

Arte e Ciência: A Construção de Maquetes Tridimensionais de Células Eucarióticas como Estratégia Interdisciplinar no Ensino de Biologia

Claudio Geraldo Rocha Caldeira¹

Resumo:

O ensino de Biologia no Ensino Médio demanda estratégias pedagógicas que articulem teoria e prática na abordagem de conteúdos de biologia celular. Este estudo analisou as contribuições pedagógicas da construção de maquetes tridimensionais de células eucarióticas como prática interdisciplinar entre Biologia e Artes Visuais no Ensino Médio público. O referencial teórico fundamentou-se na mediação simbólica e na Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky, na ancoragem cognitiva da aprendizagem significativa de Ausubel e na formação dialógica e problematizadora de Freire. A pesquisa configurou-se como estudo de caso de abordagem qualitativa, realizado com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de escola pública de Curvelo, Minas Gerais. Os dados foram obtidos mediante observação participante estruturada, registros fotográficos, análise de apresentações orais e questionários semiestruturados. O tratamento dos dados seguiu a análise de conteúdo segundo Bardin. A validação dos achados foi assegurada por triangulação metodológica. Os resultados revelaram maior domínio conceitual sobre organelas celulares, capacidade de identificar imprecisões científicas entre pares, ampliação da fruição estética e fortalecimento do protagonismo e da colaboração estudantil. A modelagem celular tridimensional constituiu-se como dispositivo pedagógico de mediação simbólica capaz de integrar dimensões cognitivas, sociais e estéticas da aprendizagem no contexto escolar contemporâneo.

Palavras-chave:

Ensino de Biologia. Maquetes tridimensionais. Interdisciplinaridade. Artes Visuais. Aprendizagem significativa.

Art and Science: The Construction of Three-Dimensional Models of Eukaryotic Cells as an Interdisciplinary Strategy in Biology Education

Abstract:

Biology teaching in secondary education requires pedagogical strategies that articulate theory and practice in addressing cell biology content. This study analyzed the pedagogical contributions of constructing three-dimensional models of eukaryotic cells as an interdisciplinary practice between

¹ Mestrando em Administração pela Universidade FUMEC, na linha temática Gestão da Inovação. Professor da Educação Básica pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG). E-mail: caldeiraciencias@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2478-506X>

Biology and Visual Arts in public secondary education. The theoretical framework drew on Vygotsky's symbolic mediation and Zone of Proximal Development, Ausubel's cognitive anchoring within meaningful learning theory, and Freire's dialogical and problem-posing pedagogy. The research was designed as a qualitative case study involving first-year secondary school students from a public school in Curvelo, Minas Gerais, Brazil. Data were collected through structured participant observation, photographic records, oral presentation analysis, and semi-structured questionnaires. Data analysis followed Bardin's content analysis. Findings were validated through methodological triangulation. Results revealed greater conceptual mastery of cell organelles, students' capacity to identify scientific inaccuracies in peers' work, expanded aesthetic appreciation, and strengthened student agency and collaborative competencies. Three-dimensional cell modeling constitutes a pedagogical device of symbolic mediation capable of integrating cognitive, social, and aesthetic dimensions of learning in contemporary secondary school contexts.

Keywords: Biology education; 3D models; Interdisciplinarity; Visual Arts; Meaningful learning.

Arte y Ciencia: La Construcción de Maquetas Tridimensionales de Células Eucariotas como Estrategia Interdisciplinaria en la Enseñanza de la Biología

Resumen:

La enseñanza de Biología en la educación secundaria requiere estrategias pedagógicas que articulen teoría y práctica en el abordaje de contenidos de biología celular. Este estudio analizó las contribuciones pedagógicas de la construcción de maquetas tridimensionales de células eucariotas como práctica interdisciplinaria entre Biología y Artes Visuales en la educación secundaria pública. El marco teórico se fundamentó en la mediación simbólica y la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky, en el anclaje cognitivo del aprendizaje significativo de Ausubel y en la formación dialógica y problematizadora de Freire. La investigación se configuró como estudio de caso de enfoque cualitativo, realizado con estudiantes de primer año de una escuela pública de Curvelo, Minas Gerais, Brasil. Los datos se obtuvieron mediante observación participante estructurada, registros fotográficos, análisis de presentaciones orales y cuestionarios semiestructurados. El tratamiento de los datos siguió el análisis de contenido según Bardin. La validación de los hallazgos fue asegurada mediante triangulación metodológica. Los resultados revelaron mayor dominio conceptual sobre orgánulos celulares, capacidad de identificar imprecisiones científicas entre pares, ampliación de la fruición estética y fortalecimiento del protagonismo y la colaboración estudiantil. La modelización celular tridimensional constituye un dispositivo pedagógico de mediación simbólica capaz de integrar dimensiones cognitivas, sociales y estéticas del aprendizaje en el contexto escolar contemporáneo.

Palabras clave: Ensino de Biologia; Maquetas 3D; Interdisciplinaridad; Artes Visuais; Aprendizaje significativo.

1 Introdução

O ensino interdisciplinar tem sido reconhecido como uma estratégia relevante para promover aprendizagens significativas em conteúdos complexos, especialmente no ensino de Ciências e Biologia. Nesse contexto, a articulação entre Arte e Ciência amplia as possibilidades de representação, interpretação e compreensão dos fenômenos biológicos, favorecendo experiências educativas mais criativas, críticas e contextualizadas.

Diante do caráter teórico e abstrato de muitos conteúdos da Biologia, sobretudo aqueles relacionados à biologia celular, torna-se necessário recorrer a metodologias que

aproximem os estudantes dos conceitos científicos por meio de experiências ativas, colaborativas e socialmente mediadas. O ensino tradicional, frequentemente baseado em aulas expositivas e em materiais didáticos convencionais, tende a limitar a compreensão de estruturas microscópicas e a dificultar a atribuição de sentido aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

No campo do ensino de Ciências, a construção de maquetes tridimensionais tem se consolidado como uma estratégia pedagógica potente, não apenas por favorecer a representação de objetos de estudo invisíveis a olho nu, mas por instaurar processos de mediação cultural que articulam linguagem, experiência, interação e produção simbólica. Em vez de se restringir à mera “visualização concreta”, a maquete atua como um artefato pedagógico que reorganiza a relação do estudante com o conteúdo, permitindo-lhe manipular, comparar, discutir e reconstruir conceitos.

Sob a perspectiva de Vygotsky (1991), a aprendizagem é um processo socialmente constituído, mediado por instrumentos culturais e pela interação com outros sujeitos. Nessa lógica, a instrução não deve apenas acompanhar o desenvolvimento, mas adiantar-se a ele, atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal, isto é, na distância entre o que o estudante já realiza sozinho e o que pode realizar com auxílio. Assim, a maquete pode ser compreendida como um instrumento de mediação que transforma percepções sensoriais em formas superiores de pensamento e de elaboração conceitual.

Na mesma direção, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000) permite compreender que novos conhecimentos são assimilados de modo substantivo quando se relacionam, de forma não arbitrária, com conhecimentos prévios relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse sentido, a maquete tridimensional funciona como um suporte empírico concreto e como um organizador avançado, favorecendo a ancoragem dos conceitos de Citologia e contribuindo para que o conteúdo biológico deixe de ser apenas memorizado e passe a ser compreendido em profundidade.

Já em Paulo Freire (1987), a educação é concebida como prática dialógica, crítica e problematizadora, em oposição à educação bancária. A construção da maquete pode ser entendida, nesse horizonte, como uma codificação da realidade biológica — a célula — que exige dos estudantes um processo de descodificação, isto é, análise, interpretação e reconstrução crítica do objeto de estudo. Desse modo, o conhecimento não é transferido passivamente, mas produzido na relação entre sujeitos que investigam, perguntam, argumentam e atribuem sentido ao que aprendem.

No intuito de fundamentar historicamente a indissociação entre arte e ciência, aspecto central para a compreensão das práticas interdisciplinares, Corso, Rocha e Garcia (2019, p. 54) afirmam, no capítulo *Onde a Arte e a Ciência se encontram?*, que:

Inúmeros são os pontos de contato entre arte e ciência. Eles remontam aos tempos antigos, quando os campos de conhecimento se confundiam. A ideia de projeção de um futuro imaginado, a invenção de mundos dados pelas lendas, a magia dos antigos, os primeiros desenhos de estrelas, a produção de tintas, os projetos de casas, de mobiliários, de máquinas, de ferramentas, de estradas e pontes. Exemplificando, os estudos artísticos de corpos humanos utilizando cadáveres, quando as instituições católicas consideravam sacrilégio, resultaram em importantes contribuições que a arte deixou para o campo da saúde. Há incontáveis avanços e descobertas decorrentes de pesquisas que nasceram de processos investigativos dentro do campo artístico, em um tempo em que alquimia, arte e magia antecederam a ideia de Ciência.

À luz dessa perspectiva, a integração entre Arte e Ciência revela-se uma estratégia pedagógica potente para favorecer aprendizagens mais significativas e contextualizadas, sobretudo quando mobiliza produção colaborativa, criatividade, sensibilidade estética e reflexão conceitual. No âmbito da interdisciplinaridade entre Arte e Ciência, diferentes pesquisas têm destacado que experiências pedagógicas envolvendo modelagem, representação visual e construção coletiva favorecem processos de comunicação, pensamento crítico e atribuição de significado aos conteúdos científicos.

Embora existam estudos sobre metodologias ativas no ensino de Ciências, ainda são relativamente limitadas as investigações que analisam, de forma articulada, a construção de maquetes celulares tridimensionais como estratégia interdisciplinar entre Biologia e Artes Visuais no contexto do Novo Ensino Médio. Nesse sentido, o presente estudo busca contribuir para esse campo ao analisar os impactos pedagógicos dessa prática no processo de aprendizagem e no protagonismo estudantil.

Este estudo de caso foi realizado com alunos das turmas 02, 03 e 04 do primeiro ano do Novo Ensino Médio Parcial de uma escola pública localizada no município de Curvelo, Minas Gerais. A pesquisa focalizou a análise da confecção e apresentação de maquetes tridimensionais de células eucarióticas como estratégia interdisciplinar entre os componentes curriculares de Biologia e Artes Visuais.

Diante desse contexto, a proposta de integrar Biologia e Artes Visuais, por meio da construção de maquetes tridimensionais de células eucarióticas, surgiu como possibilidade de promover aprendizagens mais significativas, contextualizadas e participativas. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar de que maneira essa prática interdisciplinar contribui para a aprendizagem dos conteúdos biológicos, para o desenvolvimento da sensibilidade estética e para o fortalecimento do protagonismo estudantil no ensino de Biologia.

2 Interdisciplinaridades no ensino de ciências e artes visuais

A integração entre diferentes áreas do conhecimento tem se mostrado uma alternativa consistente para enfrentar a fragmentação do ensino e promover aprendizagens mais amplas e contextualizadas. No ensino de Ciências, particularmente, a articulação com as Artes Visuais amplia as possibilidades de abordagem dos conteúdos, ao mobilizar dimensões sensoriais, cognitivas e expressivas que favorecem a compreensão de fenômenos complexos. Essa perspectiva interdisciplinar permite que os estudantes estabeleçam conexões entre teoria e prática, abstração e materialidade, contribuindo para uma formação mais crítica, criativa e significativa.

Segundo Bezerra *et al.* (2022), a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências e Artes Visuais pode ser entendida como a integração de conhecimentos e práticas dessas áreas, visando promover uma aprendizagem mais envolvente, contextualizada e criativa. Essa abordagem facilita a compreensão de conceitos científicos ao relacioná-los com manifestações artísticas e atividades práticas, como a confecção de maquetes, que estimulam a investigação, socialização e o entendimento das estruturas celulares em Biologia.

Como bem nos assegura Araujo *et al.* (2013), a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências e Artes Visuais é uma abordagem que integra os conhecimentos científicos e artísticos com o objetivo de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo, criativo e sensorial. Ao unir a leitura de imagens citológicas à construção de modelos

tridimensionais com técnicas de escultura, promove-se a compreensão mais concreta e visual da célula e suas estruturas, estimulando tanto a reflexão científica quanto a expressão artística dos estudantes e professores.

A Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências e Artes Visuais permite:

Pensar a arte e a ciência como possibilidades de explicação/contemplação do mundo [...] uma vez que é possível compreender [...] que diversos processos para a elaboração de uma obra também envolvem rigor, estudos e metodologias que tangenciam procedimentos científicos (CARVALHO, 2024, p. 12).

A interdisciplinaridade entre as Ciências — Química, Física, Biologia — e as Artes Visuais pode ser efetivada por meio de atividades práticas que promovem a articulação desses saberes. Na interface entre Física e Artes, os estudantes analisam as propriedades da luz e sua decomposição em cores para elaborar pinturas que exploram o círculo cromático, além de efeitos de sombra e iluminação.

Em Química, investiga-se a composição de pigmentos por meio da produção de tintas naturais, empregando substâncias como beterraba e açafrão, o que articula o saber científico à prática artística. No âmbito da Biologia, a observação de lâminas celulares vegetais e animais ao microscópio inspira ilustrações em aquarela que destacam organelas, enquanto a construção de dioramas ou instalações artísticas representa relações ecológicas — cadeias alimentares ou simbioses —, favorecendo a compreensão da interdependência entre espécies.

Por sua vez, Geografia e Artes Visuais se associam na elaboração de murais temáticos, mapas e representações de ecossistemas locais, fomentando a conscientização acerca da sustentabilidade. A Matemática, por fim, contribui com os conceitos de formas geométricas, simetria e proporção áurea, aplicados à composição e à análise de obras, auxiliando os alunos a aprenderem equilíbrio e harmonia visual. Tais práticas integradas consolidam um aprendizado mais concreto, estimulando o pensamento crítico, a criatividade e a sensibilidade estética dos estudantes.

Cita-se, como um exemplo prático da interdisciplinaridade entre Ciências e Artes Visuais, a confecção de maquetes tridimensionais de células eucariontes animais e vegetais, bem como de células procariontes, incluindo as organelas constituintes. Nesse projeto, os estudantes usam conhecimentos científicos para entender a estrutura celular e suas funções, e, ao mesmo tempo, aplicam técnicas de Artes Visuais para construir modelos que representam a localização e a aparência das organelas, como núcleo, mitocôndrias, retículo endoplasmático e cloroplastos, por exemplo. Essa atividade promove uma compreensão visual e espacial do conteúdo científico, além de desenvolver habilidades criativas e técnicas artísticas, fortalecendo a integração entre as duas disciplinas.

A interdisciplinaridade entre Ciências e Artes Visuais favorece a integração de conhecimentos científicos e estéticos, contribuindo para a compreensão contextualizada dos fenômenos, o desenvolvimento do pensamento crítico e a ampliação das possibilidades de expressão e interpretação da realidade.

Nesse contexto, a articulação entre saberes científicos e artísticos configura-se como estratégia pedagógica relevante para a promoção de uma formação mais reflexiva, criativa e significativa.

2.1 Fundamentos Teóricos da Interdisciplinaridade: A Convergência entre Vygotsky, Freire e Ausubel na Modelagem Celular.

A integração entre arte e ciência no ensino de Biologia pode ser compreendida como uma estratégia pedagógica capaz de superar a fragmentação do conhecimento escolar, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e dotada de sentido para o estudante. Nesse cenário, a utilização de maquetes tridimensionais no ensino de Citologia configura-se como prática mediadora que possibilita a articulação entre percepção concreta e abstração conceitual.

Sob a perspectiva da teoria histórico-cultural, o processo de aprendizagem é compreendido como resultado da interação social mediada por instrumentos e signos. Nesse sentido, o desenvolvimento cognitivo não ocorre de forma isolada, mas em constante relação com o outro e com a cultura. Como afirma Vygotsky (1991):

O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas. (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

À luz dessa formulação, a construção de maquetes pode ser compreendida como um instrumento de mediação pedagógica, na medida em que permite transformar conteúdos abstratos — como estruturas celulares — em representações manipuláveis e socialmente compartilhadas. Além disso, a atividade favorece a atuação na Zona de Desenvolvimento Proximal, pois possibilita que os estudantes avancem em seus conhecimentos por meio da cooperação entre pares e da orientação docente, em um movimento em que o saber é construído na relação e não apenas recebido passivamente.

No campo da pedagogia crítica, a proposta de atividades práticas e participativas aproxima-se da concepção de educação problematizadora desenvolvida por Paulo Freire (1987). Diferentemente do ensino tradicional, baseado na transmissão de conteúdos, essa abordagem valoriza o diálogo e a construção coletiva do conhecimento. Como afirma Paulo Freire (1987):

A educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência intencionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo. (FREIRE, 1987, p. 38).

Essa perspectiva reforça que a aprendizagem não se limita à assimilação de informações, mas implica tomada de posição, interpretação crítica e reinserção do conteúdo na experiência vivida. Assim, ao construir maquetes celulares, os estudantes deixam de ocupar a posição de receptores passivos e assumem papel protagonista no processo de elaboração conceitual, articulando percepção, linguagem, estética e reflexão.

Em continuidade a essa discussão, e no plano cognitivo da aprendizagem, a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel evidencia a centralidade dos conhecimentos prévios na construção de novos significados. Segundo o autor, novas informações só são efetivamente assimiladas quando estabelecem relações substantivas com conceitos já presentes na estrutura

cognitiva do sujeito. É à luz da teoria da Aprendizagem Significativa que Ausubel (2000) esclarece tal dinâmica ao afirmar que:

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige que um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos. (AUSUBEL, 2000, p. 1).

Nesse sentido, as maquetes tridimensionais atuam como facilitadoras da aprendizagem, pois permitem que os estudantes estabeleçam conexões entre conceitos abstratos da Biologia Celular e experiências concretas. Ao manipular materiais, observar formas e construir representações, os alunos conseguem ancorar novos conhecimentos em estruturas cognitivas já existentes.

Além disso, o caráter estético e criativo da atividade contribui para o engajamento discente, favorecendo não apenas a compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento de habilidades como criatividade, colaboração, argumentação e pensamento crítico. Desse modo, a modelagem celular deixa de operar como mero recurso ilustrativo e passa a constituir um dispositivo pedagógico de mediação simbólica, diálogo e ancoragem cognitiva.

Dessa forma, a convergência entre as contribuições de Vygotsky (1991), Freire (1987) e Ausubel (2000) permite compreender a modelagem celular como uma prática pedagógica interdisciplinar sustentada por uma síntese teórica consistente, na qual se articulam a mediação social do conhecimento, a formação crítica dos sujeitos e a construção de aprendizagens significativas ancoradas nos saberes prévios dos estudantes.

Assim, o uso de maquetes no ensino de Biologia transcende a função de recurso didático ilustrativo, configurando-se como uma estratégia pedagógica robusta, capaz de integrar, de maneira articulada e significativa, as dimensões cognitivas, sociais, afetivas e culturais da aprendizagem.

3 A fruição estética como ferramenta de aprendizagem significativa

A experiência estética configura-se como uma dimensão formativa que articula percepção, interpretação e produção de sentidos no encontro do sujeito com as manifestações artísticas e culturais. Longe de se restringir à contemplação passiva, envolve um movimento ativo de elaboração simbólica, no qual se entrelaçam processos cognitivos, sensíveis e imaginativos, produzindo modos singulares de relação com o fenômeno artístico.

No campo educacional, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) compreende a fruição como uma disposição sensível caracterizada pela abertura ao novo, pelo estranhamento e pelo envolvimento com diferentes práticas artísticas e culturais. Tal perspectiva desloca a relação com a arte de uma lógica estritamente apreciativa para um campo

de experiências que mobilizam repertórios, afetos e formas de leitura do mundo, situando o sujeito em uma posição ativa diante da produção cultural.

Nessa direção, Faria, Souza e Brandão (2019) compreendem a fruição estética como um processo interativo e dinâmico de relação com a obra de arte, no qual o sujeito se envolve profundamente com os eventos e significados que dela emergem. Nesse movimento, a consciência articula-se à percepção sensorial, às dimensões psíquicas e à imaginação, configurando uma unidade indissociável entre cognição, sensibilidade e corporalidade.

Tal compreensão é aprofundada por Tolentino e Carneiro (2020), ao afirmarem que:

[...] a capacidade de construção de sentido, reconhecimento, análise e identificação de obras de arte e de seus produtores; [...] a elaboração das vivências humanas produzem significados socioculturais e históricos, [...] acontece reconhecendo a arte como conhecimento. Dessa forma, é possível interpretar, interrelacionar, compreender os pensamentos e as expressões de uma cultura (TOLENTINO; CARNEIRO, 2020, p. 242–245).

Sob essa perspectiva, a relação com a arte ultrapassa a imediatividade da dimensão sensível, configurando-se como prática interpretativa que exige do sujeito a mobilização de conhecimentos, experiências e referências culturais. Ao reconhecer a arte como forma de conhecimento, amplia-se a possibilidade de leitura crítica das produções artísticas, bem como a compreensão dos contextos históricos e socioculturais que as constituem.

Os autores reiteram esse entendimento ao afirmarem que:

[...] fruir em artes depende do conhecimento do sujeito e de como ele faz a leitura do mundo. O conhecimento em arte vem da junção da experimentação, do entendimento e da informação. Não há como fruir em artes sem reconhecê-la como conhecimento (TOLENTINO; CARNEIRO, 2020, p. 244).

Sob essa ótica, a experiência estética não se reduz à apreensão sensível, mas configura-se como um processo de elaboração de significados que mobiliza repertórios prévios e produz deslocamentos interpretativos. Ao articular percepção, conhecimento e experiência, essa dinâmica inscreve-se nos pressupostos da aprendizagem significativa, na medida em que favorece a ressignificação de conteúdos e a construção de sentidos mais complexos, críticos e contextualizados. Desse modo, a dimensão estética consolida-se como mediação fundamental nos processos formativos, ao integrar sensibilidade, reflexão e produção de conhecimento.

4 Sequências didáticas

As sequências didáticas abordadas no trabalho incluem a construção de maquetes tridimensionais de células eucarióticas como estratégia interdisciplinar entre Biologia e Artes Visuais. O processo se inicia com a organização dos alunos em grupos de cinco, permitindo que escolham seus colegas com base na afinidade. Esse formato busca promover a colaboração e o envolvimento ativo no aprendizado.

O primeiro passo da sequência envolve a pesquisa e planejamento, onde os grupos devem escolher os materiais necessários para a confecção das maquetes e realizar um levantamento de preços. Esse planejamento incentiva o desenvolvimento de habilidades relacionadas à pesquisa e ao gerenciamento de recursos, alinhando-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) relativas ao mundo do trabalho.

Após a fase de pesquisa, os alunos passam para a construção das maquetes. Essa etapa permite a visualização concreta das estruturas celulares, facilitando a compreensão dos seus componentes e funções. Durante esse processo, os alunos são incentivados a refletir criticamente sobre a representação das organelas, levando-os a discutir e analisar a pertinência dos elementos escolhidos e seus respectivos desenhos.

Os alunos das turmas 02, 03 e 04 do primeiro ano do Novo Ensino Médio Parcial realizaram a confecção de maquetes tridimensionais representando células e suas respectivas organelas, utilizando predominantemente isopor, além de outros materiais como gesso, massinha de modelar, massa de biscoito, miçangas, folhas de EVA (Ethylene Vinyl Acetate) coloridas, papel e papelão. Para a pintura, foram aplicados diferentes tipos de tinta, incluindo tinta acrílica, tinta a óleo, betume, verniz e tinta guache de diversas cores, além de pincéis, canetas hidrográficas coloridas, tesouras, estiletes e cola específica para EVA.

Também foram utilizadas esferas e placas de isopor, palitos (de dente, fósforo ou similares), agulhas e tiras de papel contendo a nomenclatura das organelas celulares. Esses materiais foram essenciais para garantir a fidelidade científica na representação das células animal e vegetal, permitindo aos estudantes integrar conhecimentos biológicos e habilidades artísticas, em consonância com os objetivos da atividade interdisciplinar proposta.

As maquetes apresentavam dimensões consideráveis, e cada organela foi identificada por meio de placas explicativas. Durante as apresentações, os alunos deveriam descrever as funções das organelas e distinguir as células animais das células vegetais. Foram sugeridos vídeos do YouTube®, bem como imagens e vídeos das plataformas Instagram® e TikTok®; contudo, a pesquisa deveria priorizar o uso de artigos científicos disponíveis no Google Acadêmico e no livro didático adotado em sala de aula. Os alunos, entretanto, tinham liberdade para empregar a técnica de representação celular que preferissem, desde que fosse mantida a fidelidade científica.

Nesse contexto, os recursos digitais foram utilizados como instrumentos de mediação pedagógica, com a finalidade de exemplificar procedimentos técnicos, ampliar referências visuais e orientar a construção das maquetes, contribuindo para a aprendizagem significativa, a articulação entre teoria e prática e o desenvolvimento da autonomia e da criticidade dos estudantes, em consonância com o rigor científico da proposta.

Os estudantes foram organizados em grupos de cinco integrantes, com liberdade para escolherem seus colegas conforme afinidade ou conveniência. O prazo para a confecção e montagem foi de um mês, ao final do qual os trabalhos foram apresentados dentro da sala de aula da escola onde o estudo foi conduzido, localizada na cidade de Curvelo, Minas Gerais.

As apresentações demonstraram envolvimento ativo, reflexão crítica e colaboração entre os alunos. Durante as exposições, membros de outros grupos apontaram erros, como a ausência de determinadas organelas ou a inclusão indevida de estruturas celulares. Por exemplo, alguns grupos representaram cloroplastos em células animais, enquanto outros negligenciaram a parede celular nas células vegetais. Essa troca de observações evidenciou a assimilação do conteúdo e o desenvolvimento da capacidade analítica dos estudantes ao longo do processo.

Além disso, promoveu a fruição estética, conceito essencial no ensino de Arte. As sequências didáticas, portanto, giram em torno da interação entre a teoria e a prática, enfatizando a importância da experiência estética na aprendizagem e o papel do aluno como protagonista no processo educativo. A proposta pedagógica revela a eficácia da construção de maquetes não apenas como uma atividade artística, mas como um recurso didático que

propicia uma aprendizagem significativa e duradoura no campo da Biologia (AUSUBEL, 2000).

5 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, do tipo estudo de caso, desenvolvido com estudantes do 1º ano do Ensino Médio Parcial de uma escola pública situada no município de Curvelo, Minas Gerais. A amostra consistiu em 48 participantes do sexo feminino e 53 participantes do sexo masculino, com idades variando de 15 a 17 anos. A escolha dessa abordagem fundamenta-se na necessidade de compreender, de forma aprofundada, os processos de aprendizagem, as interações sociais e as percepções dos sujeitos envolvidos em uma proposta pedagógica interdisciplinar que articula Biologia e Artes Visuais por meio da construção de maquetes tridimensionais de células eucarióticas.

A proposta didática foi estruturada em etapas sequenciais que envolveram pesquisa, planejamento, construção das maquetes e apresentação oral dos trabalhos, conforme descrito na seção de sequências didáticas. Durante esse processo, os estudantes foram organizados em grupos e orientados a mobilizar conhecimentos científicos e habilidades estéticas para a elaboração das representações celulares, garantindo a fidelidade conceitual e a expressividade artística. Essa organização permitiu a observação de dinâmicas colaborativas, tomada de decisões coletivas e desenvolvimento do protagonismo estudantil.

A coleta de dados ocorreu de forma sistemática e contemplou múltiplas estratégias. Inicialmente, realizou-se a observação participante estruturada ao longo de todas as etapas da atividade, com registros em diário de campo, nos quais foram descritos aspectos como o engajamento dos estudantes, a interação entre os grupos, as dificuldades encontradas e as estratégias de resolução adotadas. Paralelamente, foram realizados registros fotográficos com a finalidade de documentar o processo de construção das maquetes e subsidiar a análise das produções.

Ademais, procedeu-se à análise das apresentações orais, orientada por critérios previamente definidos, tais como domínio conceitual, coerência científica, clareza na exposição e articulação entre os conteúdos de Biologia e Artes Visuais. Por fim, foram aplicados questionários semiestruturados aos estudantes, contendo questões abertas e fechadas, com o objetivo de identificar suas percepções acerca da aprendizagem, da experiência estética e da interdisciplinaridade vivenciada.

O tratamento dos dados foi realizado por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016), estruturada em três etapas: pré-análise, exploração do material e interpretação dos resultados. Nesse processo, foram definidas categorias analíticas que orientaram a organização e a interpretação dos dados, a saber: (I) compreensão conceitual dos conteúdos biológicos; (II) criatividade e expressão estética nas produções; (III) engajamento discente ao longo das atividades; (IV) articulação interdisciplinar entre Biologia e Artes Visuais; e (V) desenvolvimento do pensamento crítico. Tais categorias foram estabelecidas a partir dos objetivos da pesquisa e permitiram uma análise sistemática e comparativa dos dados provenientes das diferentes fontes.

A validação dos dados foi assegurada por meio da triangulação metodológica, integrando informações oriundas da observação participante, dos registros fotográficos, das apresentações orais e dos questionários. Essa estratégia possibilitou a verificação da consistência dos achados e a redução de vieses interpretativos, conferindo maior rigor

científico à análise. Além disso, buscou-se manter coerência interna entre os dados empíricos e as interpretações realizadas, garantindo a fidedignidade dos resultados.

Os procedimentos de avaliação dos resultados foram fundamentados na análise integrada das evidências empíricas, considerando a correspondência entre as categorias analíticas e os dados coletados. Assim, a avaliação contemplou a evolução da compreensão conceitual dos estudantes, a qualidade das maquetes produzidas, o desempenho nas apresentações orais e as percepções expressas nos questionários. A relação entre os dados, sua análise e as conclusões foi estabelecida de forma explícita, permitindo inferir os impactos da proposta pedagógica na aprendizagem significativa, no desenvolvimento da criticidade e na valorização da experiência estética.

Desse modo, a metodologia adotada possibilitou não apenas a descrição do fenômeno investigado, mas também a interpretação fundamentada dos processos de ensino e aprendizagem, evidenciando a contribuição da proposta interdisciplinar para a formação integral dos estudantes.

6 Resultados e discussões

Os resultados obtidos na pesquisa evidenciam a eficácia da construção de maquetes tridimensionais no ensino de Biologia, promovendo uma aprendizagem mais concreta, interativa e significativa. Durante o processo, observou-se elevado nível de envolvimento dos estudantes, que não apenas executaram a atividade proposta, mas também participaram de discussões relevantes acerca dos conteúdos biológicos trabalhados. Esse engajamento evidencia o papel ativo do estudante na construção do conhecimento (FREIRE, 1987), em consonância com abordagens pedagógicas contemporâneas centradas na aprendizagem ativa.

Os questionários semiestruturados revelaram que a maioria dos estudantes reconheceu a construção das maquetes como estratégia que favoreceu a compreensão das estruturas celulares de forma concreta e contextualizada, destacando a visualização das organelas, o trabalho colaborativo e a dimensão estética como elementos motivadores. Essas percepções indicam que a atividade cumpriu função simultaneamente conceitual, afetiva e social, corroborando a perspectiva ausubeliana de que o material de aprendizagem precisa ser potencialmente significativo para o aprendiz (AUSUBEL, 2000) e a tese vygotskyana de que a interação social é condição constitutiva do desenvolvimento cognitivo (VYGOTSKY, 1991).

Durante as apresentações, emergiu a prática de avaliação entre pares como forma de regulação do conhecimento. Ao identificar inconsistências científicas nas produções dos colegas — presença de cloroplastos em células animais ou ausência da parede celular em células vegetais —, os estudantes demonstraram não apenas assimilação conceitual, mas também capacidade argumentativa e postura crítica diante do saber biológico. Esse movimento dialoga com a concepção freiriana de educação problematizadora (FREIRE, 1987), na qual o conhecimento é construído na relação entre sujeitos que investigam, questionam e atribuem sentido à realidade, configurando a avaliação entre pares como prática pedagógica emergente que fortaleceu o protagonismo estudantil e ampliou a qualidade das aprendizagens ao longo do processo.

Esses momentos de crítica e *feedback* não apenas evidenciaram a assimilação dos conhecimentos, mas também estimularam o desenvolvimento da capacidade analítica dos estudantes, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 — Representações tridimensionais de células eucarióticas animal (A) e vegetal (B) confeccionadas pelos estudantes.



Fonte: Registro fotográfico produzido pelo autor.

As representações evidenciam a correta identificação e organização das principais estruturas das células eucarióticas animal e vegetal, demonstrando fidelidade científica na confecção das maquetes pelos estudantes. Esse achado indica que a atividade não operou como simples reprodução visual de conteúdo, mas como situação de aprendizagem em que o estudante precisou comparar, justificar e reconstruir conceitos. A representação tridimensional funcionou, assim, como suporte para a argumentação científica, para a negociação entre pares e para a consolidação de conceitos que transcenderam a mera reprodução visual do conteúdo.

Esses resultados dialogam diretamente com os pressupostos da aprendizagem significativa, ao evidenciar que a construção ativa do conhecimento, mediada por interação social e linguagem (VYGOTSKY, 1991), favorece a consolidação de conceitos científicos de forma mais duradoura (AUSUBEL, 2000).

O desenvolvimento da fruição estética também foi um ponto central nos resultados. Os alunos relataram que a atividade facilitou a compreensão das estruturas celulares, tornando o aprendizado mais acessível e concreto. Adicionalmente, a experiência estética proporcionada pela confecção das maquetes permitiu aos alunos um contato direto com a Arte, promovendo uma apreciação estética que enriqueceu a vivência escolar, estabelecendo uma conexão entre ciência e arte relevante para o processo formativo (FARIA; SOUZA; BRANDÃO, 2019; TOLENTINO; CARNEIRO, 2020).

Esses resultados corroboram a literatura que defende a importância de práticas pedagógicas que estimulem a criatividade e a aprendizagem ativa (FREIRE, 1987). Além disso, reforçam a relevância da interdisciplinaridade como estratégia didática no contexto escolar (CORSO; ROCHA; GARCIA, 2019; CARVALHO, 2024). A interdisciplinaridade não apenas facilitou a assimilação de conteúdos científicos, mas também promoveu um ambiente de aprendizado colaborativo, onde o protagonismo estudantil foi incentivado.

Os diferentes instrumentos de coleta de dados permitiram observar o fenômeno sob múltiplas perspectivas, evidenciando convergência entre os registros empíricos e as

percepções dos estudantes. Essa convergência entre fontes reforça a confiabilidade dos achados e indica que o engajamento discente não foi pontual, mas sustentado ao longo de toda a atividade.

A análise dos questionários revelou que os estudantes perceberam a atividade como uma experiência pedagógica relevante, destacando que a construção das maquetes facilitou a visualização concreta das estruturas celulares e tornou o aprendizado mais dinâmico e atrativo (BEZERRA *et al.*, 2022). A maioria dos participantes indicou que a integração entre Biologia e Artes Visuais (CORSO; ROCHA; GARCIA, 2019; CARVALHO, 2024) contribuiu para tornar os conteúdos menos abstratos, além de estimular a criatividade, a expressão artística e a reflexão crítica (FARIA; SOUZA; BRANDÃO, 2019; TOLENTINO; CARNEIRO, 2020).

A interpretação dos dados foi realizada por meio da análise de conteúdo (BARDIN, 2016), considerando as categorias analíticas previamente estabelecidas na metodologia: compreensão conceitual, criatividade e expressão estética, engajamento discente, interdisciplinaridade e desenvolvimento do pensamento crítico. A triangulação metodológica, fundamentada na integração entre observação participante, registros fotográficos, apresentações orais e questionários, permitiu maior consistência analítica e contribuiu para a validação dos achados da pesquisa, reduzindo possíveis vieses interpretativos e fortalecendo o rigor científico do estudo.

Contudo, algumas limitações precisam ser consideradas. A investigação foi desenvolvida em um contexto específico, envolvendo estudantes de uma única escola pública e um recorte temporal delimitado, o que restringe possibilidades de generalização dos resultados. Além disso, embora a pesquisa tenha utilizado triangulação metodológica para validação dos dados qualitativos, não foram empregados instrumentos quantitativos ou análises estatísticas complementares, o que poderia ampliar as possibilidades de comparação e aprofundamento analítico.

Outra limitação refere-se à ausência de acompanhamento longitudinal dos estudantes, impossibilitando avaliar os impactos da proposta pedagógica em longo prazo. Desse modo, recomenda-se que pesquisas futuras adotem abordagens metodológicas mistas, integrando procedimentos qualitativos e quantitativos, além de ampliarem o número de participantes, instituições e contextos educacionais investigados.

No campo pedagógico, os resultados indicam que a construção de modelos tridimensionais pode ser incorporada como estratégia didática no ensino de Biologia, favorecendo não apenas a compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento da autonomia, da colaboração e da expressão criativa dos estudantes (BEZERRA *et al.*, 2022). Nesse sentido, a articulação entre diferentes áreas do conhecimento configura-se como elemento potencializador de práticas educativas mais contextualizadas e significativas, especialmente no que se refere à integração entre teoria e prática (CORSO; ROCHA; GARCIA, 2019).

Assim, os resultados desta pesquisa reforçam o potencial das práticas interdisciplinares como estratégias pedagógicas capazes de promover aprendizagem significativa, desenvolvimento crítico, criatividade e valorização da experiência estética no ensino de Biologia (AUSUBEL, 2000; VYGOTSKY, 1991; FARIA; SOUZA; BRANDÃO, 2019).

Para aprimorar futuras pesquisas, recomenda-se expandir o escopo do estudo para incluir diferentes turmas e escolas, o que pode proporcionar uma visão mais ampla sobre a eficácia da integração entre ambos os componentes curriculares. Por fim, o estudo contribui ao evidenciar que a integração entre Biologia e Artes Visuais constitui uma estratégia

pedagógica potente, capaz de promover não apenas a aprendizagem conceitual, mas também o desenvolvimento de competências críticas, criativas e estéticas no contexto escolar contemporâneo.

7 Considerações finais

Os resultados da pesquisa evidenciaram que a construção de maquetes tridimensionais constitui uma estratégia pedagógica eficaz para o ensino de Biologia, favorecendo a aprendizagem significativa, a compreensão dos conteúdos científicos e o desenvolvimento da fruição estética. A abordagem interdisciplinar entre Biologia e Artes Visuais contribuiu para ampliar o engajamento discente, estimular a participação colaborativa e fortalecer o pensamento crítico dos estudantes.

Os achados também demonstraram que a articulação entre ciência e arte potencializa práticas educativas mais contextualizadas e participativas, indicando a relevância da adoção de metodologias interdisciplinares no contexto escolar. Nesse sentido, recomenda-se a realização de pesquisas futuras que ampliem os contextos investigativos e explorem novas possibilidades de integração entre diferentes áreas do conhecimento.

Referências

ARAUJO, Carla Medeiros y; STARLING, Gabriela; BRITO, Ângela Zarat Pedrosa de; PEREIRA, Andreia; MACIEL, Victor Fortuna Alves. Arte no ensino da citologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1–8. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0439-1.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto; revisão científica de Vitor Duarte Teodoro. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BEZERRA, Cynara Carmo; NASCIMENTO, Eliandra Xavier; CHAGAS, France Helena Gomes das; PATROCÍNIO, Lynne Mara Sangel. Maquetes celulares como recurso didático para o ensino de biologia celular: uma experiência no residência pedagógica. **Marupiara**: Revista Científica do CESP/UEA, [S. l.], n. 9, p. 150–160, ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/marupiara/article/view/2663>. Acesso em: 15 abr. 2025.

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

CARVALHO, Daniela Franco. Arte contemporânea e educação em ciências. **Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciências e Matemática**, Araguaína, v. 4, p. e24010, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/RIEcim/article/view/19309>. Acesso em: 24 maio 2025.

CORSO, Josmael; ROCHA, Michel Zózimo da; GARCIA, Rosane Nunes. Um relato de experiência sobre interações entre a Ciência e as Artes Visuais na Educação Básica.

Cadernos do Aplicação, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 51-60, 31 dez. 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/CadernosdoAplicacao/article/view/93389>. Acesso em: 1 abr. 2025.

FARIA, Gabriel Pereira; SOUZA, Jordan Antonio de; BRANDÃO, Ludmila de Lima. Aisthesis e a fruição estética. **RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, [S. l.], v. 5, n. 5, p. 1-14, 31 maio de 2019. Disponível em: <https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/1545>. Acesso em: 5 maio 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

TOLENTINO, Igor Vieira e Sá; CARNEIRO, Aline Nunes. Fruição em artes e o processo de mediação nas atividades educativas no CRCP: um relato de experiência. **Revista Educação, Artes e Inclusão**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 238-367, 1 abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/arteinclusao/article/view/13874>. Acesso em: 13 maio 2025.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Organizadores: Michael Cole *et al.* Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

Contribuições da autoria

Claudio Geraldo Rocha Caldeira: Conceitualização, Organização, Interpretação e Análise de Dados, Investigação, Metodologia e Redação.

Data de submissão: 02/02/2026

Data de aceite: 03/07/2026