÊ DE ÉTICA

| | |
|---|--|
| <p>UFRJ - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO FRAGA FILHO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO / HUCFF- UFRJ</p> |  |
|---|--|

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O Jogo didático e o ensino investigativo na aprendizagem das organelas celulares

Pesquisador: PAULA PRADO DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 81534424.5.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.056.409

Apresentação do Projeto:

Protocolo CEP HUCFF/FM/UFRJ:108/24.

As informações colocadas nos campos denominados "Apresentação do Projeto/Resumo", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2335718.pdf", postado em 17/05/2024.

Introdução

A Biologia é a ciência que estuda os seres vivos e suas interações entre si e com o meio ambiente. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2017, p.10). E o que todos os seres vivos têm em comum, de acordo com Teoria Celular? Todos são formados por células! Para Alberts e colaboradores (2011) há outros motivos práticos pelo qual todos nós deveríamos estudar Biologia Celular: "Somos feitos de células, nos alimentamos de células, e nosso mundo é habitável por causa das células". A célula e a teoria celular servem de base para estudo da Biologia Celular que é o ramo da ciência que estuda a estrutura, forma, funções e comportamentos das células, assim como sua importância para entender a vida. A biologia celular foi avançando à medida que técnicas iam surgindo, o uso combinado do microscópio

| |
|---|
| Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35 |
| Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913 |
| UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO |
| Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br |

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 7.056.409

com técnicas de coloração permitiu a visualização mais detalhada da célula e suas estruturas internas. Técnicas cito químicas contribuíram para que descobrissem a composição química dos componentes celulares. Além da composição química, a função das organelas foi estudada graças ao isolamento dessas organelas por centrifugação fracionada. Porém, o grande avanço da Biologia Celular se deu a partir de 1950 com o emprego do microscópio eletrônico, já que a maioria das estruturas subcelulares, incluindo as organelas, são muito pequenas para serem identificadas pelo microscópio óptico. (CAMPBELL et al, 2010). As organelas desempenham papéis vitais na manutenção da homeostase celular, na produção de energia, na síntese de proteínas, na degradação de resíduos e em uma variedade de outras funções essenciais para a sobrevivência e funcionamento adequado dos organismos. Entender o papel das organelas é crucial para desvendar os complexos processos biológicos que ocorrem dentro das células, bem como entender aspectos de histologia e fisiologia animal. Campbell et al (2010) também destaca que somente a descrição das organelas e outras estruturas celulares revela muito pouco sobre as suas funções. Diante disso, fica o questionamento: Como esperamos que nossos alunos no ensino médio tenham prazer em estudar células sem acesso ao microscópio para sua visualização e das suas organelas? Como relacionar essas organelas com as suas funções na impossibilidade de reproduzir em sala de aula anos de pesquisas relacionadas a cada uma delas? Como fugir do caminho da memorização? Com base nos parâmetros curriculares brasileiros, o conteúdo de Citologia é o primeiro contato do aluno recém-chegado ao Ensino Médio, com a Biologia abordado ainda no primeiro bimestre do 1º ano. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular, o estudo da célula, como unidade fundamental da vida, é um conteúdo do currículo do 6º ano do Ensino Fundamental, que prevê o ensino somente de sua organização básica, seu aspecto estrutural e funcional para os seres vivos. Com isso, podemos considerar que os estudantes passam um intervalo mínimo de 3 anos sem qualquer contato com o assunto. Um levantamento feito pela plataforma SAS Educação levando em consideração as edições do ENEM no período de 2009 a 2019, em 10 edições o conteúdo de Citologia foi abordado em 46 itens, totalizando 12,5% da área de Biologia ficando em 2º lugar dos conteúdos mais abordados, atrás apenas de Humanidade e Ambiente. Conclui-se então que a Citologia é de extrema importância para os alunos do Ensino Médio que farão a prova do ENEM. Este trabalho propõe a criação de um jogo didático com base investigativa sobre as organelas celulares, abordando alguns dos seus aspectos estruturais e funcionais

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 7.056.409

incluídos no conteúdo de Citologia a partir do 1º ano do Ensino Médio. Acreditamos que o jogo, que será colaborativo, irá não só aumentar o interesse dos alunos pelo assunto como contribuir de forma efetiva seu aprendizado.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Formular um produto na forma de um jogo didático cooperativo baseado no ensino investigativo que contribua para melhorar a compreensão e o interesse dos alunos pela Biologia Celular.

Objetivo Secundário: Criar o jogo e pensar na sua aplicação e dinâmica;

Aplicar a dinâmica pré-aula para nivelamento dos alunos;

Pesquisar imagens obtidas com diferentes microscopias das diferentes organelas;

Pesquisar as informações sobre as diferentes organelas que serão abordadas no jogo;

Preparar as cartas com os dados que serão repassados aos alunos;

Elaborar um roteiro para aplicação do jogo por outros professores; contendo as orientações para o melhor aproveitamento deste.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: A proposta deste jogo colaborativo não causará quaisquer riscos físicos ou sociais aos estudantes que escolherem participar e tenham sua participação aprovada pelos seus responsáveis.

Benefícios: Os jogos, além de divertidos, são capazes de ajudar no desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e intelectuais. O aspecto lúdico é um facilitador na elaboração de conceitos, no reforço de conteúdos, na sociabilidade entre os alunos, na criatividade e no espírito de competição e cooperação. Os jogos e brincadeiras podem ser ferramentas para a construção da aprendizagem significativa. É produtivo ao aluno que desenvolve a capacidade de pensar, analisar, refletir, compreender conceitos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto de pesquisa vinculado ao curso de MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL PROFBIO / CAPES. Pretendem desenvolver um jogo colaborativo para estudantes do 1º ano do Ensino Médio, cujo objetivo será a identificação das

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 7.056.409

diferentes organelas celulares utilizando uma abordagem investigativa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram submetidos os seguintes Termos de apresentação obrigatória:

Informações Básicas do Projeto-PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2335718.pdf-17/05/2024

Declaração de Instituição e Infraestrutura-Termo_instituicao.pdf-17/05/2024

Orçamento-orcamento.pdf-17/05/2024

Cronograma-Cronograma.pdf-16/05/2024

-cv_Ana.docx-16/05/2024

-termo_etica.pdf-14/05/2024

Folha de Rosto-PAULA_PRADO.pdf-14/05/2024

-cv_Paula.docx-14/05/2024

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência-TCLE.docx-14/05/2024

Projeto Detalhado / Brochura Investigador-TCM_PAULA_versao4.pdf-14/05/2024

Recomendações:

Foram detectadas inadequações no protocolo de pesquisa para o qual recomenda-se alterações como descrito no campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com a Resolução CNS nº 466/2012, baseada no documento "Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos" do Conselho Nacional de Saúde (Resolução nº 196 de 1996), foram encontrados alguns óbices éticos:

1) Cronograma

Ajuste do cronograma na Plataforma Brasil e anexos do projeto de pesquisa, incluindo o período de recrutamento para obtenção do TCLE e a aplicação do jogo junto aos estudantes, em período posterior a análise e aprovação do CEP.

2) TALE

Quando a pesquisa envolver menores de 18 anos, dever-se-á anexar, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, TALE, é um documento elaborado em linguagem acessível para os menores ou para os legalmente incapazes, item II.24 e II.25 da resolução CNS nº 466/2012. O

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 7.056.409

documento necessitará dispor de termos e alusões adequados para CADA FAIXA ETÁRIA contemplada na pesquisa. Realizar a inclusão deste Termo de Apresentação Obrigatória.

3) TCLE

¿ Apresentação do TCLE e TALE com o Título do Projeto / Pesquisador Responsável / Local onde será realizada a pesquisa

¿ apresentar o motivo pelo qual o aluno está sendo convidado

¿ especificar qual será a população alvo da pesquisa e o número de participantes

¿ Explicar em linguagem acessível os procedimentos a serem realizados na pesquisa de forma que o participante possa entender, quanto tempo será necessário para a participação,

¿ Informar a ausência de custos e a ausência de compensação financeira.

¿ Sobre os danos e indenizações: Se lhe ocorrer qualquer problema ou dano pessoal durante a pesquisa, lhe será garantido o direito à assistência médica imediata, integral e gratuita, às custas do pesquisador responsável, com possibilidade de indenização caso o dano for decorrente da pesquisa. Você poderá adicionar o seguinte texto final no seu documento como se segue: ¿Caso você (participante de pesquisa) venha a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você terá garantido o seu direito a buscar indenização por danos decorrentes da pesquisa (Resolução CNS no 466 de 2012, itens IV.3 e V.7; e Código Civil, Lei 10.406 de 2002, artigos 927 a 954, Capítulos I, "Da Obrigação de Indenizar", e II, "Da Indenização", Título IX, "Da Responsabilidade Civil").

¿ Incluir dentre os direitos dos participantes de pesquisa, a Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), que está disponível no site: http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

¿ O contato do (a) pesquisador (a) quanto a dúvidas sobre a pesquisa deve constar como um item separado do acesso ao Comitê de Ética o qual ajudará a esclarecer questões exclusivamente de cunho ético envolvendo o estudo proposto. Por conseguinte, deverão ser criados dois itens separados: ¿ Formas de Contato com o Pesquisador¿ e ¿Esclarecimentos Éticos¿ como se segue:

Formas de Contato com o Pesquisador: Em qualquer etapa da pesquisa, você terá acesso ao

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

Página 05 de 07

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 7.056.409

pesquisador responsável pela pesquisa, que é xxxxxxxxx, que pode ser encontrado no telefone (xxxxxxx) e contato 2 - telefone (xxxxxxx) e no Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital Clementino Fraga Filho (Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco, nº 255), andar(xxxx), sala (xxxxx), horários de funcionamento (xxxxx).
Esclarecimentos Éticos: O CEP é um grupo formado de cientistas e não-cientistas que realizam a revisão ética inicial e contínua da pesquisa para manter sua segurança e proteger seus direitos. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o CEP - Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina e do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que funciona de segunda a sexta-feira das 8:00 às 16:00 na Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco, nº 255, 7º andar, ala E e Bairro: cidade Universitária e Ilha do Fundão, 21.941-913, Rio de Janeiro e RJ, telefone (21) 3938-2480 ou (21) 3938-2481, e mail: cep@hucff.ufrj.br.

e Adição de rubrica do participante, pesquisador e data: Ausência do local para a adição de rubricas de participante e pesquisador em todas as páginas, além da data nas páginas sem assinaturas, considerando-se a proteção do participante bem como do pesquisador (Resolução CNS nº 466 de 2012 itens IV.5.d).

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, seguindo o definido pela Resolução CNS nº. 466 de 2012 e na Norma Operacional CNS nº. 001 de 2013, item 2.2.e, que se aguarde o atendimento às questões acima para emissão de seu parecer final. As pendências devem ser respondidas exclusivamente pelo pesquisador responsável no prazo de 30 dias, a partir da data de envio do parecer pelo CEP. A submissão de recurso não é aceita como forma de resposta a pendências. Se o pesquisador optar por não responder às pendências, deve solicitar a retirada do protocolo do estudo, por meio da carta resposta, via Plataforma Brasil, a fim de que não haja impedimento de recepção, pelo CEP, de eventuais futuros projetos.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|--------------------------------|---|------------------------|-------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2335718.pdf | 17/05/2024 13:26:05 | | Aceito |

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 7.056.409

| | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|------------------------|--------|
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Termo_instituicao.pdf | 17/05/2024 13:21:43 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Orçamento | orcamento.pdf | 17/05/2024 13:13:42 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Cronograma | Cronograma.pdf | 16/05/2024 23:42:21 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Outros | cv_Ana.docx | 16/05/2024 06:46:31 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Outros | termo_etica.pdf | 14/05/2024 18:38:59 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Folha de Rosto | PAULA_PRADO.pdf | 14/05/2024 01:41:19 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Outros | cv_Paula.docx | 14/05/2024 01:39:44 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.docx | 14/05/2024 01:15:58 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | TCM_PAULA_versao4.pdf | 14/05/2024 01:11:27 | PAULA PRADO DOS SANTOS | Aceito |

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 04 de Setembro de 2024

Assinado por:
MARIA DA SOLEDADE SIMEÃO DOS SANTOS
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

- LISTA DE APECIAÇÕES DO PROJETO

| Apreciação [†] | Pesquisador Responsável [‡] | Versão [‡] | Submissão [‡] | Modificação [‡] | Situação [‡] | Exclusiva do Centro Coord. [‡] | Ações |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|---|---|---|
| PO | PAULA PRADO DOS SANTOS | 2 | 04/11/2024 | 28/01/2025 | Pendência Documental Emitida pelo CEP | Não |    |

- HISTÓRICO DE TRÂMITES

| Apreciação | Data/Hora | Tipo Trâmite | Versão | Perfil | Origem | Destino | Informações |
|------------|---------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------|--|--|---|
| PO | 28/01/2025 09:35:19 | Rejeição do PP | 2 | Secretária | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | PESQUISADOR | Sr. (a) Pesquisador (a) Rejeitamos o protocolo de Ver mais >> |
| PO | 04/11/2024 19:15:20 | Submetido para avaliação do CEP | 2 | Pesquisador Principal | PESQUISADOR | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |
| PO | 18/10/2024 13:09:49 | Rejeição do PP | 2 | Secretária | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | PESQUISADOR | Prezado (a) Pesquisador (a), Informamos que seu pVer mais >> |
| PO | 17/09/2024 17:02:50 | Submetido para avaliação do CEP | 2 | Pesquisador Principal | PESQUISADOR | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |
| PO | 04/09/2024 22:25:09 | Parecer liberado | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | PESQUISADOR | |
| PO | 04/09/2024 22:24:40 | Parecer do colegiado emitido | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |
| PO | 26/08/2024 13:24:18 | Parecer do relator emitido | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |
| PO | 29/07/2024 00:01:21 | Aceitação de Elaboração de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |
| PO | 24/07/2024 22:04:30 | Confirmação de Indicação de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |
| PO | 24/07/2024 22:04:09 | Indicação de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCFF- UFRJ | |

Ocorrência 1 a 10 de 21 registro(s)  

LISTA DE APECIAÇÕES DO PROJETO

| Apreciação | Pesquisador Responsável | Versão | Submissão | Modificação | Situação | Exclusiva do Centro Coord. | Ações |
|------------|-------------------------|--------|------------|-------------|---|----------------------------|---|
| PO | PAULA PRADO DOS SANTOS | 2 | 04/11/2024 | 28/01/2025 | Pendência Documental Emitida pelo CEP | Não |    |

HISTÓRICO DE TRÂMITES

| Apreciação | Data/Hora | Tipo Trâmite | Versão | Perfil | Origem | Destino | Informações |
|------------|---------------------|--|--------|---------------|---|---|-------------|
| PO | 24/07/2024 22:03:42 | Aceitação de Recusa de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 24/07/2024 22:03:08 | Recusa de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 24/07/2024 21:47:50 | Não Aceite da Recusa de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 24/07/2024 21:44:41 | Recusa de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 21/07/2024 10:54:45 | Confirmação de Indicação de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 21/07/2024 10:54:24 | Indicação de Relatoria | 1 | Coordenador | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 15/07/2024 20:48:17 | Aceitação do PP | 1 | Secretária | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 04/07/2024 16:40:18 | Submetido pela CONEP para avaliação do CEP | 1 | Administrador | CONEP | UFRJ - Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro / HUCCFF- UFRJ | |
| PO | 04/07/2024 13:50:57 | Retornado à CONEP | 1 | Secretária | UFRJ - Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro | CONEP | |
| PO | 21/05/2024 08:40:47 | Submetido pela CONEP para avaliação do CEP | 1 | Administrador | CONEP | UFRJ - Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro | |

« « Ocorrência 11 a 20 de 21 registro(s) » »

ANEXO 2 - TERMO DE RESPONSABILIDADE

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
CAMPUS FUNDÃO

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, PAULA PRADODOS SANTOS, CPF 11992416796 ,
matriculado (o) no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia em Rede-PROFBIO-UFRJ , juntamente com meu (minha)
orientador(a) Prof. (a) ANA LUCIA MORAES
GIANNINI , CPF 00856577782 , temos conhecimento que
não obtivemos aprovação do Comitê de Ética CEP - para a aplicação do
recurso didático criado durante o desenvolvimento da dissertação intitulada:
"QUEM SOU EU? UM JOGO INVESTIGATIVO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM DAS ORGANELAS CELULARES" e que, portanto,
não podemos apresentar ou publicar quaisquer informações e dados
referentes à aplicação deste recurso.

Somos responsáveis por quaisquer questões éticas que porventura, possam
advir deste projeto desenvolvido.

Rio de Janeiro, 05 de MARÇO de 2025

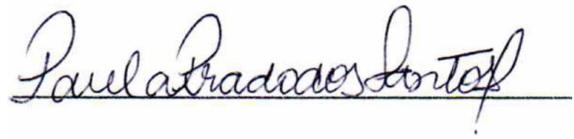
Mestrando (a) Paula Prados Santos

Orientador (a) Ana Lucia Giannini

RIO DE JANEIRO, 22 DE MAIO DE 2025



ORIENTADORA – ANA LUCIA MORAES GIANNINI



ORIENTANDA – PAULA PRADO DOS SANTOS