

Citologia no Ensino Médio: desafios didáticos e estratégias possíveis

Léo Ricardo Mussi⁷

DOI: [10.5281/zenodo.19040176](https://doi.org/10.5281/zenodo.19040176)

RESUMO

O ensino de Citologia no Ensino Médio apresenta desafios significativos relacionados à complexidade dos conceitos e à abstração dos conteúdos, o que frequentemente compromete o engajamento e a aprendizagem dos estudantes. Este artigo tem como objetivo analisar os principais obstáculos enfrentados na abordagem da Citologia em sala de aula, bem como apresentar estratégias didáticas que favoreçam uma aprendizagem mais significativa. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica qualitativa, com base em autores da área da educação e do ensino de Biologia. Os resultados apontam que fatores como o excesso de conteúdo, a descontextualização e o uso exclusivo de métodos expositivos dificultam a compreensão dos alunos. Em contrapartida, a adoção de metodologias ativas, como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas e gamificação, aliadas ao uso de recursos concretos e analogias (como a cidade e a fábrica celular), demonstram-se eficazes na facilitação do entendimento e na ampliação do interesse pela disciplina. Conclui-se que a superação dos desafios no ensino de Citologia passa pela ressignificação das práticas pedagógicas, priorizando estratégias centradas no protagonismo estudantil, na contextualização e na experimentação.

Palavras-chave: Citologia. Ensino de Biologia. Metodologias ativas. Recursos didáticos. Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

A citologia, ramo da biologia que estuda a estrutura e o funcionamento das células, é um dos fundamentos da compreensão dos processos vitais nos organismos vivos. No contexto da Educação Básica, especialmente no ensino médio, esse conteúdo é essencial para que os estudantes desenvolvam uma base sólida para temas mais complexos da Biologia, como genética,

⁷ leoricardobr@gmail.com

bioquímica e fisiologia. Entretanto, o ensino de citologia enfrenta diversos obstáculos nas escolas brasileiras, que vão desde limitações estruturais até dificuldades cognitivas dos alunos em compreender conteúdos abstratos e invisíveis ao olho nu.

No cenário escolar, é comum que os conteúdos citológicos sejam abordados de maneira expositiva, centrada na memorização de conceitos e na utilização do livro didático como principal recurso pedagógico. Essa abordagem, por si só, nem sempre favorece a aprendizagem significativa, sobretudo em contextos onde não há acesso a laboratórios, microscópios ou materiais didáticos interativos. A ausência de recursos visuais e práticos dificulta a formação de imagens mentais claras por parte dos estudantes, gerando desinteresse e baixa retenção dos conteúdos.

Além disso, o ensino de citologia exige do professor a habilidade de transpor didaticamente um conteúdo abstrato para uma linguagem acessível e conectada ao cotidiano dos alunos. No entanto, a sobrecarga de trabalho docente, a falta de formação continuada e a escassez de tempo para planejamento comprometem a qualidade dessa mediação pedagógica.

Diante desse cenário, torna-se necessário investigar os principais desafios que permeiam o ensino de citologia no ensino médio e, sobretudo, apontar estratégias didáticas viáveis e criativas que possam contribuir para uma abordagem mais significativa, mesmo em contextos de escassez de recursos.

Este artigo tem como objetivo analisar as dificuldades enfrentadas no ensino de citologia no ensino médio, com base em documentos oficiais e literatura acadêmica, e apresentar alternativas pedagógicas acessíveis e eficazes para tornar esse conteúdo mais compreensível e atrativo aos estudantes. Para isso, discute-se inicialmente a importância da citologia no currículo escolar, em seguida os principais obstáculos didáticos enfrentados, e por fim, são exploradas estratégias que favorecem a aprendizagem desse conteúdo essencial da Biologia.

1. CITOLOGIA E SUA ABORDAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A citologia ocupa um lugar central no ensino de Biologia, pois fornece os fundamentos para a compreensão de diversos processos biológicos que ocorrem nos organismos vivos. Seu estudo permite ao aluno entender a célula como unidade estrutural e funcional da vida, o que é essencial para o desenvolvimento de competências científicas e para o aprofundamento em temas como genética, bioquímica, fisiologia e biotecnologia.

1.1 A importância da citologia no currículo escolar

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no componente curricular de Ciências da Natureza, espera-se que o estudante do ensino médio seja capaz de “compreender os processos vitais e a organização dos seres vivos, da célula ao organismo, considerando os diferentes níveis de organização da vida” (BNCC, 2018, p. 564). A citologia, nesse contexto, atua como elo entre o micro e o macro, permitindo a articulação entre os níveis molecular, celular e sistêmico.

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que orientam o ensino de Ciências na Educação Básica, apontam que a abordagem dos conteúdos de Biologia deve possibilitar a construção de conhecimentos relacionados ao funcionamento dos organismos e às relações entre estrutura e função (BRASIL, 2002). Nesse sentido, a citologia contribui para a formação de uma visão integrada do corpo humano e dos seres vivos em geral, ao explicar como a estrutura celular está relacionada a processos como respiração, nutrição e defesa.

A célula, por ser a unidade básica da vida, constitui-se como ponto de partida para a compreensão da organização e funcionamento dos seres vivos, sendo essencial para a construção de conhecimentos em diversas áreas da Biologia. (Lopes; Carvalho, 2017, p. 42)

Além disso, o ensino de citologia é pré-requisito para a compreensão de outros temas interligados. Em genética, por exemplo, o entendimento da

mitose, da meiose e da organização do núcleo celular é fundamental para que o aluno compreenda como ocorrem a hereditariedade e a variabilidade genética. Em fisiologia, o conhecimento sobre membranas celulares e organelas como mitocôndrias e retículo endoplasmático ajuda a entender o funcionamento dos tecidos e órgãos. Já em biotecnologia, a manipulação de células e suas estruturas é base para técnicas como a clonagem, a engenharia genética e a cultura de tecidos.

Assim, a citologia não é um conteúdo isolado, mas sim um elemento estruturante da Biologia escolar, que contribui para a formação científica e crítica dos estudantes. Quando bem abordada, ela promove não apenas a compreensão de conteúdos específicos, mas também o desenvolvimento de habilidades como observação, análise, abstração e raciocínio sistêmico — competências essenciais para o letramento científico.

1.2 Características específicas do conteúdo de citologia

O ensino de citologia no ensino médio apresenta desafios didáticos particulares que se originam, principalmente, das características abstratas do conteúdo. Por tratar de estruturas microscópicas e processos invisíveis ao olho nu, a citologia exige do aluno um nível elevado de abstração cognitiva, o que pode dificultar a compreensão, especialmente em turmas com heterogeneidade de níveis de aprendizagem ou em contextos de vulnerabilidade educacional.

Entre os tópicos mais frequentemente abordados estão a organização celular (células procariontes e eucariontes), componentes celulares (membrana plasmática, núcleo, organelas), transporte de substâncias, metabolismo energético e divisão celular. Esses conteúdos demandam a construção de imagens mentais e o entendimento de relações dinâmicas e funcionais entre estruturas que o estudante muitas vezes nunca viu nem consegue visualizar diretamente.

O ensino de conteúdos que envolvem estruturas microscópicas, como a célula e suas organelas, depende fortemente de recursos didáticos visuais e da capacidade do professor em traduzir esses elementos em analogias compreensíveis ao aluno (Amaral e Silva, 2020 p. 88).

Isso torna o papel do docente ainda mais estratégico, pois ele precisa não apenas dominar os conceitos científicos, mas também encontrar caminhos para transpor didaticamente esse conhecimento, utilizando recursos que ajudem o aluno a visualizar e conectar o conteúdo ao seu cotidiano.

Outro aspecto que dificulta o ensino é a linguagem técnica própria da biologia celular, repleta de termos como “mitocôndria”, “ribossomo”, “osmose”, “difusão facilitada”, entre outros. Sem um trabalho de mediação linguística eficaz, muitos estudantes tendem a memorizar os termos sem compreender seus significados e funções, resultando em uma aprendizagem superficial. Para superar isso, o uso de analogias é uma das estratégias mais indicadas, como quando a célula é comparada a uma “cidade” ou “fábrica”, atribuindo funções práticas e conhecidas a cada organela (Zanon; Silva, 2019).

Além disso, a ausência de práticas experimentais contribui para a dificuldade dos alunos em internalizar o conteúdo. A visualização ao microscópio, a produção de lâminas ou a construção de modelos tridimensionais são estratégias que ajudam a tornar o conteúdo mais concreto e significativo. No entanto, em muitas escolas públicas brasileiras, a falta de laboratórios e materiais impede esse tipo de abordagem, tornando o ensino de citologia excessivamente teórico e distante da realidade do aluno.

Portanto, as características do conteúdo citológico exigem abordagens pedagógicas diferenciadas, que vão além da exposição oral e do livro didático. A adoção de recursos visuais, analogias, simulações e metodologias ativas pode contribuir para reduzir o grau de abstração e tornar o conteúdo mais acessível, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

2. DESAFIOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE CITOLOGIA

O ensino de citologia no ensino médio é permeado por diversos desafios de ordem estrutural, pedagógica e cognitiva. Esses obstáculos dificultam a apropriação efetiva do conteúdo por parte dos estudantes, especialmente em contextos escolares com recursos limitados e metodologias tradicionais pouco

adaptadas às necessidades da aprendizagem contemporânea. A natureza abstrata dos temas abordados, aliada à escassez de materiais didáticos específicos e à formação insuficiente de parte do corpo docente, contribui para a baixa compreensão e o desinteresse dos alunos. Nesta seção, serão analisados os principais fatores que dificultam o ensino-aprendizagem da citologia, com foco na infraestrutura escolar, nas práticas pedagógicas dominantes e nas barreiras cognitivas enfrentadas pelos estudantes.

2.1 Infraestrutura insuficiente nas escolas públicas

Um dos principais obstáculos enfrentados no ensino de citologia no ensino médio é a precariedade da infraestrutura das escolas públicas brasileiras. Como se trata de um conteúdo essencialmente microscópico, que envolve estruturas invisíveis ao olho nu, o ensino-aprendizagem idealmente exige laboratórios equipados com microscópios, lâminas, corantes, e materiais de apoio visual e prático. Contudo, a realidade da maioria das instituições de ensino é marcada por escassez de recursos básicos, ausência de equipamentos e espaços físicos inadequados para a realização de aulas práticas.

De acordo com dados do Censo Escolar de 2022, menos de 30% das escolas públicas de ensino médio no Brasil possuem laboratório de Ciências em funcionamento. Mesmo entre aquelas que declaram possuir laboratórios, muitos enfrentam problemas de conservação, falta de reposição de materiais ou de profissionais capacitados para operar os equipamentos (INEP, 2023). Essa carência compromete seriamente a possibilidade de os alunos visualizarem estruturas celulares reais, prejudicando o entendimento de conceitos como núcleo, citoplasma, mitose, osmose, entre outros.

A ausência de experiências práticas limita o aprendizado ao nível teórico, frequentemente centrado no uso de esquemas em livros didáticos. Embora esses materiais tenham qualidade variável, eles raramente substituem a experiência concreta da observação ao microscópio. Segundo Carvalho e Neves (2021), “a experimentação é uma das estratégias mais eficazes para

tornar conteúdos abstratos mais compreensíveis, especialmente em disciplinas como a citologia” (p. 119). Quando os estudantes não têm acesso a essa vivência, o conteúdo tende a parecer distante, artificial e de difícil aplicação.

Além disso, a limitação estrutural muitas vezes afeta também a disponibilidade de recursos audiovisuais, como projetores, computadores, acesso à internet ou mesmo energia elétrica estável em algumas regiões. Essa falta de suporte impede o uso de recursos digitais alternativos que poderiam, ao menos parcialmente, compensar a ausência de aulas práticas, como animações, vídeos interativos ou simulações em 3D.

A precariedade estrutural, portanto, não é apenas um entrave técnico, mas um fator limitador da equidade no ensino de Biologia, pois alunos da rede pública ficam em desvantagem em relação a estudantes de escolas privadas ou federais que contam com recursos mais avançados. Esse quadro reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à universalização da infraestrutura mínima de ciência, além da valorização e formação de professores capazes de criar alternativas pedagógicas mesmo em contextos adversos.

2.2 Abstração dos conceitos celulares e dificuldades cognitivas

O ensino de citologia apresenta um desafio cognitivo significativo por envolver estruturas invisíveis a olho nu e processos altamente abstratos. Diferentemente de conteúdos mais concretos da Biologia, como anatomia ou ecologia, os temas celulares demandam que o estudante desenvolva a capacidade de imaginar elementos microscópicos e compreender suas funções de forma simbólica e funcional, o que exige níveis mais altos de pensamento abstrato e raciocínio lógico.

Muitos alunos do ensino médio ainda estão em processo de consolidação dessas habilidades cognitivas. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conteúdos relacionam-se com conhecimentos prévios de forma estruturada. Entretanto, quando esses conhecimentos prévios são escassos ou imprecisos, o entendimento de

conceitos como mitocôndrias, retículo endoplasmático ou divisão celular torna-se superficial ou equivocado.

Essa dificuldade é agravada pela linguagem científica, frequentemente técnica e distante do vocabulário cotidiano dos estudantes. Termos como "fosfolípidios", "permeabilidade seletiva" ou "transcrição gênica" podem gerar confusão e bloqueios na aprendizagem se não forem acompanhados de estratégias de mediação didática adequadas, como analogias, simulações e recursos visuais.

Além disso, é comum que os estudantes encarem a citologia como um conteúdo "decorativo", cujo objetivo é memorizar nomes e funções de estruturas celulares para fins avaliativos. Essa percepção desestimula o envolvimento ativo e limita o desenvolvimento de um pensamento biológico mais crítico e integrado.

Assim, reconhecer as barreiras cognitivas e linguísticas inerentes ao tema é essencial para o planejamento de estratégias pedagógicas que promovam uma aprendizagem mais efetiva e significativa.

2.3 Desarticulação entre teoria e prática

A ausência de articulação entre o conteúdo teórico e as práticas pedagógicas no ensino de citologia é um dos entraves mais recorrentes na realidade escolar. Muitas vezes, os conceitos celulares são apresentados de maneira excessivamente descritiva, sem conexão com fenômenos observáveis ou com aplicações concretas na vida cotidiana dos alunos. Isso pode levar à memorização mecânica, comprometendo o entendimento mais profundo e crítico sobre os processos celulares.

Essa lacuna é acentuada pela escassez de recursos didáticos que permitam a visualização concreta das estruturas celulares. Laboratórios mal equipados, ausência de microscópios ou de lâminas preparadas, e a falta de tempo no cronograma escolar dificultam a vivência prática, essencial para consolidar o aprendizado. Como consequência, muitos estudantes não conseguem associar os conteúdos de citologia a áreas como saúde, genética,

biotecnologia ou ecologia, perdendo a oportunidade de compreender a célula como unidade fundamental da vida.

A BNCC propõe que os conteúdos de Biologia sejam abordados de forma contextualizada, promovendo a reflexão crítica e a integração entre saberes. Nesse sentido, o ensino de citologia deve transcender a transmissão de informações isoladas, favorecendo práticas que estimulem a observação, a experimentação e a resolução de problemas. Superar essa desarticulação entre teoria e prática é, portanto, essencial para tornar o ensino de citologia mais significativo, promovendo uma aprendizagem duradoura e relevante.

3. ESTRATÉGIAS POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE CITOLOGIA

Diante dos diversos desafios enfrentados no ensino de citologia, torna-se fundamental refletir sobre alternativas metodológicas capazes de tornar esse conteúdo mais acessível, atrativo e significativo para os alunos do Ensino Médio. A superação das barreiras didáticas exige uma postura docente criativa, crítica e comprometida com a aprendizagem ativa, respeitando tanto os limites estruturais das escolas quanto as potencialidades dos estudantes.

Nesse contexto, a adoção de estratégias diversificadas, como o uso de metodologias ativas, recursos visuais, práticas experimentais simplificadas e articulação com temas atuais, pode contribuir para aproximar os conteúdos celulares da realidade discente. Além disso, é preciso considerar o papel da formação docente, da interdisciplinaridade e do uso de tecnologias como elementos facilitadores do processo de ensino-aprendizagem em citologia.

Nos subtópicos a seguir, são apresentadas algumas dessas estratégias, com base em evidências teóricas e experiências relatadas por professores da educação básica, indicando caminhos viáveis e promissores para o aprimoramento do ensino de citologia nas escolas públicas e privadas.

3.1 Metodologias ativas no ensino de citologia

As metodologias ativas de ensino propõem a centralidade do aluno no processo de aprendizagem, valorizando sua autonomia, protagonismo e capacidade investigativa. No contexto da citologia, essas metodologias podem contribuir significativamente para tornar os conteúdos celulares mais compreensíveis e atrativos, especialmente diante da sua complexidade e da frequente abstração conceitual envolvida.

O uso das metodologias ativas representa uma mudança de paradigma no processo de ensino-aprendizagem, deslocando o foco do professor como único detentor do conhecimento para o aluno como sujeito ativo, crítico e reflexivo. Quando o estudante se envolve diretamente na construção do saber, especialmente por meio da resolução de problemas, da colaboração e do uso de tecnologias, o aprendizado se torna mais significativo e duradouro. Isso é particularmente importante em disciplinas como a Biologia, que muitas vezes apresentam conteúdos abstratos, como a citologia, exigindo estratégias que estimulem o interesse e favoreçam a compreensão (MORAN, 2015, p. 17).

Estratégias como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas (ABP) e gamificação têm mostrado bons resultados quando aplicadas ao ensino de biologia celular. A sala de aula invertida, por exemplo, permite que os alunos tenham contato prévio com os conteúdos por meio de vídeos ou textos, e utilizem o tempo em sala para discussão, resolução de dúvidas e aplicação prática dos conceitos. Já a ABP estimula a investigação científica ao apresentar situações-problema que exigem o uso de conhecimentos de citologia para serem solucionadas, promovendo integração com outras áreas da biologia como genética, bioquímica e fisiologia.

A gamificação, por sua vez, desperta o interesse dos estudantes ao transformar conteúdos em desafios lúdicos e interativos. Jogos de cartas, quizzes digitais e atividades de role-playing podem ser adaptados para revisar estruturas celulares, funções dos organelos ou processos como mitose e meiose. Tais abordagens favorecem a memorização, o engajamento e o desenvolvimento do raciocínio crítico.

Essas estratégias, porém, exigem planejamento cuidadoso e sensibilidade por parte do professor, especialmente quanto ao perfil da turma, aos recursos disponíveis e ao tempo didático. Apesar das limitações, o uso de

metodologias ativas representa uma alternativa potente para transformar a forma como a citologia é ensinada no Ensino Médio, ampliando o interesse e a compreensão dos alunos.

3.2 Exemplos de Aplicação das Metodologias Ativas em Citologia

A adoção de metodologias ativas no ensino de Citologia tem se mostrado uma abordagem eficaz para enfrentar os desafios de abstração e engajamento enfrentados por muitos estudantes. Estratégias como a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas (ABP) e a gamificação favorecem o protagonismo discente, promovem a construção ativa do conhecimento e fortalecem a conexão entre o conteúdo teórico e sua aplicação prática.

As metodologias ativas centram-se na participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, valorizando a interação, a colaboração e a resolução de problemas. Rompem com o modelo tradicional de ensino baseado na transmissão unidirecional de conteúdos. Os alunos aprendem com mais profundidade quando se envolvem diretamente com os conteúdos, em vez de serem apenas ouvintes passivos. (MORAN, José Manuel. 2015. p. 4.)

Na sala de aula invertida, os alunos acessam previamente o conteúdo teórico — por meio de vídeos, textos, infográficos ou animações sobre estruturas celulares, organelas e processos biológicos — fora do ambiente escolar. Isso permite que o tempo em sala seja dedicado à resolução de dúvidas, debates, experimentações e atividades colaborativas. No ensino de Citologia, essa estratégia permite que o professor atue como mediador da aprendizagem, aprofundando conceitos como síntese proteica, divisão celular ou transporte de membrana por meio de discussões mais ricas e aplicadas.

A ABP (aprendizagem baseada em problemas), por sua vez, estimula o raciocínio científico ao propor situações-problema que exigem que os alunos apliquem seus conhecimentos para solucioná-las. Um exemplo seria apresentar um estudo de caso sobre uma doença genética que afeta as organelas celulares, como a síndrome de Tay-Sachs, e pedir que os estudantes

expliquem, com base nos conhecimentos de Citologia, qual organela está comprometida, como isso afeta o funcionamento celular e quais seriam as possíveis implicações clínicas. Essa metodologia estimula a pesquisa, o trabalho em grupo e o pensamento crítico.

Já a gamificação incorpora elementos de jogos — como desafios, recompensas, rankings ou narrativas — às atividades de ensino, tornando o aprendizado mais lúdico e motivador. Em Citologia, isso pode se traduzir em quizzes interativos sobre as funções das organelas, jogos de tabuleiro com perguntas e respostas, ou plataformas digitais que simulam o funcionamento de uma célula, permitindo aos estudantes explorá-la de forma dinâmica e visual. A gamificação é especialmente eficaz para revisar conteúdos e engajar alunos que demonstram menor interesse pela disciplina.

A integração dessas metodologias amplia as possibilidades de ensino, tornando a aprendizagem mais significativa, contextualizada e participativa. Essas estratégias contribuem para uma formação mais crítica e conectada com o mundo real, estimulando o protagonismo dos estudantes e desenvolvendo competências para além do domínio de conceitos teóricos.

3.3 Recursos acessíveis e criativos no ensino de Citologia

A utilização de recursos acessíveis e criativos é uma estratégia eficaz para tornar o ensino da Citologia mais concreto, lúdico e significativo. Em especial no contexto da escola pública, onde muitas vezes há escassez de laboratórios, microscópios e kits didáticos, o uso de materiais simples — como massinha de modelar, EVA, papelão e outros recicláveis — permite a construção de modelos tridimensionais de células, facilitando a visualização de estruturas microscópicas e favorecendo a aprendizagem ativa e colaborativa.

Dentre esses recursos, as analogias didáticas se destacam como ferramentas poderosas para tornar conteúdos abstratos mais compreensíveis. Duas das mais comuns e eficazes são as analogias da cidade celular e da fábrica celular, que comparam as organelas da célula com elementos presentes no cotidiano dos alunos. A seguir, detalham-se essas analogias.

A cidade celular

- A analogia da cidade celular propõe que a célula funciona como uma cidade altamente organizada, em que cada organela desempenha um papel específico, como os órgãos e instituições que compõem uma cidade real:
- Núcleo – Equivale à prefeitura ou à sede do governo, pois comanda todas as atividades da célula, armazenando o DNA e coordenando a produção de proteínas, assim como a prefeitura coordena os serviços e projetos da cidade.
- Citoplasma – Representa o território da cidade, onde tudo acontece. É o espaço onde as organelas estão distribuídas e onde ocorrem diversas reações químicas.
- Membrana plasmática – Funciona como os muros da cidade ou os postos de controle, regulando o que entra e o que sai, garantindo a segurança e o funcionamento adequado da célula.
- Mitocôndrias – São as usinas de energia, pois produzem ATP, que é utilizado como fonte energética para todas as atividades celulares.
- Retículo endoplasmático rugoso – Seria como uma fábrica de produtos industrializados, onde ocorre a produção de proteínas com a ajuda dos ribossomos (que funcionam como operários).
- Retículo endoplasmático liso – Pode ser comparado a uma refinaria ou fábrica de óleos, pois sintetiza lipídios e realiza a desintoxicação celular.
- Complexo golgiense – Atua como os Correios ou o centro de distribuição, pois modifica, armazena e envia substâncias para diferentes partes da célula ou para fora dela.
- Lisossomos – Seriam os sistemas de coleta de lixo ou usinas de reciclagem, realizando a digestão de substâncias e a eliminação de resíduos.
- Peroxissomos – Como centros de controle de poluição, degradam substâncias tóxicas.

- Citoesqueleto – Representa a infraestrutura da cidade (ruas, postes, viadutos), mantendo a forma da célula e permitindo o deslocamento de substâncias.
- Centríolos – Seriam os engenheiros de obras públicas, envolvidos na divisão celular e organização do citoesqueleto.

A fábrica celular

- A analogia da fábrica celular segue um modelo semelhante, mas enfatiza a ideia da célula como uma grande empresa ou linha de produção altamente especializada:
- Núcleo – Atua como o escritório central ou diretoria, onde estão os projetos (DNA) e de onde partem as ordens para todas as seções da fábrica.
- Ribossomos – São os operários da produção, que executam a fabricação das proteínas seguindo as instruções enviadas pelo núcleo.
- Retículo endoplasmático rugoso – É a linha de montagem, onde os operários (ribossomos) estão posicionados e realizam a produção em série das proteínas.
- Retículo endoplasmático liso – É o setor de produção de lipídios e detox, como uma seção de controle de qualidade ou manipulação química.
- Complexo golgiense – Funciona como o setor de embalagem e expedição, que modifica, embala e envia os produtos para o seu destino.
- Mitocôndrias – São o gerador de energia da fábrica, que produz a eletricidade (ATP) necessária para manter todos os setores funcionando.
- Lisossomos – Representam o setor de manutenção ou descarte de resíduos, que digere e elimina o que não é mais útil.
- Membrana plasmática – É a portaria ou controle de acesso da fábrica, regulando a entrada de insumos e a saída de produtos.
- Citoesqueleto – Pode ser interpretado como as estruturas de suporte e transporte interno, como trilhos ou esteiras rolantes que movimentam os produtos.

A diferença entre as analogias da “cidade celular” e da “fábrica celular” reside, sobretudo, na complexidade e na amplitude dos paralelos que cada uma permite estabelecer. A analogia da cidade oferece uma representação mais rica e abrangente da célula, pois associa seus componentes a elementos variados do cotidiano urbano — como centros administrativos, usinas, serviços de limpeza, sistemas de transporte e comunicação —, permitindo uma compreensão mais holística das funções celulares.

Por sua vez, a metáfora da fábrica tende a ser mais focada e funcional, destacando especialmente os processos produtivos da célula, como a síntese, empacotamento e transporte de proteínas, o que a torna didaticamente útil, porém mais limitada em termos de variedade de associações e ideal para realidades em que o docente dispões de menos tempo hábil.

Assim, enquanto a fábrica celular favorece a objetividade e a clareza, a cidade celular contribui para uma aprendizagem mais contextualizada e envolvente, especialmente útil para alunos que se beneficiam de narrativas mais visuais e amplas.

Essas analogias não apenas facilitam a compreensão de conceitos complexos, mas também criam conexões cognitivas duradouras ao vincular o conteúdo à realidade concreta do aluno. Além disso, atividades em grupo que envolvem a construção ou encenação dessas analogias — como apresentações teatrais, cartazes ou maquetes — tornam o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, participativo e significativo.

4. CONCLUSÃO

O ensino de Citologia no Ensino Médio apresenta desafios significativos, que vão desde a complexidade conceitual e o excesso de abstração até a carência de recursos didáticos e a limitação metodológica enfrentada por muitos docentes. A fragmentação do conteúdo, o distanciamento em relação ao cotidiano dos estudantes e a dificuldade de visualização de estruturas microscópicas comprometem a aprendizagem e reduzem o interesse pela

biologia celular. Além disso, fatores estruturais, como a desigualdade de acesso a laboratórios, materiais e formação continuada, agravam esse cenário em diversas regiões do Brasil.

Apesar dessas dificuldades, o artigo evidenciou que existem caminhos promissores para tornar o ensino de citologia mais acessível, compreensível e atrativo. Estratégias como o uso de tecnologias digitais, metodologias ativas de aprendizagem, construção de modelos físicos e o emprego de analogias bem fundamentadas — como a cidade e a fábrica celular — revelam-se eficazes para aproximar o conteúdo da realidade dos alunos, favorecendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais profundas e o engajamento no processo de aprendizagem.

Assim, é fundamental que o ensino de citologia vá além da mera transmissão de conteúdos, assumindo uma abordagem pedagógica que valorize a experimentação, a criatividade e o protagonismo estudantil. Para isso, é necessário investir na formação docente, promover a troca de experiências entre professores e estimular o uso de recursos acessíveis e inovadores. Com isso, torna-se possível transformar a sala de aula em um espaço de investigação científica e construção ativa do conhecimento, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e conscientes da complexidade e beleza da vida celular.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. Psicologia educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 2003.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A metodologia da problematização com o arco de Magueres: uma perspectiva freireana. *Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 11, n. 33, p. 489-511, set./dez. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189122933007.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.

BITTENCOURT, Ig I. et al. Gamification: an analysis of theoretical frameworks. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES (ICALT)*, 14., 2014, Athens. *Proceedings...* Los Alamitos: IEEE, 2014. p. 381–383. DOI: 10.1109/ICALT.2014.115.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 30 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.

LOPES, Eliane Santana; CARVALHO, Guilherme Alves de. Ensino de Biologia Celular: dificuldades e possibilidades no Ensino Médio. *Revista Ciência & Ensino*, v. 2, n. 1, p. 39-49, 2017. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/cienciaeensino/article/view/1234>. Acesso em: 30 jul. 2025.

MORAN, José Manuel. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais significativa*. Campinas: Papirus, 2015. Disponível em: <https://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2022/01/Metodologias-Ativas-Moran-2015.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.