

CÉLULAS EM 3D: EXPOSIÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS EM BIOLOGIA CELULAR

3D CELLS: EXHIBITION OF DIDACTIC RESOURCES IN CELL BIOLOGY

CÉLULAS EN 3D: EXPOSICIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS EN BIOLOGÍA CELULAR

Carlos Eduardo Arruda Borges¹, Diego de Oliveira Valença², Larissa Lais da Silva³, Jailana Martins da Paz⁴, Antônio Felix⁵

Resumo

As exposições de recursos didáticos emergem como uma forma de divulgação e apresentação de elementos e práticas educacionais capazes de tornar a aprendizagem de biologia celular mais sólida e interativa. Por isso, este artigo descreve a construção de recursos didáticos de biologia celular e relata a experiência da realização de uma exposição destinada a alunos e professores do ensino público. 37 macromodelos representativos de 9 organelas celulares e 3 jogos didáticos foram desenvolvidos e expostos, e aproximadamente 500 participantes foram recebidos na exibição. Durante a exposição, foi possível observar que os macromodelos e jogos, enquanto ferramentas didáticas, estimularam a participação ativa dos alunos visitantes em seus processos de aprendizagem, fortalecendo assim o ensino da biologia celular.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Modelos Didáticos; Divulgação Científica; Metodologias Ativas; Abstração.

Abstract

The exhibitions of educational resources emerge as a means of disseminating and presenting elements and educational practices capable of making the learning of cell biology more robust and interactive. Therefore, this article describes the development of cell biology teaching resources and reports on the experience of conducting an exhibition aimed at students and teachers from public schools. A total of 37 macromodels representing 9 cellular organelles and 3 educational games were developed and displayed, and approximately 500 participants attended the exhibition. During the event, it was observed that the macromodels and games, as educational tools, stimulated active participation among visiting students in their learning processes, thus strengthening the teaching of cell biology.

Keywords: Biology Teaching; Didactic Models; Scientific Divulgation; Active Methodologies; Abstraction.

Resumen

Las exposiciones de recursos didácticos emergen como una forma de divulgación y presentación de elementos y prácticas educativas capaces de hacer que el aprendizaje de la biología celular sea más sólido e interactivo. Por ello, este artículo describe la construcción de recursos didácticos de biología celular y relata la experiencia de la realización de una exposición destinada a estudiantes y profesores de la enseñanza pública. Se desarrollaron y expusieron un total de 37 macromodelos representativos de 9 orgánulos celulares y 3 juegos didácticos, y aproximadamente 500 participantes asistieron a la exhibición. Durante el evento, se pudo observar que los macromodelos y juegos, como herramientas didácticas, estimularon la participación activa de los estudiantes visitantes en sus procesos de aprendizaje, fortaleciendo así la enseñanza de la biología celular.

Palabras clave: Enseñanza de la Biología; Modelos Didácticos; Divulgación Científica; Metodologías Activas; Abstracción.

1. Introdução

¹ Núcleo de Estudos em Oncologia Intestinal - NEOI, Recife, PE, Brasil. E-mail: carlos.aborges@upe.br

² Núcleo de Estudos em Oncologia Intestinal - NEOI, Recife, PE, Brasil. E-mail: diego.valenca12@gmail.com

³ Núcleo de Estudos em Oncologia Intestinal - NEOI, Recife, PE, Brasil. E-mail: larissa.laissilva@upe.br

⁴ Núcleo de Estudos em Oncologia Intestinal - NEOI, Recife, PE, Brasil. E-mail: martinsjailana10@gmail.com

⁵ Núcleo de Estudos em Oncologia Intestinal - NEOI, Recife, PE, Brasil. E-mail: antonio.felix@upe.br



O estudo da Biologia Celular, também denominada Citologia, é essencial para a compreensão da estrutura macroscópica e microscópica do organismo humano, bem como do seu metabolismo (De Sousa *et al.*, 2021). Através do estudo de membranas, das organelas, do metabolismo e da comunicação citológica, a biologia celular busca fornecer informações sobre o funcionamento dos organismos vivos e as bases celulares das doenças (Adhikarla; Bhavanasi; Bollapragada, 2019). Essa disciplina destaca-se por sua natureza multidisciplinar, conectando-se a outras, como genética, histologia e embriologia por utilizar uma variedade de técnicas, desde microscopia avançada até biologia molecular. Ao investigar as minúcias do mundo celular, a biologia celular não apenas fornece um entendimento mais profundo da vida, mas também abre portas para inovações em medicina, biotecnologia e outras áreas da ciência (Bhalla; Chiang; Shen, 2018).

A aprendizagem de conceitos básicos da biologia celular tem se apresentado como um desafio no processo de ensino e aprendizagem vivenciado por docentes e discentes, uma vez que estes, frequentemente, são abstratos, se distanciam do cotidiano e não se conectam aos conhecimentos prévios dos discentes. Mais especificamente, a biologia celular demanda que o aluno visualize mentalmente estruturas e processos que estão sendo contemplados nas aulas e o excesso de abstração pode tornar a aprendizagem difícil (Carlan; Sepel; Loreto, 2014). Neste contexto, se torna imprescindível o desenvolvimento de métodos e recursos que aproximem os alunos dos conceitos estudados por meio da facilitação da compreensão (Martins; Pinho; Conceição, 2023).

Nesta disciplina, a exposição de imagens e visualização de amostras ou materiais didáticos é uma prática comum e que soluciona, em partes, a demanda por abstração dos conceitos e processos. Contudo, frequentemente o acesso a estes recursos se restringe ao ambiente acadêmico do ensino superior e estudantes dos níveis fundamental e médio não vivenciam a oportunidade da sua utilização acabando por desconhecer os aspectos mais sólidos e palpáveis da biologia celular (Neves; Carneiro-Leão; Ferreira, 2016). Somado a isto, o ensino de grande parte das escolas ainda sofre com metodologias tradicionais, consistindo em exposições orais do conteúdo teórico e práticas mecanicistas com equipamentos simples. Entretanto, a atual geração de alunos demonstra menor disposição para adotar a postura passiva da educação bancária tradicional em sala de aula, uma vez que está habituada a ambientes digitais altamente interativos, como smartphones, videogames e redes sociais (Correa *et al.*, 2020). Essa constante exposição a tecnologias que demandam participação ativa e tomada de decisão influencia suas expectativas em relação ao processo de aprendizagem, tornando essencial a adoção de metodologias mais dinâmicas e centradas no aluno, como as exposições de biologia celular, que podem contribuir na diminuição das lacunas de aprendizado apresentadas (Prensky, 2001). Contribuições que incluem a forma heterogênea de aprendizado pelos alunos, que pode ser visual, auditiva, tátil e etc (Schmitt; Domingues, 2016), além de tornar a aprendizagem mais significativa através da experimentação (Guimarães; Castro; Beatz; Rocha, 2016).

Uma exposição refere-se a um evento ou espaço dedicado a apresentar visualmente informações, conceitos e exemplos relacionados à determinado tema de maneira educativa. O público-alvo tem a oportunidade de vivenciar uma aprendizagem significativa e completa, desenvolvendo habilidades e capacidades relacionadas ao tema da exposição (Alt; Gosling; Miles, 2012). E dentre as opções de abordagem que podem ser oferecidas para os alunos nesses eventos, destaca-se a apresentação de recursos didáticos, incluindo modelos de dimensões diversas e jogos, os quais possibilitam a materialização de aspectos que muitas vezes ficam limitados ao campo da imaginação (De Sousa *et al.*, 2021).

Um modelo didático é a representação de um ser, fenômeno ou estrutura com uma finalidade estabelecida, eles facilitam a abordagem de estruturas e processos complexos podendo ser comparados a um mapa que possibilita a chegada em um lugar (Gilbert *et al.*, 2000; De Santana; Dos Santos, 2019). O uso desses modelos, que servem como representação de estruturas de difícil assimilação, já foram usados por grandes nomes da ciência, como Linus Pauling e Watson e Crick para representar respectivamente aspectos da química e a estrutura da dupla hélice, o que demonstra sua relevância na construção do saber (Gonçalves, 2021).

Desta forma, a divulgação da biologia celular por meio de exposições didáticas para a comunidade fora da universidade, e especificamente para alunos em formação, desempenha um papel fundamental na promoção da compreensão pública da ciência e na disseminação do conhecimento científico. É uma forma de lidar com os desafios pedagógicos atuais, sendo a disseminação necessária para tornar o conhecimento acessível às partes interessadas, indo para além das fronteiras da academia (Beck; Mahdad; Beukel; Poetz, 2019). Isso não apenas aumenta a conscientização sobre o funcionamento interno dos organismos, mas também ajuda a esclarecer equívocos comuns e a desmistificar complexidades científicas. Além disso, ao tornar a biologia celular acessível e interessante para a comunidade em geral, a divulgação pode inspirar jovens a se interessarem pela ciência, estimulando futuras gerações de cientistas.

Tendo em vista a importância da temática explanada, bem como da sua divulgação, este artigo tem como objetivo descrever os recursos didáticos desenvolvidos e relatar a experiência da realização de uma exposição de biologia celular voltada para os estudantes de ensino médio da rede pública.

2. Procedimentos Metodológicos

2.1 Revisão Bibliográfica e Seleção dos Recursos Didáticos

Os recursos didáticos foram desenvolvidos por alunos de graduação do curso de odontologia e monitores da disciplina de biologia celular. Estes recursos foram escolhidos a partir da observação de ilustrações e relatos dos livros clássicos do ensino de citologia, biologia molecular e genética descritos na tabela 1. Foram selecionados os processos e estruturas mais importantes para cada temática de aula e receberam prioridade aqueles mais complexos e de visualização mais difícil. Os recursos foram esboçados em papel e tiveram suas medidas definidas previamente à execução.

Tabela 1: Referências para escolha dos modelos.

Título	Autores	Edição	Editora
Biologia Molecular da Célula	ALBERTS, Bruce <i>et al.</i>	6º edição	Artmed Editora S.A.
Biologia Celular e Molecular	HARVEY, Lodish <i>et al.</i>	7º edição	Artmed Editora S.A.
De Robertis Bases da Biologia Celular e Molecular	ROBERTIS, Eduardo de; HIB, José.	4º edição	Editora Guanabara Koogan LTDA
Biologia Celular e Molecular	JUNQUEIRA, Luiz C.; CARNEIRO, José.	9º edição	Editora Guanabara Koogan LTDA
Biologia Celular	MAILLET, Marc.	8º edição	Livraria Santos Editora
Fundamentos da Biologia Celular	ALBERTS, Bruce; <i>et al.</i>	4º edição	Artmed Editora S.A.

Fonte: Autoria própria



2.2 Desenvolvimento dos Macromodelos Celulares Tridimensionais

Foram construídos macromodelos tridimensionais representativos e de baixo custo para: as células eucarionte animal e vegetal, célula procarionte, mitocôndria, cloroplasto, ribossomos, membrana plasmática, sarcômero e para o processo de transporte através da membrana. Com exceção dos macromodelos do transporte transmembrana e Sarcômero Lúdico, cuja realização é descrita em maiores detalhes na sequência, os demais modelos foram desenvolvidos conforme a seguinte metodologia. Para a estruturação geral dos modelos, foram utilizados materiais de baixo custo como massa do tipo “epóxi” ou de “biscuit”. As estruturas menores de diferentes formatos também foram feitas de biscuit, mas com a adição de outros materiais, como esferas de isopor, arames e cola. As organelas e estruturas subcelulares foram moldadas com auxílio de matérias simples como lápis, régua, copos, tábuas e moldes pré-construídos. Os modelos mais complexos com várias peças ou camadas foram montados em etapas com prazos de secagem de 48 a 72 horas. Após a secagem, todas as peças foram recobertas com verniz, para aumentar a duração. Para auxiliar na abordagem investigativa do ensino prático as estruturas não foram identificadas.

2.2.1 Transporte Transmembrana

A criação do modelo tridimensional da membrana plasmática com características magnéticas envolveu uma série de etapas meticulosas e o uso de diversos materiais. A base do modelo para suporte das demais estruturas foi feita com a utilização de uma chapa de madeira de 90 cm x 70 cm recoberta com folhas imantadas, proporcionando a propriedade magnética ao suporte do modelo. A cabeça dos lipídeos foi realizada por meio da modelagem de esferas de biscuit, enquanto as caldas foram feitas com miçangas e fios ortodônticos, criando a estrutura característica da bicamada fosfolipídica celular. As proteínas transmembrana foram estruturadas com bases de isopor e perfuradas com parafuso e porca, revestidas por biscuit colorido para representar diferentes conformações. Íons e moléculas de água foram construídos com a utilização de biscuit e arruelas de ferro, e foram capazes de interagir magneticamente com a superfície imantada, aumentando a interatividade do modelo. Também foi feita a incorporação de miçangas aderidas à superfície de forma espalhada para representar íons menores. O acabamento foi feito com EVA verde nas bordas do modelo, conferindo um aspecto mais refinado. Além disso, aplicou-se tinta preta para pintar a superfície de madeira, melhorando o aspecto visual e destacando as estruturas.

2.2.2 Sarcômero Lúdico

Para a execução do modelo do tipo modelo móvel, foram utilizadas chapas de madeira pinus nos tamanhos 30 cm x 70 cm x 4 cm, 10 cm x 60 cm x 4 cm e 10cm x 20cm x 4cm, adjuntas de cantoneiras destinadas a móveis para constituir a base do modelo. Círculos de madeira também foram utilizados para formar os discos de sustentação da miosina e actina, ambos representando os discos Z e linha M respectivamente. Por seguite, papel alumínio junto ao palito de churrasco e biscuit cederam a morfologia mais espessa dos filamentos de miosina.



Ademais, os palitos de churrasco formaram os filamentos de actina, junto a espirais e esferas de biscuit que representam respectivamente tropomiosina e troponina. As tintas acrílicas nas cores vermelho escarlate, azul-céu, preto, amarelo neon e verde neon conferiram o acabamento. Por fim, outros materiais como parafusos, cola instantânea e cola PVA foram utilizados na sustentação e conformação do projeto todo.

2.3 Elaboração dos Jogos Interativos

Foram criados jogos que permitiram aos alunos explorarem as células e seus componentes, além de entender as funções de diferentes organelas. Os jogos foram desenvolvidos com base em uma abordagem pedagógica centrada no aluno, buscando envolvê-lo de forma ativa em todo o processo de aprendizado e incluíram o jogo de tabuleiro humano “Aventura Citológica” e o jogo de memória e perguntas “BioMatch”, descritos a seguir.

2.3.1 Aventura Citológica

Este jogo segue a estrutura típica de jogos de tabuleiro com a pontuação aumentando à medida que os jogadores avançam o percurso. Para este, foram confeccionadas 12 pequenas caixas em papel paraná, as quais foram montadas em formato cúbico, empregando cola quente para uma fixação sólida. Em seguida, essas caixas receberam um revestimento com papel cartão colorido e foram adornadas com imagens de uma célula eucariote, produzidas em EVA colorido. Os broches contidos dentro das caixas, por sua vez, foram confeccionados com EVA colorido, alfinetes de segurança e papel cartão colorido, apresentando imagens detalhadas e fiéis das organelas que serão estudadas ao longo do jogo. Neste jogo, os estudantes são envolvidos por uma faixa confeccionada com tecido verde, na qual podem armazenar os broches coletados ao longo do percurso. Após essa etapa, prosseguiu-se com a criação das estruturas citoplasmáticas, utilizando EVA colorido e técnicas de colagem. Essas estruturas são representativas do núcleo, retículo endoplasmático (RE), complexo de Golgi (CG), endossomos, mitocôndrias, ribossomos e peroxissomos.

2.3.2 Biomatch

O biomatch é um jogo de memória e perguntas. Para este foram utilizados cartões impressos em papel fotográfico de tamanhos 9,63 cm x 10,15 cm que, posteriormente, foram plastificados. O design dos cartões, tanto a frente como o verso, foi realizado através do site Canva. Ao todo foram feitos 86 cartões, sendo 44 de fotos de lâminas de aumentos diferentes, 21 de perguntas relacionadas aos assuntos de biologia celular e histologia, referentes às imagens das lâminas, e 21 cartões de gabaritos com as respectivas respostas.

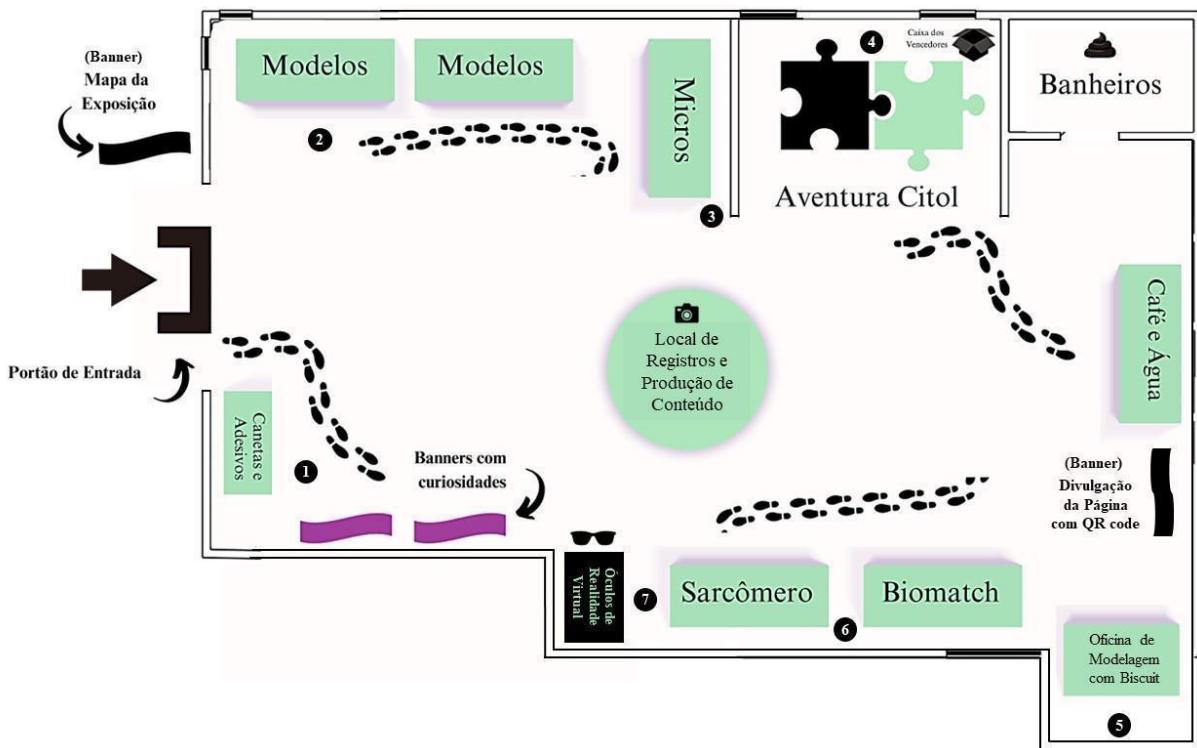
2.4 Óculos de Realidade Virtual

Os óculos realizam a projeção de vídeos em 360º disponíveis, especialmente, em plataformas digitais gratuitas ou formatados para a exibição. Para a construção desse projeto fez-se necessário, primeiramente, a impressão de um molde para orientar a construção da estrutura. Os óculos foram estruturados em papelão recortado a partir do molde e colado com cola quente. Ademais, para a funcionalidade do projeto, fixou-se duas lentes biconvexas na região ocular dos óculos e um ímã de neodímio em sua lateral. Para revestimento e acabamentos estéticos usou-se tecido e EVA preto colados. Para a utilização dos óculos, os vídeos foram projetados a partir da tela de smartphones disponibilizados pela organização do evento. O smartphone foi encaixado de modo fácil dentro dos óculos e anterior às lentes, o que possibilitou a visualização destes vídeos de forma tridimensional.

2.5 Exposição em Biologia Celular - Descrição e público-alvo.

O ambiente da exposição foi concebido e organizado para acentuar a exibição dos recursos desenvolvidos (Figura 1). Quanto à organização, o ambiente interno contou com mesas cobertas para exposição dos recursos didáticos, iluminação apropriada, banners informativos, microscópios, sistema de som e elementos decorativos. Os recursos didáticos foram organizados em ordem crescente de informação, desde os mais simples e abrangentes, até os mais complexos e específicos. Os jogos também foram expostos de maneira que permitiu o público-alvo interagir com esses recursos. Monitores devidamente treinados e capacitados guiaram os visitantes pela exposição, oferecendo explicações detalhadas sobre os macromodelos e sanando dúvidas, de forma a garantir uma experiência educativa enriquecedora. A promoção da aprendizagem multissensorial foi concretizada através da aplicação criteriosa de recursos visuais, táteis e auditivos, concebidos com o propósito de atender às diversas modalidades de aprendizado presentes entre os participantes. O público-alvo deste projeto compreendeu alunos do ensino médio de escolas públicas, abrangendo a faixa etária entre os 15 e 18 anos. Além disso, a exposição também recebeu educadores, professores e outros profissionais envolvidos no processo educativo, promovendo uma compreensão mais abrangente e atualizada da biologia celular.

Figura 1: Mapa da Exposição.



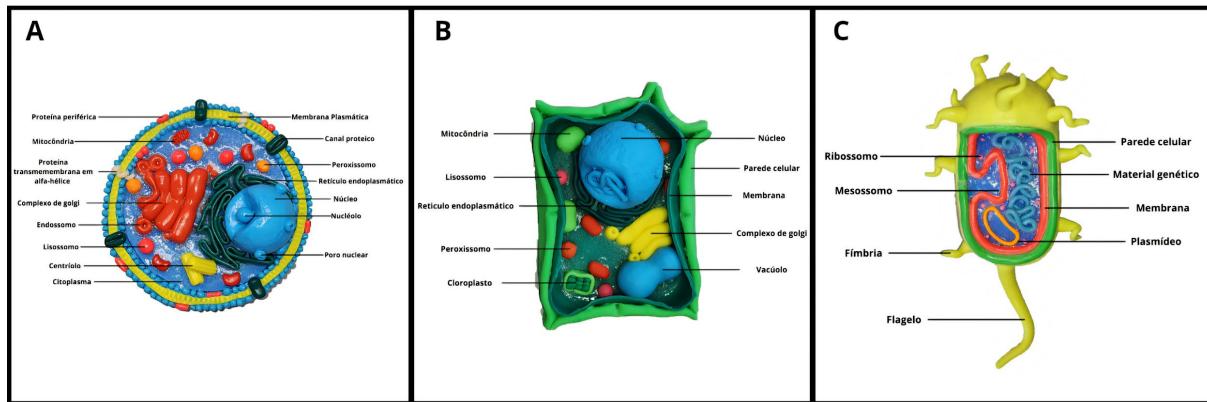
Fonte: Autoria própria.

3 Resultados e Discussão

3.1 Características dos Macromodelos

Foram construídos cinco modelos tridimensionais de cada tipo celular, representados na figura 2, totalizando 15 modelos. Os modelos possibilitam a compreensão concreta do conceito “célula” e suas dimensões relativas, por isso foram imediatamente reconhecidos pelos alunos, ressaltando a sua fidelidade e detalhamento. O estudo acompanhado destes macromodelos também permite a diferenciação entre os diferentes tipos celulares, reforçando os conhecimentos prévios dos alunos ou corrigindo-os.

Figura 2: Macromodelos Celulares.



Legenda: A) Célula eucarionte animal. B) Célula eucarionte vegetal. C) Célula procariante. Todos os macromodelos foram estruturados em biscuit associado com materiais diversos de baixo custo.

Também é possível evidenciar as organelas e algumas moléculas típicas destas células.

Fonte: Autoria própria

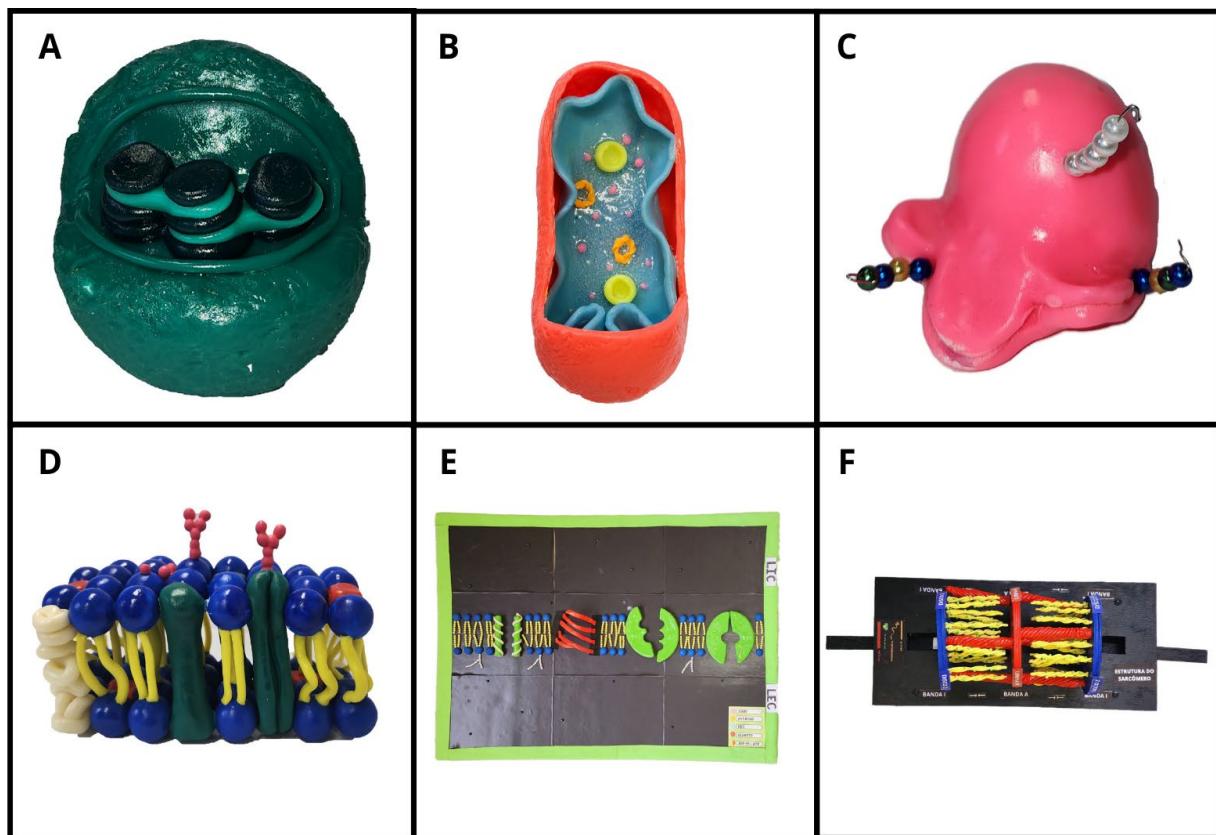
Nos modelos tridimensionais de célula eucarionte animal e vegetal, é possível a visualização: da membrana plasmática, mais detalhada na célula animal, com a presença de duas das três macromoléculas base da sua estrutura, os lipídeos e as proteínas ; do citoplasma, representado de forma translúcida, o que evidencia sua composição aquosa; do núcleo, em sua complexidade estrutural, com o envoltório bilaminar perfurado por complexos de poro e delimitando o nucleoplasma, o qual nas células animais contém o nucléolo e nas vegetais o cromossomo em fase de condensação intermediária; o RE, cuja membrana é contínua à membrana nuclear externa; o CG e suas cisternas, localizado estratégicamente entre o retículo e a membrana plasmática para destacar a sua função na via clássica de transporte vesicular; dos endossomos, vesículas de transporte que se deslocam em direção ao RE, à membrana plasmática e aos lisossomos; das mitocôndrias, delimitadas por dupla membrana; dos lisossomos e peroxissomos, representados como esferas menores. Especificamente nas células eucariontes animais, é possível visualizar os centríolos, estruturas importantes para a formação do fuso mitótico durante a divisão celular (Figura 2A). Já nas células eucariontes vegetais, é possível observar os cloroplastos, o vacúolo e a presença da parede celular, estruturas particulares destas células (Figuras 2B).

Nos modelos tridimensionais de células procariantes, evidencia-se a presença: do cromossomo único disposto ao longo do citoplasma, o qual constitui o nucleóide; do citoplasma, contendo numerosos ribossomos e o DNA circular plasmidial; da membrana plasmática, frequentemente observada dobrada após a fixação em lâminas (mesossomos); da sua parede celular característica; de uma eventual cápsula, da qual se projetam estruturas como fimbrias e o flagelo móvel (Figura 2C).

Cinco modelos de cada organela representada nas figuras 3A a 3D foram construídos, totalizando 20 modelos. O planejamento elaborado foi atingido e os modelos possibilitam a

visualização: do cloroplasto, exibindo suas membranas e os tilacoides empilhados; da mitocôndria, incluindo suas membranas externa e interna, o espaço intermembranar e a matriz mitocondrial, esta última contendo ribossomos, DNA e vesículas; da membrana plasmática e seus constituintes, incluindo lipídeos anfifílicos, proteínas integrais transmembrana, em conformação alfa-hélice e folha beta, e associadas à membrana, além de carboidratos constituintes do glicocálix.

Figura 3: Macromodelos Organelares e Estruturais. A) Cloroplasto. B) Mitocôndria. C) Ribossomo. D) Membrana plasmática. E) Modelo Transporte Transmembrana. F) Sarcômero Lúdico.



Fonte: Autoria própria.

O modelo tridimensional Transporte Transmembrana enfoca proteínas transmembranas de sarcômero ativo e passivo, bem como suas interações com íons e moléculas (Figura 3E). São representadas a bicamada fosfolipídica com carboidratos associados em ambos os lados da membrana, proteínas integrais transmembrana em suas diferentes conformações, além de íons e moléculas de água. Entre os benefícios educacionais do uso desse modelo estão a visualização detalhada de estruturas e processos, a compreensão prática dos mesmos, a manipulação direta das estruturas representadas, a simplificação de conceitos relacionados, o estímulo à discussão e o aumento da retenção do conteúdo, pois a abordagem prática melhora a lembrança a longo

prazo, permitindo que o conhecimento fique retido na mente dos estudantes (Miguel; Carneiro, 2024).

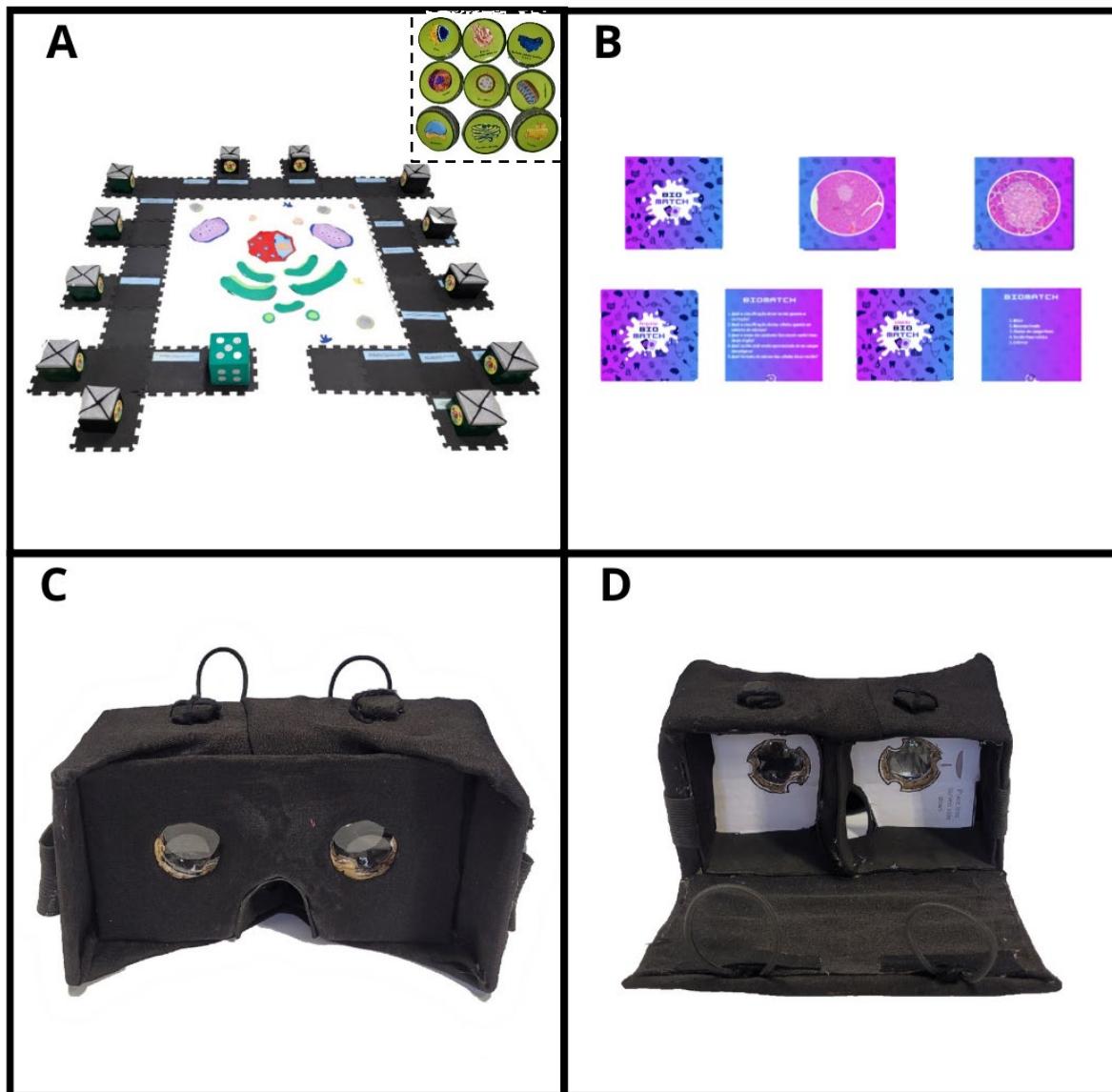
No modelo lúdico do sarcômero foram demonstrados todos os principais componentes de um sarcômero típico ilustrado em livros didáticos de biologia celular e histologia, além disso, o modelo apresenta uma mobilidade horizontal que simula a movimentação de uma real unidade de contração muscular (Figura 3F). A movimentação é feita por meio de alavancas que se encontram nas laterais do modelo, as quais possibilitam o deslizamento dos filamentos proteicos de actina e miosina, representando o sarcômero, hora relaxado, hora contraído. A interação, movimentação e visualização tridimensional que pode ser feita através do modelo do sarcômero facilita o entendimento de como essa estrutura complexa funciona, bem como favorece a compreensão de seus componentes e de como estes interagem entre si, abraçando a ludicidade, cuja essência está nos processos interativos realizados pelo indivíduo. Em outras palavras, a aprendizagem acontece por meio das interações diretas e indiretas dos alunos com o objeto em estudo (Rios; Bonfim, 2013). Revela-se, portanto, um importante instrumento de conhecimento complementar às aulas.

A elaboração dos modelos didáticos revelou-se benéfica também para os próprios responsáveis pela sua confecção. Após a conclusão do trabalho, uma monitora relatou que “*a experiência na criação dos modelos didáticos foi bastante produtiva envolvendo a aprendizagem de uma nova técnica de trabalho e a representação didática de elementos microscópicos. É gratificante saber como isso ajudará os novos alunos a aumentarem sua compreensão dos conceitos e fenômenos da biologia celular. Paralelamente, a participação no projeto contribuiu para melhor desenvolver as habilidades comunicativas e explicativas.*”

3.2 Características dos Jogos Didáticos

Devido à sua natureza dinâmica, os jogos didáticos estimulam a interação social, a competição e a vontade de aprender. O modelo didático Aventura Citológica assume a forma de um jogo de tabuleiro educativo e oferece uma representação visual de uma célula eucariótica, proporcionando uma compreensão clara de suas estruturas (Figura 4). Além dessa representação, é possível identificar as organelas citoplasmáticas, conforme ilustrado na figura 4A. Esse design proporciona não apenas uma experiência prática envolvente para os estudantes durante o jogo, mas também um enriquecimento visual. O jogo inicia-se com questionamentos estratégicos dirigidos aos discentes, acompanhados da atribuição de "habilidades" aos estudantes, associando a função de cada organela. Os estudantes que acertavam os questionamentos, avançavam no tabuleiro. Este tipo de abordagem desafiadora enriquece a aprendizagem dos discentes, transformando a experiência educacional em algo engajante (Pauletti; Batista; Santos, 2021). O modelo proporciona uma visualização eficiente da correlação entre as estruturas celulares discutidas em sala de aula, promovendo uma compreensão substancial e aprofundada do tema.

Figura 4: Registro dos Jogos Didáticos. A) Aventura citológica. B) Biomatch. C e D) Óculos de realidade virtual confeccionados para e usados na exposição.



Fonte: Autoria própria.

O jogo didático BioMatch foi empregado inicialmente como um jogo da memória, mas ao acertar um par de cartas, o discente tinha a oportunidade de responder perguntas sobre biologia celular e histologia, testando assim seus conhecimentos (Figura 4B). Desta forma, ao combinar imagens de lâminas de aumentos distintos com cartões de perguntas e respostas, o jogo criou uma experiência interativa que estimulou os alunos de forma ativa. Através da associação visual entre as imagens das lâminas e os conceitos abordados nas perguntas, os estudantes foram incentivados a processar as informações de maneira mais profunda e integrada.

Os jogos usam gamificação para simplificar sistemas complexos, apresentando problemas e possibilitando entendê-los em um formato intuitivo (Ezezika *et al.*, 2023). Além disso, as perguntas desafiam os alunos a aplicarem os conhecimentos de forma contextualizada, reforçando a compreensão e a análise crítica, aqui no contexto da biologia celular.

Os óculos de realidade virtual também contribuíram para a consolidação da aprendizagem em biologia celular durante a exposição (Figura 4C e 4D). Levando em consideração o contexto social que os alunos vivenciam e sua relação com a tecnologia, sua atenção tende a ser rapidamente direcionada para a experimentação deste tipo de tecnologia (Bonete; Jensen; Katona, 2018). Com este aparato, os alunos puderam ter uma experiência virtual imersiva, rompendo com os métodos tradicionais de ensino, posto que os estudantes podem visualizar estruturas moleculares e processos complexos que, de maneira abstrata, tornam-se de difícil compreensão.

3.3 Exposição Didática

A exposição foi realizada durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de 2023 e recebeu aproximadamente 500 participantes, destes sendo 450 alunos de escolas públicas. Os demais eram professores, alunos de graduação e visitantes externos (Figura 5).

As atividades e modelos didáticos foram dispostos em mesas diferentes em ordem crescente de complexidade, acompanhados de monitores que explicaram e guiaram a interação dos alunos. A fim de garantir a orientação dos estudantes ao longo da exposição, um caminho feito de pegadas adesivas foi marcado no piso da estrutura. Ao adentrar no local da exposição, os alunos observaram pôsteres informativos a respeito de aspectos intrigantes e importantes da biologia celular (Figura 5A e 5B). Na sequência, eles observaram os modelos didáticos e lâminas prontas de citologia e histologia dispostas nos microscópios ópticos (Figuras 5C, 5D e 5E, respectivamente). Ainda a respeito dos modelos, os alunos ainda obtiveram explicações sobre as reais dimensões das estruturas apresentadas, evitando equívocos no entendimento morfométrico do que visualizavam. As lâminas disponibilizadas para visualização incluíam amostras de tecidos que se relacionavam em algum nível com os macromodelos, como a lâmina de cerebelo, parte do sistema nervoso central que ajuda na coordenação motora e equilíbrio, relacionada ao modelo do sarcômero lúdico. As demais lâminas expostas incluíram amostras/cortes de espermatozoides, glândula salivar, rim, esquistossomo macho, pólen, aspergillus e líquen. Adiante, os discentes puderam participar da Aventura Citológica e da oficina de modelagem biscuit, onde os alunos produziram suas próprias representações celulares com biscuit (Figuras 5F e 5G, respectivamente). A partir daqui seguiram as participações com o jogo Biomatch, com os macromodelos Sarcômero Lúdico e Transporte Transmembrana, e por fim com os óculos de realidade virtual (Figuras 5H, 5I e 5J, respectivamente).

Figura 5: Atividades realizadas durante a exposição.





Legenda: A) Recepção do evento com entrega de brindes e primeiras instruções. B) Pôsteres para divulgação de curiosidades relacionadas à biologia celular. C e D) Exibição dos macromodelos celulares e organelas. E) Visualização de lâminas histológicas e citológicas em microscópios ópticos. F) Estudantes interagindo durante o jogo Aventura Citológica. G) Realização da oficina de modelagem com biscuit. H) Realização do jogo Biomatch. I e J) Exibição dos macromodelos Sarcômero Lúdico e Transporte Transmembrana, e dos óculos de realidade virtual, respectivamente.

Fonte: Autoria própria.

A experiência na exposição indica que o uso de modelos didáticos é uma ferramenta eficaz para o ensino de estruturas e processos celulares. Esses modelos permitem ampliar a compreensão dos conteúdos por meio da interação visual e tátil, facilitando a assimilação e reduzindo o nível de abstração (Silva, 2022).

Apesar dos limites financeiros que a rede pública de educação básica dispõe, no Brasil, usar materiais de baixo custo ou até mesmo recicláveis pode ser uma opção para a aplicação desses modelos em diferentes contextos educacionais. Nos modelos deste estudo, prezou-se pela semelhança com as figuras e imagens presentes nos livros utilizados no ensino superior de biologia celular, possibilitando a conexão do modelo com o conteúdo da literatura de forma imediata, unindo teoria e prática. No decorrer do evento, os alunos das escolas convidadas puderam desenvolver sociabilidade, trabalho em grupo e afetividade.

O ensino de ciências desde a educação básica até o ensino superior ainda é uma tarefa complexa para os docentes, pois é desafiador ensinar nesta área aproximando-se do cotidiano dos alunos. Contudo, é papel do professor propor atividades que sirvam de motivação e que leve o aluno não só a querer aprender, mas a aplicar a ciência aprendida na escola, dando sentido ao objeto de conhecimento abordado (Silva *et al.*, 2021). Sendo assim, a exposição possibilitou aos professores presentes trabalharem de forma lúdica e interativa, adaptando o conteúdo em algo mais comprehensível, além de lançar novas ideias sobre outras formas de se ensinar biologia celular.

Atividades práticas não apenas contribuem com a construção da aprendizagem, mas também oportunizam uma experiência mais agradável no processo de ensino tanto para os

estudantes quanto para os professores (Silva; Santana, 2022). Foi perceptível a animação e a curiosidade dos alunos diante dos modelos e de tais atividades. A curiosidade é uma capacidade que auxilia na geração de motivação inerente, em objeção às atividades tradicionais, de memorização ou mecânicas. Ademais, acreditamos que a exposição dos recursos tenha estimulado a abstração, ou seja, a capacidade de formar imagens mentais das estruturas e processos celulares por parte dos alunos convidados. Através da ludicidade, os discentes sempre podem buscar o conhecimento próprio, resgatando experiências pessoais, valores, conceitos e têm a percepção de si como parte integrante no processo de construção de sua aprendizagem (Oliveira *et al.*, 2018).

4. Considerações finais

Este relato exibe os resultados de uma exposição didática de biologia celular realizada por discentes graduandos e docentes, tendo como foco estudantes do ensino público da região. Foi possível verificar a imersão e a interação dos alunos com a biologia celular por meio de recursos didáticos diversos e constatou-se a aceitação e eficácia metodológica desses recursos, levando a solidificação da aprendizagem. Por meio desta exposição, apresentaram-se ferramentas pedagógicas que vão contra ao modelo tradicional de ensino, foi possível relacionar teoria e prática, e estimular a curiosidade intelectual e científica dos alunos. Estes se tornaram protagonistas do seu desenvolvimento, deixando de lado a verticalização tradicional do ensino e alcançando uma horizontalidade no processo de aprendizagem.

Referências

ADHIKARLA, Prem Swaroop; BHAVANASI, Pavithra; BOLLAPRAGADA, Raj Sekhar. Understanding cell biology. **International Journal of Research In Phytochemical And Pharmacological Sciences**, 2019. Disponível em: [\(PDF\) Understanding Cell Biology \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/333717137). Acesso em: 19 de junho de 2024.

ALT, M. B.; GOSLING, D. C.; MILES, R. S. The design of educational exhibits. **Routledge**, 2012.



BECK, Susanne; MAHDAD, Maral; BEUKEL, Karin; POETZ, Marion. The Value of Scientific Knowledge Dissemination for Scientists—A Value Capture Perspective. **Publications**, 2019. Disponível em: [Publications | Free Full-Text | The Value of Scientific Knowledge Dissemination for Scientists—A Value Capture Perspective \(mdpi.com\)](#). Acesso em: 18 de maio de 2024.

BHALLA, Nikhil; CHIANG, Hung-Ju; SHEN, Amy Q. Cell biology at the interface of nanobiosensors and microfluidics. **Methods in cell biology**, 2018. Disponível em: [Cell biology at the interface of nanobiosensors and microfluidics - PubMed \(nih.gov\)](#). Acesso em: 19 de junho de 2024.

BONETE, Maria José Garcia; JENSEN, Maja; KATONA, Gergely. A practical guide to developing virtual and augmented reality exercises for teaching structural biology. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, 2018. Disponível em: [A practical guide to developing virtual and augmented reality exercises for teaching structural biology - Garcia-Bonete - 2019 - Biochemistry and Molecular Biology Education - Wiley Online Library](#). Acesso em 17 de maio de 2024.

CARLAN, Francele de Abreu; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Elgion Lucio Silva. Teaching cell biology in primary schools. **Education Research International**, 2014. Disponível em: [\(PDF\) Teaching Cell Biology in Primary Schools \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 19 de junho de 2024.

CORREA *et al.* Cardboard Dinosaur: The Use of Simple Three-Dimensionality and Macroscopy Tools as a Low-Cost Strategy for Presentation of Classical Biological Themes. **Creative Education**, 2020. Disponível em: [Cardboard Dinosaur: The Use of Simple Three-Dimensionality and Macroscopy Tools as a Low-Cost Strategy for Presentation of Classical Biological Themes \(scirp.org\)](#). Acesso em: 17 de maio de 2024.

DE SANTANA, Juliane Maria; DOS SANTOS, Caique Barbosa. O Uso de Modelos Didáticos de Células Eucarióticas como instrumentos facilitadores nas aulas de Citologia do Ensino Fundamental/The Use of Didactic Models of Eukaryotic Cells as Facilitating Tools in the Cytology Classes of Elementary Education. ID on line. **Revista de psicologia**, v. 13, n. 45, p. 155-166, 2019.

DE SOUSA, Antonio Sérgio; DE OLIVEIRA, Francisca Carla Silva; VIEIRA, Fábio José. Jogos e modelos didáticos, associados à aula expositiva dialogada, no ensino de citologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 195-211, 2021.

EZEZIKA, Obidimma; FUSARO, Maria; REBELLO, Tiago; ASLEMANDE, Asal. The Pedagogical Impact of Board Games in Public Health Biology Education: The Bioracer Board Game. **Journal of Biological Education**, 2023. Disponível em: [Full article: The Pedagogical Impact of Board Games in Public Health Biology Education: The Bioracer Board Game \(tandfonline.com\)](#). Acesso em: 17 de maio de 2024.

GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn (Ed.). Developing models in science education. **Springer Science & Business Media**, 2000.

GONÇALVES, Tiago Maretti. Construindo um modelo didático 3D de baixo custo para facilitar a aprendizagem da membrana plasmática no Ensino Médio e Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e3510514541-e3510514541, 2021.

GUIMARÃES, E. G.; CASTRO, L. S; BEAUTZ, K. R.; ROCHA, G. L. O USO DE MODELO DIDÁTICO COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR. **Revista Univap**, 2016. 22(40), 231. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.972>.

MARTINS, Édila Caroline da Silva; PINHO, Maria José Souza; CONCEIÇÃO, Lucas Barbosa. ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS COMO RECURSO METODOLÓGICO NAS AULAS DE BIOLOGIA CELULAR. IX ENALIC - Encontro Nacional de Licenciaturas, 2023. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV_190_MD3_ID4660_TB866_18112023094731.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2024.

MIGUEL, Gisele Francelino; CARNEIRO, Celso Dal Ré. Papel do trabalho de campo na consolidação da memória e aprendizagem. **Terraes didática**, 2024. Disponível em: [Papel do trabalho de campo na consolidação da memória e aprendizagem | Terraes Didatica \(unicamp.br\)](#). Acesso em: 13 de maio de 2024.

NEVES, Ricardo Ferreira das; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos; FERREIRA, Helaine Sivini. A imagem da célula em livros de Biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2016. Disponível em: [A IMAGEM DA CÉLULA EM LIVROS DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA TEORIA COGNITIVISTA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA | Investigações em Ensino de Ciências \(ufrgs.br\)](#). Acesso em: 19 de junho de 2024.

OLIVEIRA, Flávia Assunção de; FERREIRA, Anna Rebeka O.; MOTA, Brenda Mellissa Barros; MACHADO, Marcio Fraiberg. A BUSCA PELA QUALIDADE EDUCACIONAL: AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS LÚDICAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ANATOMIA HUMANA ATRAVÉS DA INTERDISCIPLINARIDADE NA FORMAÇÃO DE DOCENTES. **Redin - revista educacional interdisciplinar**, 2018. Disponível em: [A BUSCA PELA QUALIDADE EDUCACIONAL: AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS LÚDICAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ANATOMIA HUMANA ATRAVÉS DA INTERDISCIPLINARIDADE NA FORMAÇÃO DE DOCENTES | Redin - Revista Educacional Interdisciplinar \(faccat.br\)](#). Acesso em: 20 de maio de 2024.

PAULETTI, Eloisa da Silva; BATISTA, Tailine Penedo; SANTOS, Eliane Gonçalves dos. Modelos didáticos no ensino de biologia celular. **Encontro sobre investigação na escola**, v. 17, n. 1, 2021. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/EIE/article/download/15774/10577>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001. Disponível em: <https://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>. Acesso em: 17 de julho de 2025.

RIOS, Vitor Passos; BONFIM, Vanessa Maria Gomes. An inexpensive 2-D and 3-D model of the sarcomere as a teaching aid. **Advances in Physiology Education**, 2013. Disponível em: [An inexpensive 2-D and 3-D model of the sarcomere as a teaching aid | Advances in Physiology Education](#). Acesso em: 17 de maio de 2024.

SCHMITT, Camila; DOMINGUES, Maria José Carvalho de Souza. Estilos de aprendizagem: um estudo comparativo. Avaliação: **Revista da Avaliação da Educação Superior** (Campinas), v. 21, n. 2, p. 361–386, jul. 2016.

SILVA, Antônio A. *et al.* Uso de modelos didáticos no ensino de ciências no ensino fundamental sob a perspectiva dos professores. Somma: Revista Científica do Instituto Federal do Piauí, v. 7, n. 1, p. 1-20, 2021.

SILVA, Henrique Mendes da. Cell division: modeling in Genetics and Molecular Biology. **Research, Society and Development**, 2022. Disponível em: [Cell division: modeling in Genetics and Molecular Biology | Research, Society and Development \(rsdjournal.org\)](#). Acesso em: 19 de maio de 2024.

SILVA, Henrique Mendes; SANTANA, Neydson Soares. Avaliação de uma aula prática orientada a “Osmose em ovos de codorna”: contribuições e possibilidades para o ensino de Bioquímica no ensino médio. **Journal of biochemistry education**, 2022. Disponível em: [Avaliação de uma aula prática orientada a “Osmose em ovos de codorna”: contribuições e possibilidades para o ensino de Bioquímica no ensino médio | Revista de Ensino de Bioquímica \(bioquimica.org.br\)](#). Acesso em: 19 de maio de 2024.

Recebido em fevereiro de 2025
Aceito em outubro de 2025

Revisão gramatical realizada por: Nerduca Soluções Educacionais Ltda.
E-mail: praiseassessoria@gmail.com

