



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FRANCISCO JOÃO PAULO MONTEIRO DE LIMA

BIOLOGIA CELULAR: TENDÊNCIAS NO USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS
PARA O ENSINO DE
BIOLOGIA CELULAR NO ENSINO MÉDIO (2014-2024)

FORTALEZA

2025

FRANCISCO JOÃO PAULO MONTEIRO DE LIMA

BIOLOGIA CELULAR: TENDÊNCIAS NO USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA O
ENSINO DE
BIOLOGIA CELULAR NO ENSINO MÉDIO (2014-2024)

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciências
Biológicas do Centro de Ciências da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Raquel Crosara Maia
Leite.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L698b Lima, Francisco João Paulo Monteiro de.
 Biologia celular : tendências no uso de tecnologias digitais para o ensino de biologia celular no Ensino Médio (2014-2024) / Francisco João Paulo Monteiro de Lima. – 2025.
 29 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2025.
 Orientação: Profa. Dra. Raquel Crosara Maia Leite.
1. Tecnologias digitais de informação e comunicação. 2. Biologia celular. 3. Ensino Médio. 4. Revisão sistemática de literatura. I. Título.

CDD 540

FRANCISCO JOÃO PAULO MONTEIRO DE LIMA

BIOLOGIA CELULAR: TENDÊNCIAS NO USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA O
ENSINO DE
BIOLOGIA CELULAR NO ENSINO MÉDIO (2014-2024)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciências Biológicas
do Centro de Ciências da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 07/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raquel Crosara Maia Leite (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Thais Borges Moreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Suelem Maquine Rodrigues
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

AGRADECIMENTOS

No início, essa jornada parecia solitária, mas revelou-se repleta de apoio, carinho e incentivo. Este trabalho é fruto da dedicação de muitas pessoas especiais, cujas presenças foram essenciais ao longo do caminho.

Em primeiro lugar, dedico este trabalho à memória dos meus avôs, João e José, que, mesmo não estando mais neste plano, continuam presentes em minha trajetória, inspirando-me com seus exemplos de força, sabedoria e dedicação em seus respectivos trabalhos. Sei que, de alguma forma, eles acompanham cada uma das minhas conquistas.

À família da minha mãe, representada na figura da minha avó, do meu tio, da minha tia e do meu primo, meu profundo agradecimento por todo o suporte e carinho ao longo dessa caminhada. Seu apoio incondicional, seja financeiro e/ou emocional, foram de extrema importância para a conclusão dessa etapa.

Às mulheres da minha vida, minha mãe e minha irmã, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram em todos os momentos. O amor emanado por vocês e todo o apoio foram fundamentais para que eu pudesse superar desafios vividos ao longo desses anos longe de casa e de vocês.

Aos meus amigos que compartilham comigo os altos e baixos da vida acadêmica, Alana, Beatriz, Diego, João Vitor, Vanessa, Ramon, Rebecka e Teresa, meu sincero agradecimento por cada conversa, incentivo e por tornarem essa caminhada mais leve e significativa.

Agradecer também a Elieide, técnica-administrativa da instituição, que além de grande incentivadora sempre teve um cuidado de mãe-amiga comigo.

À Thaís, pelo apoio constante, pela motivação e pelas palavras de encorajamento nos momentos difíceis. Sua participação foi essencial para que eu conseguisse finalizar este trabalho.

Por fim, à professora Raquel, por sua orientação e dedicação ao longo deste percurso. Sua paciência, ensinamentos e incentivo foram fundamentais para que este trabalho se tornasse realidade.

A todos vocês, meu mais sincero obrigado!

RESUMO

Com o constante avanço das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), essas ferramentas têm se tornado cada vez mais presentes no cotidiano de crianças e jovens, incluindo no ambiente escolar. A disciplina de Biologia Celular tem representado um desafio significativo para os alunos devido à complexidade e ao elevado nível de abstração do conteúdo. Nesse contexto, a questão desse trabalho é: o que a produção acadêmica tem apresentado em relação ao uso das TDICs para o ensino de Biologia Celular, com foco em organelas celulares e divisão celular, no Ensino Médio, durante no período de 2014 a 2024? Assim, o trabalho tem como o objetivo geral analisar a produção acadêmica em relação à utilização das TDICs no ensino de Biologia celular para o Ensino Médio. E tem como objetivos específicos: caracterizar como as tecnologias têm sido incorporadas às práticas educacionais; identificar as principais tendências, desafios e impactos da utilização das TDICs e apontar perspectivas futuras para o uso de TDICs no ensino de Biologia. Com base nisso, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) utilizando as plataformas Periódicos CAPES e BDTD. Após busca nas plataformas de dados, foram selecionados quatorze trabalhos publicados entre 2014 e 2024, que serviram como base para a análise. Os resultados revelaram a utilização de uma variedade de ferramentas digitais, como realidade aumentada, jogos educativos, aplicativos móveis, sites, vídeos e simuladores, para abordar temas complexos como organelas celulares, membrana plasmática e respiração celular. A maior parte dos estudos analisados focou em alunos do primeiro ano do Ensino Médio, um momento crucial para o entendimento inicial da Biologia Celular. A pesquisa também evidenciou importantes lacunas no uso dessas tecnologias, como a falta de recursos adaptados para alunos com necessidades especiais, além da carência de uma infraestrutura escolar adequada e da formação continuada de professores. Esses fatores limitam o pleno aproveitamento das TDICs no processo educativo. Conclui-se que, apesar do grande potencial das TDICs para enriquecer e dinamizar o ensino de Biologia Celular, há uma necessidade de investimentos em políticas públicas que garantam a disponibilidade de recursos, a capacitação docente e a infraestrutura necessária para uma implementação eficaz dessas tecnologias nas escolas.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Biologia Celular, Ensino Médio.

ABSTRACT

With the constant advancement of Digital Information and Communication Technologies (DICTs), these tools have become increasingly present in the daily lives of children and young people, including in the school environment. The subject of Cell Biology has posed a significant challenge for students due to the complexity and high level of abstraction required to understand the content. In this context, the central question of this study is: What has academic research presented regarding the use of DICTs for teaching Cell Biology, with a focus on cellular organelles and cell division, in high school between 2014 and 2024? Thus, the general objective of this study is to analyze academic research on the use of DICTs in teaching Cell Biology in high school. The specific objectives are: to characterize how these technologies have been incorporated into educational practices; to identify the main trends, challenges, and impacts of DICT use; and to highlight future perspectives for the use of DICTs in Biology education. Based on this, a Systematic Literature Review (SLR) was conducted using the CAPES Journals and BDTD platforms. After searching these databases, fourteen studies published between 2014 and 2024 were selected as the basis for analysis. The results revealed the use of a variety of digital tools, such as augmented reality, educational games, mobile applications, websites, videos, and simulators, to address complex topics such as cellular organelles, plasma membrane, and cellular respiration. Most of the analyzed studies focused on first-year high school students, a crucial moment for the initial understanding of Cell Biology. The research also highlighted significant gaps in the use of these technologies, such as the lack of resources adapted for students with special needs, as well as insufficient school infrastructure and ongoing teacher training. These factors limit the full potential of DICTs in the educational process. It is concluded that, despite the great potential of DICTs to enrich and enhance the teaching of Cell Biology, there is a need for investment in public policies that ensure the availability of resources, teacher training, and the necessary infrastructure for the effective implementation of these technologies in schools.

Keywords: Digital Information And Communication Technologies; Cellular Biology; High School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquematização do processo metodológico de escolha dos trabalhos	20
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Trabalhos selecionados para a análise	20
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
RSL	Revisão Sistemáticas de Literatura
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
AC	Análise de Conteúdo
RVI	Realidade Virtual Imersiva
RA	Realidade Aumentada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	TICs x TDICs	12
2.2	O professor do século XXI	13
2.3	Ensino de Biologia Celular	16
3	METODOLOGIA	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A educação é um campo em constante transformação, processo esse impulsionado, por exemplo, pelo avanço tecnológico e pelas novas formas de interação e comunicação proporcionadas pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Nesse contexto, o ensino de disciplinas, como a de Biologia, tem sido alvo de inúmeras iniciativas que visam integrar tais tecnologias ao processo educacional, buscando tornar as aulas mais dinâmicas, atrativas e eficazes.

Ao longo da última década, devido à rápida evolução tecnológica, a maior acessibilidade as TDICs e aos diversos cenários mundiais, tornou-se cada vez mais importante a adoção da tecnologia nas práticas pedagógicas. No Brasil, políticas públicas, como a Política Nacional de Educação Digital (PNED), programas de formação de professores e investimentos em infraestrutura têm contribuído para a disseminação e utilização dessas tecnologias no ambiente escolar (Brasil, 2023).

Durante o processo de estágio no ensino médio, por mim vivenciado, pude observar a importância e o impacto que as TDICs tiveram no período de isolamento social e de ensino remoto causados pela pandemia da Covid-19. Ao ministrar aulas sobre Membrana plasmática e Organelas celulares para duas turmas de 1ª série, notei a baixa participação dos alunos nas aulas introdutórias. Visando contornar esse problema, no período, utilizei o Kahoot – site que permite gerar Quizzes online com participações em tempo real - para entender o quão efetivo havia sido a primeira aula. Contudo, após a aplicação e análise dos resultados obtidos por meio da ferramenta conclui que o aprendizado dos alunos não foi satisfatório e identifiquei quais lacunas ainda deveriam ser preenchidas. Diante disso, nas aulas posteriores, foram utilizados simuladores 3D como o Phet, ferramenta desenvolvida pela Universidade do Colorado. Essa vivência despertou em mim um olhar voltado para as tecnologias aplicadas no contexto educacional.¹

Segundo Karsenti e Bugmann (2018), a integração das TICs no ensino visa não apenas modernizar as práticas pedagógicas, mas também proporcionar novas oportunidades de aprendizagem aos estudantes tornando as aulas mais interessantes e lúdicas por meio de, por exemplo, o uso de simulações, recursos multimídia, laboratórios virtuais, aplicativos educacionais, entre outros. Essas ferramentas favorecem a construção do conhecimento pelos alunos de maneira mais significativa.

¹ O parágrafo em questão apresenta uma mudança na pessoa do discurso para permitir a inclusão das minhas vivências pessoais, que foram fundamentais para a formulação deste trabalho.

Diante desse cenário, pode-se questionar o que as produções acadêmicas têm apresentado em relação ao uso das TDICs para o ensino de Biologia Celular, com foco em organelas celulares, divisão celular, membrana e processos biológicos a nível celular estudados ao longo do Ensino Médio, durante no período de 2014 a 2024.

Desta forma, o objetivo geral é analisar a produção acadêmica em relação à utilização das TDICs no ensino de Biologia celular para o Ensino Médio. E tem como objetivos específicos: caracterizar como as tecnologias têm sido incorporadas às práticas educacionais; identificar as principais tendências, desafios e impactos da utilização das TDICs e apontar perspectivas futuras para o uso de TDICs no ensino de Biologia.

A partir dessa revisão, espera-se contribuir para o debate sobre a relevância da tecnologia na educação científica, fornecendo subsídios para a reflexão e o aprimoramento das práticas pedagógicas no contexto atual.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TICs x TDICs

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) advém de um termo mais basilar, a tecnologia. Analisando a etimologia dessa palavra, verifica-se que ela tem origem em outras dois termos gregos: “*teknhé*” e “*logia*”. *Teknhé* refere-se à aplicação de habilidades para fazer ou criar algo. Já *logia* está associada ao estudo e/ou ciência de um determinado campo. Portanto, por tecnologia pode-se afirmar que é o conhecimento de se manipular algo em prol da criação de um bem humano, seja o bem palpável ou não. (Magrini, 2018)

De acordo com Rodrigues (2014), as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser definidas como o conjunto total de tecnologias que permitem a produção, o acesso e a propagação de informações, assim como tecnologias que permitem a comunicação entre pessoas. A partir dessa ideia, atualmente pode-se elencar como TICs a internet, na sua visão mais ampla, os dispositivos que permitem o acesso as informações de lá proveniente, como os computadores, os celulares, bem como as tecnologias ópticas e analógicas que também proporcionam a comunicação entre os indivíduos.

Vale ressaltar que apesar da divergência entre as duas nomenclaturas apresentadas ao longo desse trabalho, elas apresentam objetivos parecidos. As TDICs referem-se as tecnologias conectadas a uma rede (Kenski, 2008 *apud* Anjos; Silva, 2018), e, ainda há cientistas da área que delimitam, especialmente, a partir da inclusão das novas tecnologias como os vídeos,

softwares, jogos virtuais, entre outros; além dos consoles e outras ferramentas tecnológicas que possam conectar-se à internet (Valente, 2013 *apud* Anjos; Silva, 2018).

Nesse contexto, é possível frisar que a tecnologia evoluiu, nos últimos 10 anos, de forma veloz. Nas salas de aulas, para o professor, por exemplo, o quadro branco, o giz, os pincéis e apagadores foram substituídos, em vários locais, pela projeção de slides em telas de projeção a partir dos datashows. Já para os alunos, os pequenos pedaços de papeis que continham mensagens e eram repassados para os colegas foi substituído pelas mensagens enviados por meio dos celulares.

Contudo, apesar das diversas ferramentas disponíveis, ainda existem vários desafios no ensino de Biologia, especialmente no que diz respeito à Biologia Celular.

2.2 O professor do século XXI

O século XXI trouxe mudanças significativas para a educação, transformando não apenas a forma como o conhecimento é construído e disseminado, mas também o papel do educador. Hoje, o professor não é apenas um transmissor de informações, mas exerce papel de mediador, facilitador e instigador do pensamento crítico. Com o acesso à informação democratizada, principalmente com o acesso facilitado à internet e às tecnologias digitais, faz-se necessário que os docentes desenvolvam novas habilidades e estratégias pedagógicas para engajar os estudantes em um processo de aprendizagem mais dinâmico e interativo (Moran, 2015).

O professor moderno precisa aperfeiçoar as competências que vão além do domínio dos conteúdos disciplinares. Ele deve estar apto a utilizar metodologias ativas de ensino, como, por exemplo a sala de aula invertida², a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)³ e o Ensino Híbrido⁴. Essas abordagens buscam tornar o aluno protagonista do próprio aprendizado, estimulando a autonomia e a construção ativa do conhecimento (Bacich; Moran, 2018). Dessa forma, a educação contemporânea requer um professor líquido, inovador e que compreenda a importância de integrar as novas tecnologias ao contexto escolar. Além do papel docente, vale ressaltar que o núcleo gestor bem como todos que compõe a instituição educacional tem papel

² É uma abordagem pedagógica que, ao invés dos alunos receberem a teoria em sala de aula e realizarem atividades práticas como tarefa de casa, eles estudam os conteúdos previamente e o tempo em sala é então utilizado para discussões, esclarecimento de dúvidas e atividades colaborativas.

³ Nessa abordagem os estudantes são desafiados a resolver um problema proposto buscando informações, formulando hipóteses e aplicando conceitos para encontrar soluções.

⁴ É uma abordagem educacional que combina métodos de ensino presenciais com atividades mediadas por tecnologias digitais.

ativo na consolidação da integração das novas tecnologias como ferramentas de ensino-aprendizagem.

Dentre as diversas áreas do conhecimento, o ensino de Biologia assume um papel central na formação dos estudantes, pois contribui para a compreensão do mundo natural e das transformações tecnológicas que impactam a sociedade. O professor dessa disciplina, no século XXI, deve se preocupar em promover o letramento científico, ou seja, a capacidade do aluno de compreender conceitos científicos, interpretar dados e tomar decisões embasadas em evidências (Chassot, 2003). Para isso, o ensino deve ir ultrapassar a releitura da memorização de conceitos, precisando estimular a investigação, a experimentação e a resolução de problemas que envolvam situações reais da vida dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a necessidade de um ensino de Biologia pautado na investigação e na contextualização, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais nos estudantes. Segundo o documento, o ensino deve ser interdisciplinar e vinculado a temas que dialoguem com a realidade dos alunos, como sustentabilidade, biotecnologia e mudanças climáticas (Brasil, 2018). Isso exige que o professor de Ciências amplie seu repertório didático e utilize estratégias que favoreçam a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Ainda no âmbito dos documentos norteadores da educação nacional, a Matriz de Referência para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (Brasil, 2009), reforça aspectos importantes para o aperfeiçoamento do professor moderno ao apresentar as competências e habilidades, dentro da área de Ciências da Natureza, que devem ser desenvolvidas pelos alunos. Para que isso ocorra, faz-se necessário que o docente vislumbre a as tecnologias analógicas e digitais como ferramentas ativas no processo de ensino-aprendizagem.

Vale ressaltar que, outro desafio do professor de Ciências no século XXI é lidar com as concepções alternativas dos alunos sobre fenômenos científicos. Muitos estudantes chegam à escola com ideias prévias que, por vezes, entram em conflito com o conhecimento científico. O papel do professor, nesse contexto, é mediar esse processo de construção do conhecimento, incentivando a reflexão e a argumentação baseada em evidências (Pozo; Crespo, 2009). Além das ideias prévias, o fácil acesso às tecnologias bem como a rápida disseminação de inverdades na internet afeta de forma negativa o aprendizado dos jovens, fazendo com que seja cada vez mais essencial que o ensino seja praticado de forma inclusiva e acessível a todos, respeitando

as diferentes formas de aprendizagem e as diversas linguagens, garantindo assim equidade educacional e assegurando a propagação de informações concisas e embasadas cientificamente.

Com base nessas necessidades, a formação inicial do professor de Biologia desempenha um papel crucial na preparação para os desafios do ensino no século XXI. Desde o início da trajetória acadêmica, é essencial que os futuros docentes desenvolvam não apenas o domínio do conteúdo científico, mas também competências pedagógicas que lhes permitam lidar com as concepções alternativas dos alunos, a integração das tecnologias digitais e a promoção de uma aprendizagem significativa e inclusiva. Nesse sentido, é fundamental que os cursos de licenciatura ofereçam uma formação que alie teoria e prática, proporcionando experiências em ambientes escolares reais e incentivando a reflexão sobre o papel do professor como mediador do conhecimento. Além disso, uma formação inicial de qualidade precisa contemplar o desenvolvimento do pensamento crítico e da alfabetização científica, capacitando os futuros professores para atuar diante da disseminação de desinformação e contribuindo para a construção de uma sociedade mais informada e reflexiva (González et al., 2018).

Ainda assim, vale reforçar que a formação continuada faz-se necessária constantemente para o professor do século XXI. As mudanças tecnológicas e as novas descobertas científicas exigem que o docente esteja sempre se atualizando, em busca de aperfeiçoar suas práticas pedagógicas e integrar novas ferramentas ao ensino. Programas de formação, cursos online e comunidades de prática são algumas das formas pelas quais os professores podem se manter em constante aprendizado e troca de experiências com outros profissionais da educação. Nesse sentido, Garcia (1999) destaca que a aprendizagem ocorre de forma situada, dentro de comunidades de prática, nas quais os indivíduos constroem conhecimento por meio da interação e colaboração com seus pares.

Por fim, é fundamental ressaltar que o professor de Biologia tem um papel importante na formação de cidadãos críticos e conscientes. Em um mundo onde a desinformação e as pseudociências circulam com facilidade, é imprescindível que os alunos desenvolvam um pensamento científico sólido, baseado na análise crítica de informações. O ensino de Ciências, quando bem conduzido, pode despertar a curiosidade, o interesse pela investigação e o desejo de compreender melhor o mundo ao redor, preparando os estudantes para os desafios da sociedade contemporânea (Santos; Schnetzler, 2010).

Sob tal ótica, ser professor no século XXI, especialmente de disciplinas como a Biologia, é sinônimo de enfrentar desafios e de ter responsabilidades ampliadas. Este precisa ser um agente de transformação, capaz de inovar, integrar tecnologias e promover um ensino significativo e contextualizado.

2.3 Ensino de biologia celular

A Biologia é uma área da educação básica responsável por proporcionar aos alunos uma compreensão abrangente sobre os seres vivos e suas interações com o meio ambiente. Essa disciplina não apenas transmite conhecimento científico, mas também desenvolve o pensamento crítico e a conscientização ambiental, essenciais para a formação cidadã (Brasil, 2018).

A abordagem pedagógica no ensino de Biologia evoluiu ao longo dos anos, incorporando novas metodologias para tornar o aprendizado mais significativo. Métodos tradicionais, baseados unicamente em aulas expositivas, vêm sendo complementados por estratégias inovadoras, como, por exemplo, a ABP e o ensino por investigação, que incentivam a participação ativa dos estudantes (Carvalho, 2014).

Outro aspecto relevante no ensino de Biologia é a contextualização dos conteúdos. Relacionar conceitos biológicos a problemas reais, como mudanças climáticas, pandemias e inovações biotecnológicas, contribui para despertar o interesse dos estudantes e demonstrar a aplicabilidade do conhecimento científico em diferentes áreas da sociedade (Chassot, 2003).

Entre os diversos campos da Biologia, o ensino de Biologia Celular desempenha um papel fundamental, pois permite compreender a estrutura e o funcionamento básico dos organismos vivos. A abordagem desse tema requer metodologias diferenciadas para tornar conceitos abstratos, como organelas celulares e mecanismos moleculares, mais acessíveis aos estudantes (Santos; Schnetzler, 2010).

A utilização de modelos didáticos tridimensionais, imagens microscópicas e simulações computacionais pode facilitar a compreensão dos componentes celulares e suas funções. Recursos audiovisuais e softwares interativos possibilitam uma visualização mais clara dos processos celulares, como a divisão celular e a síntese de proteínas, tornando o ensino mais dinâmico e envolvente.

Além disso, a experimentação em laboratórios escolares ou em ambientes virtuais – como os softwares - desempenham um papel essencial no ensino da Biologia Celular. A prática de técnicas como coloração celular, observação ao microscópio e extração de DNA proporcionam uma aprendizagem mais significativa, permitindo que os alunos estabeleçam relações entre teoria e prática (Lorenzetti; Delizoicov, 2001).

O papel do professor é fundamental para o sucesso do ensino de Biologia. A formação inicial e continuada dos docentes deve garantir que estejam preparados para aplicar metodologias inovadoras e lidar com os desafios do ensino de Ciências. A atualização constante é essencial para acompanhar os avanços científicos e pedagógicos (Imbernón, 2010).

Por fim, a valorização do ensino de Biologia depende do investimento na educação e para formação de cidadãos críticos e conscientes. Garantir acesso a materiais didáticos de qualidade, infraestrutura adequada e oportunidades de formação para os professores são passos fundamentais para aprimorar essa área do conhecimento e promover um ensino mais eficiente e inspirador.

3 METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, optou-se pela realização de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). No contexto das pesquisas acadêmicas e científica, a RSL é considerada como uma metodologia para a consolidação do conhecimento adquirido ao longo de um determinado espaço de tempo. Segundo Souza, Silva e Carvalho (2010), a RSL consiste em um processo rigoroso de identificação, seleção e análise de estudos científicos relevantes sobre um determinado tema. Diferentemente das revisões narrativas, a RSL segue um protocolo estruturado que garante transparência e reprodutibilidade dos resultados.

Como fonte de informação, foram utilizadas as seguintes plataformas: Periódicos CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A escolha dessas bibliotecas digitais como fontes de pesquisa para este trabalho se deve às suas credibilidades e abrangências no meio acadêmico. O Periódicos da Capes reúne um vasto acervo de artigos científicos publicados em periódicos de alto impacto, garantindo que as informações utilizadas sejam embasadas em estudos revisados por pares e atualizados. Já a BDTD disponibiliza dissertações e teses produzidas em instituições de ensino e pesquisa do Brasil, bem como produzidas no exterior por pesquisadores brasileiros, o que permite o acesso a investigações aprofundadas e contextualizadas à realidade nacional (Souza; Paes, 2013).

Inicialmente, as palavras-chave utilizadas para a busca nas plataformas Periódicos da CAPES e na BDTD foram "TICs" ou "TDICs", "ensino médio", "biologia celular" ou "citologia". No entanto, os resultados obtidos foram limitados, o que motivou a substituição do termo "TICs" por "tecnologias", ampliando assim o escopo da pesquisa. Essa estratégia metodológica foi necessária devido à variação terminológica encontrada na literatura, conforme apontado por Kenski (2012), que destaca a evolução das nomenclaturas relacionadas às tecnologias educacionais ao longo do tempo.

Para a seleção dos materiais analisados, foram considerados dissertações, relatórios, teses e artigos publicados em língua portuguesa no período compreendido entre 2014 e 2024. A definição desse recorte temporal baseou-se em duas premissas fundamentais: (i) o impacto da pandemia da Covid-19, que provocou períodos de ensino remoto e isolamento social entre 2020 e 2022, intensificando o debate sobre o uso das tecnologias na educação (Moran, 2021); e (ii) a expansão do acesso às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, especialmente a partir do início da década de 2010, quando ocorreu uma maior democratização do uso de computadores, notebooks, dispositivos móveis e internet no contexto escolar (Pretto; Bonilla, 2018). Dessa forma, o período delimitado visa capturar as transformações educacionais recentes e as novas abordagens pedagógicas mediadas por tecnologia no ensino de Biologia Celular. Com base nos filtros elencados anteriormente, foram obtidos um total de cento e vinte e três trabalhos nas duas plataformas.

Portanto, em um segundo momento, após a aplicação de todos os filtros e a definição das palavras-chave, foi necessário realizar uma curadoria para verificar se os resultados das pesquisas estavam alinhados com a temática. Para isso, utilizou-se a Análise de Conteúdo (AC) proposta por Laurence Bardin (2011, apud Paiva, Guimarães, Almeida, 2018, p.6), que se fundamenta em um conjunto de técnicas voltadas à seleção dos objetos de estudo por meio de métodos sistemáticos e objetivos. Seguindo essa abordagem, a curadoria, conduzida com base na AC, foi estruturada em três fases: (i) pré-análise; (ii) exploração do material; e (iii) tratamento dos resultados por meio de inferência e interpretação.

A primeira fase, denominada pré-análise, consistiu na leitura dos títulos dos trabalhos selecionados, alguns foram excluídos pois não falavam sobre tecnologias, abordavam áreas da diferentes da biologia celular, não estavam focadas ensino médio ou eram sobre outras disciplinas como Química e Física. Ao final da análise, foram excluídos noventa e um trabalhos localizados na BDTD e dois trabalhos oriundos do Periódicos CAPES.

Em seguida, procedeu-se à exploração do material, por meio da análise dos resumos, com o intuito de verificar a pertinência dos estudos em relação à temática investigada. Nessa

etapa, trabalhos foram excluídos por não focarem em biologia celular, trabalhar outras áreas das ciências da natureza e/ou da biologia, o público trabalhado ter sido alunos do ensino superior e serem sobre formação do professor. Ao final da etapa exploração do material, foram excluídos na BDTD e no Periódicos CAPES, respectivamente, treze e três trabalhos.

Logo, os processos posteriores permitiram a identificação e seleção dos trabalhos mais relevantes para a leitura integral, permitindo uma análise mais aprofundada dos conteúdos. A partir disso, deu-se início à terceira fase (tratamento dos resultados por meio de interferência e interpretação).

Para nortear a obtenção de informações a serem realizadas na terceira fase do presente trabalho a serem analisados, criou-se algumas questões que nortearam a leitura e extração de informações:

Questão 1: Qual o público-alvo?

Questão 2: Quais conteúdos da biologia celular foram trabalhados?

Questão 3: Quais as ferramentas tecnológicas digitais foram utilizadas para o ensino da biologia celular?

Questão 4: Em quais anos os trabalhos foram publicados?

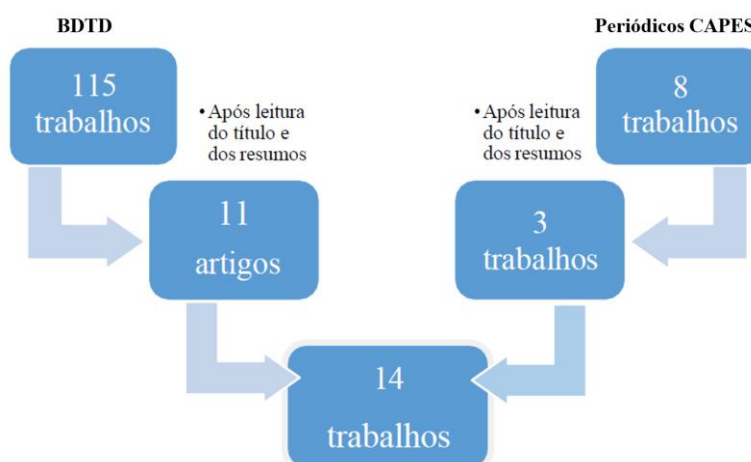
A partir dessas perguntas, os dados foram analisados com base nas respostas às questões norteadoras, e os resultados encontrados foram organizados e discutidos a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das primeira e segunda fases, foi possível obter quatorze trabalhos elegíveis à terceira fase da Análise de Conteúdo, onde deles foram oriundos da BDTD e três dos Periódicos CAPES.

A seguir, na Figura 01, pode ser observado o diagrama que sintetiza o processo metodológico utilizado na busca dos dados.

Figura 1 – Esquematização do processo metodológico de escolha dos trabalhos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

As quatorze publicações selecionadas, conforme os critérios citados anteriormente, são apresentados no quadro a seguir.

Tabela 1: Trabalhos selecionados para a análise.

Fonte	Título do trabalho	Autores	Código de trabalho
BDTD	Biologia Celular no Ensino Médio: uma proposta de sequência didática com o uso das Tecnologias de Informação e da Comunicação	Costa, 2019	A1
BDTD	Desenvolvimento de website como apoio ao processo de ensino aprendizagem em biologia celular no ensino médio	Martins, 2019	A2
BDTD	O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do Rio de Janeiro	Souza, 2019	A3
BDTD	Biologia Celular interativa para o ensino médio: desenvolvimento de um aplicativo e de uma página de website	Lima, 2020	A4

BDTD	Gaamification: criando uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem efetiva do tema respiração celular por meio da linguagem do Scratch	Souza, 2020	A5
BDTD	Estratégias digitais inclusivas para elaboração de duas sequencias didáticas de biologia celular	Mattos, 2022	A6
BDTD	Uso de lavatório virtual e de Metodologias diversificadas no ensino de biologia celular	Leal, 2018	A7
BDTD	Software interativo como ferramenta para a otimização de biologia celular	Costa, 2017	A8
BDTD	Proposta de uma sequência didática com produções audiovisuais para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Citologia	Araújo, 2020	A9

BDTD	Tecnologia educacional no contexto do ensino de citologia: uso de aplicativo educacional na produção de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem	Lima, 2019	A10
BDTD	Do Digital ao real: o uso de realidade aumentada na construção de modelos educacionais para ensino e aprendizagem de biologia celular	Ferreira, 2024	A11
Periódicos CAPES	O uso da tecnologia digital da informação e comunicação como ferramenta didática para o ensino de biologia celular no ensino médio	Luna, 2021	A12
Periódicos CAPES	Criação de animações stop motion como estratégia para o estudo do transporte de substâncias através da membrana celular no ensino médio	Melo; Morelli, 2022	A13

Periódicos CAPES	Limites e possibilidades da impressão 3D como ferramenta em abordagens STEAM no ensino de biologia: um estudo de caso	Ledo, Silva, 2021	A14
------------------	---	-------------------	-----

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da leitura dos trabalhos, foi possível responder as questões norteadoras elaboradas e apresentadas anteriormente.

Em relação a Q1, que avalia o público-alvo, obteve-se que os trabalhos foram realizados, em sua maior parte, com alunos do primeiro ano do ensino médio (A1, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A12, A13 e A14), um trabalho foi voltado para alunos do terceiro ano (A11), os demais não tinham uma série definida pois focavam no desenvolvimento de ferramentas que posteriormente poderiam ser utilizadas por professores e alunos em sala de aula.

A questão Q2, por sua vez, direcionou a análise dos conteúdos abordados dentro da área de Biologia Celular ao longo das pesquisas revisadas. Observou-se que diferentes temas foram explorados nos estudos analisados, estes são expostos a seguir:

- A1 abordou biomoléculas e microscopia;
- A2 tratou de membranas biológicas, divisão celular, núcleo e expressão gênica, além de microscopia;
- A3 explorou respiração celular e fotossíntese;
- A4 abrangeu o histórico das células, tipos celulares, membrana plasmática, citoplasma, núcleo e expressão gênica;
- A5 enfocou a respiração celular e o ciclo de Krebs;
- A6 discutiu os tipos celulares e microscopia;
- A7 abordou mitose e meiose;
- A8 explorou organelas celulares, membrana plasmática, transporte através da membrana, respiração celular, mitose e meiose;
- A9 analisou estruturas microscópicas, com ênfase em mitocôndrias, e processos bioquímicos, como a respiração celular;
- A10 tratou dos envoltórios celulares, citoplasma, núcleo e microscopia;
- A11 investigou biomoléculas e fotossíntese;

- A12 abordou organelas celulares, membrana celular e permeabilidade da membrana;
- A13 discutiu permeabilidade e transporte através da membrana;
- A14 explorou o citoesqueleto.

Ao fazer uma análise detalhada, percebe-se que há uma repetição de tópicos como organelas celulares, membrana plasmática, transporte e permeabilidade através da membrana, processos bioquímicos (respiração celular, por exemplo) e, por fim, microscopia. Tal levantamento permite refletir a relação que há entre o conhecimento da biologia celular e sua associação à microscopia, pois a utilização do microscópio é essencial para a visualização direta das células e de suas organelas, o que, para alguns autores, como Santos *et. al* (2019), torna o aprendizado mais concreto, favorece a contextualização dos conteúdos teóricos, auxilia significativamente na assimilação dos conceitos de Biologia Celular, aproxima os estudantes da investigação científica e estimula o pensamento crítico. Além disso, o uso do microscópio em atividades práticas contribui para a modernização do ensino de Biologia, tornando-o mais dinâmico e acessível (Silva; Almeida, 2020).

Além disso, em uma era onde informações imprecisas e pseudociências circulam rapidamente, o Ensino Médio contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico do alunos. A Biologia Celular, sob tal perspectiva, oferece uma base sólida de conhecimentos sobre os processos celulares e bioquímicos, permitindo que os estudantes compreendam de forma aprofundada os fenômenos biológicos, distanciando-os das *fake news* e fornecendo subsídios para que eles questionem e analisem criticamente as informações que consomem.

No que diz respeito à questão Q3, a análise individual dos trabalhos permitiu identificar diversas ferramentas digitais utilizadas para o ensino de Biologia Celular. O estudo A1 explorou o uso das redes sociais Facebook e Instagram, além da criação de um site, como diários de bordo, sendo acessados por 75% dos participantes via dispositivos móveis e 22% por desktops, conforme levantamento do próprio autor. Já o trabalho A2 teve como objetivo desenvolver um site com subtópicos de Biologia Celular, apresentando conteúdos por meio de fotografias, vídeos animados, registros de microscopia e simuladores.

No estudo A3, foi desenvolvido um recurso de realidade aumentada, incorporando textos, imagens, modelos 3D e vídeos para projetar objetos de forma tridimensional. O trabalho A4 resultou na criação da plataforma “Biologia Celular Interativa”, composta por um aplicativo e um website organizados em abas temáticas, contendo imagens, vídeos, links e outras mídias para sistematizar os conteúdos.

O estudo A5 desenvolveu um jogo interativo utilizando a plataforma Scratch, no qual

os alunos avançam por fases à medida que acumulam pontuações baseadas em seu conhecimento sobre Biologia Celular. Já no trabalho A6, foram empregados Kahoot, PowerPoint e Plotagon para a criação de um sistema de Realidade Virtual Imersiva (RVI), integrando imagens, vídeos e textos relacionados aos conteúdos abordados em aula. Esse recurso foi especialmente planejado para atender às necessidades dos alunos surdos, proporcionando uma abordagem acessível e inclusiva no ensino da disciplina.

O estudo A7 empregou laboratórios virtuais como estratégia de ensino, incluindo simulações interativas em páginas da internet, softwares e mídias armazenadas em CD-ROM. No trabalho A8, foi desenvolvido um jogo educacional na plataforma Unity, no qual o jogador avança por fases estruturadas visualmente com imagens e textos que abordam diferentes subáreas da Biologia Celular.

O estudo A9 explorou a produção de materiais audiovisuais feitos pelos próprios alunos que gravaram vídeos utilizando celulares e ferramentas de edição, compartilhando-os em plataformas como Instagram e YouTube. No trabalho A10, os alunos criaram painéis digitais no aplicativo Padlet, integrando recursos multimodais (imagens e textos) e registros fotográficos de lâminas microscópicas feitas com seus celulares. Além disso, o professor elaborou perguntas problematizadoras, cuja respostas foram registradas no Padlet pelos alunos por meio de celulares ou computadores.

O estudo A11 desenvolveu modelos tridimensionais de Realidade Aumentada (RA), utilizando softwares como Unity® e Vuforia®, permitindo a visualização de moléculas, organelas e estruturas da membrana celular por meio de celulares ou tablets. Os modelos foram estruturados a partir de imagens animadas e de fotografias de lâminas vistas sob o microscópio. Já o trabalho A12 analisou recursos de outros estudos, incluindo uma história em quadrinhos sobre células procariontes e eucariontes, criada no Pixton, além de simulações interativas no PhET, que abordavam permeabilidade e transporte de membrana.

O estudo A13 apresentou a criação de animações em *stop motion*, voltadas para o ensino de permeabilidade e transporte através da membrana celular. A animação foi criada a partir de diversas fotografias, realizadas pelos alunos, dos processos de transporte. Por fim, o trabalho A14 utilizou impressão 3D para reproduzir proteínas do citoesqueleto, permitindo a compreensão de sua estrutura e funcionamento por meio da manipulação de modelos físicos baseados na geometria molecular.

Ao final da análise nos trabalhos revisados, foi possível notar a gama de recursos que podem ser utilizados para o ensino de Biologia Celular. Dentre eles, pode-se iniciar citando as imagens, sejam elas fotografias ou ilustrações, mas que, segundo Ausubel (2003, apud Mattos,

2022), assumem papel fundamental processando informações que auxiliam na construção de memórias que serão ativadas sempre que ocorrer um novo estímulo visual, e assim, o sistema nervoso busca informações retidas na memória para criar pontes com a nova experiência. Em seguida, outro recurso bastante utilizado foram os vídeos (e animações) que, para alguns autores como Freire (2019), Nicola; Paniz (2016) e Mendes (2010) são vistos como recursos pedagógicos que facilitam o processo de ensino, para os professores, e de aprendizagem dos alunos.

Por fim, os simuladores, entre outros softwares, também foram bastantes utilizados nas abordagens desenvolvidas pelos pesquisadores, reforçando que tais ferramentas podem ser de grande valia em sala de aula pois segundo Silva e Pereira (2016), essas ferramentas possibilitam a representação dinâmica de processos, como os ocorridos a nível celular, como o transporte de substâncias através da membrana plasmática, proporcionando uma experiência de aprendizado mais significativa pois favorece o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, permitindo que haja interação direta do mesmo com os conteúdos, respeitando seu próprio ritmo de aprendizagem e permitindo a revisita dos conceitos quando necessário.

A respeito da Q4, os trabalhos analisados foram públicos, respectivamente, nos anos de 2017 (A8), 2018 (A7), 2019 (A1, A2, A3 e A10), 2020 (A4, A5 e A9), 2021 (A12 e A14), 2022 (A6 e A13) e 2024 (A11). Observa-se, portanto, uma tendência mais recente, a partir de 2017, no crescimento das pesquisas que envolvem as TDICs dentro do período de dez anos analisado. Além disso, vale destacar que a maior parte desses estudos foi produzida durante ou após o período da pandemia, evidenciando a influência desse contexto na adoção e investigação das tecnologias digitais no ensino.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por meio da revisão sistemática das publicações sobre o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ensino de Biologia Celular no Ensino Médio permitiram alcançar os objetivos propostos, evidenciando as características dessas tecnologias, suas tendências, desafios, impactos e perspectivas para o futuro.

Dentre os recursos identificados, estão simulações interativas, animações, jogos educativos e plataformas digitais, que possibilitam uma abordagem mais dinâmica e envolvente para os alunos. Essas tecnologias têm o potencial de facilitar a aprendizagem de conceitos e fenômenos microscópicos, cuja compreensão exige um alto nível de abstração. Tal habilidade, especialmente no primeiro ano do ensino médio, pode representar um desafio para os alunos, que nesse período encontram-se em transição entre diferentes etapas da educação básica.

Embora o intervalo temporal adotado para a pesquisa – uma década – tenha sido considerado adequado para a análise da produção científica na área, observou-se que a maioria dos estudos revisados foram desenvolvidos no período de 2020 a 2022, durante os a pandemia da Covid-19. Esse cenário impôs períodos de isolamento social em que houve a necessidade de adaptação ao ensino remoto e, conseqüentemente, impulsionou a adoção de recursos digitais e ampliou sua visibilidade como ferramentas educacionais. A distribuição temporal dos estudos analisados também levanta questionamentos sobre os desafios que ainda dificultam a implementação das TDICs nas instituições de ensino. Entre os fatores que podem contribuir para essa realidade, destacam-se a precariedade da infraestrutura escolar, a ausência de formação continuada para professores, entre outros aspectos que merecem uma investigação aprofundada. Vale ressaltar que a utilização do celular na instituição escolar foi regulamentada pela Lei 15.100/2025 que veda a utilização de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais durante as aulas, recreios e intervalos, sendo salvo o uso apenas para fins didáticos, de perigo ou força maior.

Outro aspecto relevante identificado na revisão foi a escassez de ferramentas digitais voltadas para o ensino de alunos com necessidades educacionais especiais. Como evidenciado, por exemplo, no estudo A6, há um potencial significativo para o uso das TDICs no ensino de estudantes surdos e cegos. No entanto, a análise dos trabalhos revisados revelou que essa abordagem ainda é pouco explorada na literatura, o que sugere a necessidade de maior atenção e investimento nessa área.

Apesar desses desafios, a análise das pesquisas evidencia que as TDICs vêm ganhando cada vez mais espaço nas práticas pedagógicas, sobretudo após o período pandêmico. Mesmo diante das limitações estruturais frequentemente mencionadas – como a falta de laboratórios de biologia e informática adequados e acesso à internet de qualidade –, muitos professores-pesquisadores recorreram aos recursos disponíveis para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. O que demonstra uma tendência lenta, porém contínua, da inserção das ferramentas digitais de informação e comunicação como instrumentos mediadores da aprendizagem.

Diante desse cenário, destaca-se a importância de políticas públicas que promovam melhorias na infraestrutura das escolas, incentivem a formação continuada de docentes e gestores e fomentem a modernização das instituições de ensino. Tais iniciativas são fundamentais para garantir a ampliação do uso das TDICs de forma eficiente, equitativa e acessível, contribuindo para a melhoria da qualidade da educação básica no Brasil.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Fixação de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. PT-467. 1. ed. Janeiro de 2003.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: contexto, desafios e práticas**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de referência para o Exame Nacional do Ensino Médio**. Brasília, DF: INEP, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 25 fev. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.533, de 11 de Janeiro de 2023**. Política Nacional de Educação Digital (PNED). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 jan. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114533.htm. Acesso em: 25 fev. 2025.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

FERREIRA, S. L. A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de Ciências: um estudo de caso em uma escola da rede pública estadual de ensino. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2019.

FREIRE, J. A. **Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”**: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia. 2019. 98 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31854/6/TCM_Jeronimo_30_de_setembroreposit%C3%B3rio-final.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

GONZÁLEZ, M. L. et al. **Formação inicial de professores: desafios e possibilidades**. São Paulo: Editora Cortez, 2018.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

KARSENTI, T.; BUGMANN, J. **Integração das tecnologias de informação e comunicação no ensino: proposta de estratégias de formação contínua de professores**. Educação & Realidade, v. 38, n. 2, p. 413-434, 2013.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2012.

MARCELO GARCIA, Carlos. **Formação de professores: para uma mudança educativa.** Porto: Porto Editora, 1999.

MAGRANI, E. **A Internet das Coisas.** Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia celular para a 1ª série do ensino médio.** 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MORAN, J. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** Campinas: Papirus, 2015.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma educação inovadora.** Campinas: Papirus, 2021.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. **A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia.** *Infor, Inov. Form. Rev. NEaD-Unesp*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 357, 2016.

POZO, J. I.; CRESPO, M. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Porto Alegre: *Artmed*, 2009.

PRETTO, N. L.; BONILLA, M. H. **Inclusão digital e educação: movimentos dialéticos entre acesso e apropriação das tecnologias digitais.** São Paulo: Cortez, 2018.

SANTOS, F. M.; SCHNETZLER, R. P. **O ensino de Ciências e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.** São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, L. R. B. dos; MORETH, M. C. de S. G.; BOTELHO JÚNIOR, S. **Utilizando o celular para observação de estruturas microscópicas nas aulas de biologia: uma alternativa à falta de infraestrutura nas escolas.** 2022.

SILVA, J. J. da. **Kit artesanal de microscopia para aulas de biologia celular no ensino médio.** 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

SILVA, R. M.; PEREIRA, L. F. **Simulações no ensino de Biologia: uma ferramenta para potencializar o aprendizado de processos celulares.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2016.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer.** *Einstein*, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

SOUZA, M. N. A.; PAES, D. M. B. A biblioteca digital de teses e dissertações – BDTD. *Práticas Culturais Educativas*, 2013, p. 649-65

