



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS (Modalidade: Licenciatura)**

AXSSIÂNNY DESTERRO RIBAMAR

**MICROSCÓPIOS VIRTUAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO
DE BIOLOGIA**

SÃO LUÍS-MA

2025

AXSSIÂNNY DESTERRO RIBAMAR

MICROSCÓPIOS VIRTUAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Maranhão (UFMA) como requisito para a obtenção do título de Graduação em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Mariana Guelero do Valle

Coorientador: Daniel Barcelos da Cunha

SÃO LUÍS-MA

2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Ribamar, Axssiânny Desterro.

MICROSCÓPIOS VIRTUAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O
ENSINO DE BIOLOGIA / Axssiânny Desterro Ribamar. - 2025.
34 f.

Coorientador(a) 1: Daniel Barcelos da Cunha.

Orientador(a): Mariana Guelero do Valle.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas -
Licenciatura, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
Maranhão., 2025.

1. Microscopia Virtual. 2. Objetos Virtuais de
Aprendizagem. 3. Ensino de Biologia. 4. Recursos
Didáticos. 5. Simuladores Educacionais. I. Cunha, Daniel
Barcelos da. II. Valle, Mariana Guelero do. III. Título.

AXSSIÂNNY DESTERRO RIBAMAR

MICROSCÓPIOS VIRTUAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Aprovada em 16 / 12 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Mariana Guelero do Valle – Orientadora

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof^ª Dra. Andréa Martins Cantanhede

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof^ª Ma. Premma Hary Mendes Silva

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é fonte de toda vida e sabedoria. Que me concedeu a oportunidade de trilhar este caminho e viver esta experiência única e transformadora, sendo meu alívio e me conduzindo em cada passo dado na jornada da minha vida.

Ao meu marido, Mateus Vale, que é meu companheiro incansável, que me segurou nos momentos mais difíceis e sempre acreditou neste sonho. Esteve sempre presente, em cada período, em cada dificuldade, em cada noite de estudo, sempre me incentivando e dizendo o quanto sou capaz de alcançar mais esse objetivo. Essa vitória é nossa, meu amor, e eu sou imensamente grata por tê-lo ao meu lado.

Aos meus pais, Givaldo e Adriana, que me ensinaram o valor da educação e que sempre me incentivaram a buscar conhecimento como a maior oportunidade que a vida poderia oferecer, e ao meu padrasto Saelithon e minha madrastra Valquíria, que também contribuíram com carinho, apoio e incentivo ao longo dessa trajetória.

Aos meus sogros, Gilmara e João, cujo apoio foi fundamental para a conclusão deste curso. Agradeço por terem abraçado meu sonho como se fosse um objetivo próprio, dedicando tempo, oferecendo confiança e suporte irrestrito em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Luís, Iris, Isabelly e Sayllon, cuja presença silenciosa me deu forças para seguir. Bem como ao meu cunhado Arthur, pois sempre incentivou-me a prosseguir.

As minhas amigas Juliane, Bianca e Nayele, pelo apoio e companhia constantes desde os tempos do ensino médio; e a Elayne e Emmanuelle, que se uniram a essa jornada na faculdade. Agradeço por tornarem, juntas, todo o processo mais leve, suportável e proveitoso com sua amizade e incentivo mútuo.

A Lourdimar, Celionice e Mirian, pela firmeza e direcionamento durante o período do ensino médio. Agradeço a visão de futuro e a cobrança necessária que me impuseram, atitudes que foram cruciais para que eu criasse a disciplina e a seriedade nos estudos que me trouxeram até aqui.

E à minha orientadora, Mariana Guelero, por conduzir este trabalho com paciência, dedicação e carinho, tornando possível a realização deste sonho.

MICROSCÓPIOS VIRTUAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

VIRTUAL MICROSCOPES AS A TEACHING RESOURCE FOR TEACHING BIOLOGY

MICROSCOPIOS VIRTUALES COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de analisar o potencial dos microscópios virtuais como recurso didático para o ensino de Biologia. A pesquisa possui abordagem qualitativa e tipologia documental, realizou um levantamento na plataforma PlayStore e em sites institucionais, resultando na seleção e análise de diferentes 10 Objetos Virtuais de Aprendizagem (OV) relacionados à microscopia, considerando dimensões técnicas e pedagógicas. A análise permitiu identificar diferenças entre os OVs quanto às possibilidades de interação e ao nível de autonomia oferecido, além de limitações relacionadas à acessibilidade, especialmente pela ausência de recursos como legendas, audiodescrição ou linguagem simplificada. Os resultados indicam que, embora não substituam a microscopia tradicional, esses recursos ampliam as possibilidades de ensino, atuando como material de apoio acessível e com ação democratizante, especialmente para escolas sem laboratórios equipados. Em suma, conclui-se que o uso de microscópios virtuais é uma alternativa para ampliar o acesso a atividades práticas, enriquecer a compreensão de conteúdos microscópicos e tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico.

Palavras-chave: Microscopia virtual; Objetos Virtuais de Aprendizagem; Ensino de Biologia; Recursos didáticos; Simuladores educacionais.

SUMÁRIO

Introdução	7
Referencial Teórico	9
Percurso Metodológico	11
Resultados e discussão	12
Simuladores interativos de microscopia	14
Coleções de imagens de microscopia	16
Coleções de lâminas digitalizadas com aumento	16
Instalação e navegação	21
Estética	21
Acessibilidade	21
Interatividade	24
Autonomia	26
Material de apoio e informações adicionais	27
Considerações finais	30
Referências	31
Anexo	33

Microscópios virtuais como recurso didático para o ensino de Biologia

Virtual microscopes as a teaching resource for biology education

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar o potencial de microscópios virtuais como recurso didático para o ensino de Biologia. A pesquisa possui abordagem qualitativa e tipologia documental, baseada na análise de diferentes Objetos Virtuais de Aprendizagem relacionados à microscopia, considerando dimensões técnicas e pedagógicas. A análise permitiu identificar diferenças entre os Objetos Virtuais de Aprendizagem quanto às possibilidades de interação e ao nível de autonomia oferecido, além de limitações relacionadas à acessibilidade, especialmente pela ausência de recursos como legendas, audiodescrição ou linguagem simplificada. Os resultados indicam que esses recursos não pretendem substituir a microscopia tradicional, mas sim ampliar as possibilidades de ensino, atuando como material de apoio acessível e com ação democratizante, especialmente para escolas sem laboratórios equipados. Em suma, conclui-se que o uso de microscópios virtuais é uma alternativa para ampliar o acesso a atividades práticas, enriquecer a compreensão de conteúdos microscópicos e tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico.

Palavras-chave: Microscopia virtual; Objetos Virtuais de Aprendizagem; Ensino de Biologia; Recursos didáticos; Simuladores educacionais.

Submetido em
XX/XX/2025

Aceito em
XX/XX/2025

Publicado em
XX/XX/2025

Abstract. This study aims to analyze the potential of virtual microscopes as a teaching resource for biology education. The research employs a qualitative approach and a documentary typology, based on the analysis of different Virtual Learning Objects related to microscopy, considering both technical and pedagogical dimensions. The analysis identified differences between the VOs regarding interaction possibilities and the level of autonomy offered, as well as limitations related to accessibility, especially the absence of resources such as captions, audio description, or simplified language. The results indicate that these resources do not intend to replace traditional microscopy, but rather to expand teaching possibilities, acting as accessible support material with a democratizing effect, especially for schools without equipped laboratories. In short, it is concluded that the use of virtual microscopes is an alternative to broaden access to practical activities, enrich the understanding of microscopic content, and make the learning process more dynamic.

Keywords: Virtual microscopy; Virtual learning objects; Biology teaching; Teaching resources; Educational simulators.

Introdução

As novas tecnologias digitais estão integradas ao nosso cotidiano e trazem um grande impacto em como interagimos e concebemos o mundo ao nosso redor. Segundo Soares (2022), a tecnologia digital consiste em um conjunto de técnicas que transformam qualquer forma de linguagem ou dado em representações numéricas. No contexto educacional, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) incluem aparelhos eletrônicos,

softwares, plataformas virtuais e o uso da internet, contribuindo para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, acessível e interativo.

A área das Ciências Biológicas inclui diversos aspectos, desde o complexo funcionamento das células até a imensidão dos grandes ecossistemas. De acordo com Fontes, Chapani e Souza (2013), a compreensão de certos processos biológicos é frequentemente dificultada devido à sua complexidade e à sua natureza imperceptível ao olho humano. Dessa maneira, buscar formas que auxiliem na compreensão e construção de conhecimentos se torna necessário no ensino de Biologia. Ao analisar esse contexto podemos perceber que há na literatura trabalhos que já abordam as potencialidades do uso de algumas tecnologias digitais como recurso para um melhor processo de ensino e aprendizagem, como exemplo disso temos os softwares de simulação (Gregório, Oliveira & Matos, 2016; Santos, 2023; Rangel, et al., 2024), que têm sido amplamente estudados por sua capacidade de favorecer aprendizagens ativas e visualização de conteúdos abstratos. Estudos recentes indicam que simuladores digitais oferecem níveis maiores de interatividade ao permitir que os alunos manipulem virtualmente instrumentos aproximando-os dos processos reais de observação científica (Figueira et al., 2021).

Ao falarmos sobre o uso de tecnologias no Ensino de Ciências, relacionamos isso a laboratórios, munidos de equipamentos e microscópios; entretanto, segundo o Anuário Brasileiro da Educação de 2025, apenas 46,9% das escolas brasileiras possuem laboratório de ciências, e ainda assim isso não garante a presença de um microscópio e que este esteja funcionando. A ausência desse recurso prejudica experiências práticas, já que estas “ajudam os alunos a desenvolver habilidades práticas, como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico” (Rangel et al., 2024, p. 02). Porém, podemos ressaltar que a utilização de softwares de simuladores tem se tornado cada vez mais relevante no processo de ensino-aprendizagem, pois conforme apontado por Ferreira, Pereira & Sousa (2019); Gregório, Oliveira & Matos (2016); Ramos, Cardoso & Carvalho (2020); Santos, Freitas & Lopes (2020); e Sartore (2019), esses recursos desafiam, engajam e motivam os alunos, além de permitirem aos professores abordar conceitos abstratos de maneira mais concreta.

Entre esses recursos que podem ser utilizados, podemos destacar os simuladores e ambientes virtuais de microscopia. Dessa forma, os simuladores de microscopia virtual surgem então como alternativa para o ensino de Biologia, permitindo que os alunos

observem estruturas celulares de modo semelhante ao uso de um microscópio óptico tradicional (Santos, Leite e Ferreira, 2023).

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar o potencial dos microscópios virtuais como recurso didático para o ensino de Biologia. Para alcançar esse propósito, foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) realizar um levantamento de Objetos Virtuais de Aprendizagem (OV) relacionados à microscopia no contexto do ensino de Biologia; b) analisar as dimensões técnicas adotadas nos simuladores de microscopia virtual; c) avaliar as dimensões pedagógicas desses simuladores, considerando sua usabilidade, interatividade e potencial para favorecer a aprendizagem.

Espera-se que esta investigação contribua com reflexões acerca das potencialidades do uso da microscopia virtual no ensino de Biologia, especialmente em contextos onde há limitações estruturais, e forneça contribuições para que professores selecionem e utilizem esses recursos de maneira crítica e fundamentada.

Referencial Teórico

Gregório, Oliveira e Matos (2016) argumentam que o uso de simuladores digitais, quando associado a abordagens investigativas, podem diminuir dificuldades inerentes ao ensino de conteúdos mais abstratos. Quirino (2011) ressalta que recursos desse tipo oferecem aos alunos dados que facilitam a visualização e concretização dos assuntos, o que conseqüentemente ajuda na compreensão e aprendizado dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é um documento que normatiza os conhecimentos, habilidades e competências que os alunos precisam desenvolver. O documento possui competências gerais, e uma dessas, está voltada para o uso de tecnologias digitais, e traz o seguinte:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p.11)

Na área de Ciências da Natureza, o documento ainda reforça que o ensino deve estimular habilidades investigativas, a compreensão de modelos, a análise de situações-problema e uso de tecnologias para explorar fenômenos naturais (Brasil, 2018).

Diante desse contexto, simuladores virtuais vêm ganhando espaço. Isso ocorre porque estudos recentes indicam que tais recursos possibilitam uma aprendizagem mais ativa ao permitir que o aluno execute ações semelhantes às realizadas em práticas reais de laboratório (Alvarez, 2021; Francis et al., 2022; Mercado e Picardal, 2023). Tais ambientes digitais ampliam a autonomia dos alunos, pois possibilitam que cada um explore o conteúdo no seu ritmo. Inclusive, alguns autores reforçam essa ideia afirmando que os simuladores “reproduzem com fidelidade processos laboratoriais, permitindo ao aluno vivenciar etapas que, muitas vezes, não poderiam ser realizadas em ambientes escolares devido à falta de equipamentos ou materiais” (Figueira et al., 2021, p. 4). Entre os simuladores voltados às Ciências Biológicas, destaca-se a microscopia virtual. Segundo Santos, Leite e Ferreira (2023), esse recurso oferece uma experiência que “simula, de forma bastante aproximada, o funcionamento de um microscópio óptico real, com ajustes de foco, ampliação e deslocamento do campo de visão”, essa característica a torna especialmente útil em contextos onde o acesso a laboratórios é limitado ou inexistente (Santos; Leite; Ferreira, 2023, p. 310).

Para melhor entendimento a respeito destes recursos, é importante diferenciar dois conceitos que podem ser frequentemente confundidos: microscopia digital e microscopia virtual. A microscopia digital envolve a obtenção de imagens por meio de um microscópio acoplado a uma câmera digital permitindo registrar, projetar, ampliar e analisar imagens em tempo real. Já a microscopia virtual consiste na navegação interativa por imagens estáticas de alta resolução previamente escaneadas, simulando a experiência de focar e ampliar lâminas em um microscópio óptico. Essa diferenciação é fundamental, pois enquanto a microscopia digital está relacionada ao processo de captura de imagens, a microscopia virtual se caracteriza como um ambiente de exploração e estudo e não de aquisição de dados (Pereira & Motta, 2022).

Dessa maneira, um novo conceito pode surgir, o de laminoteca que pode ser entendido como uma biblioteca digital de lâminas escaneadas que permite o acesso a coleções diversificadas de preparações biológicas. Esse tipo de repositório amplia o alcance do ensino prático, pois permite que alunos analisem a mesma lâmina simultaneamente, de forma remota e em diferentes níveis de ampliação, o que reduz os custos e os riscos associados ao uso de lâminas físicas, uma característica que é destacada também por

pesquisas que enfatizam seu potencial na democratização do acesso a práticas de observação microscópica (Pereira & Motta, 2022; Santos, Leite & Ferreira, 2023).

Percurso Metodológico

A presente pesquisa possui uma abordagem qualitativa, que segundo Flick (2009), compreende um conjunto de práticas interpretativas, onde o principal foco está nos processos e perspectivas, utilizando métodos como entrevistas, observações, documentação e registros descritivos. A tipologia da pesquisa é documental, segundo McCulloch (2004) essa categoria de pesquisa faz uso de fontes primárias, ou seja, informações que ainda não foram trabalhadas e não possuem um viés científico, ou que estão em suas primeiras fases.

Para obter os objetos de pesquisa foi realizado um levantamento de sites e aplicativos na plataforma “PlayStore”. Em ambos foram utilizados os seguintes descritores: microscópios, microscópios virtuais, simuladores de microscópio, simuladores de microscopia. Como critérios de inclusão, foram levados em consideração os seguintes aspectos: tipo do recurso (site ou aplicativo), variação do recurso (microscópio virtual, coleção de imagens de microscopia, laboratório com microscópio), idioma (português, inglês e espanhol), ferramentas no recurso (possuir pelo menos uma similaridade com um microscópio real, ou seja, ter aumento, ajuste de luz e afins) e que no caso dos sites, tivesse vínculo a alguma instituição de ensino. Já para os critérios de exclusão foram considerados os seguintes itens: apps ou sites que atendiam aos descritores selecionados, mas que numa análise preliminar foram identificados como lupa; recursos de outros idiomas que não fossem em português, inglês e espanhol; recurso que não tivesse livre acesso ao público geral. Após o levantamento foram encontrados 14 Objetos Virtuais de Aprendizagem, sendo que destes somente 10 fazem parte do *corpus* da pesquisa, pois atendem os critérios de inclusão e exclusão.

A fim de dar andamento à pesquisa, fez-se necessário entender a conceituação de “Objetos Virtuais de Aprendizagem” que para Spinelli (2007), representa qualquer recurso digital reutilizável que auxilia na aprendizagem de um determinado conceito e, ao mesmo tempo, estimula o desenvolvimento de capacidades pessoais como a imaginação e a criatividade. Essa definição auxiliou na seleção do *corpus* e deu suporte à interpretação dos dados, uma vez que os Objetos Virtuais de Aprendizagem analisados se configuram como objetos digitais.

A sigla que será utilizada para representar os Objetos Virtuais de Aprendizagem de maneira geral será “OV” e será acrescida de um numeral (de 1 a 14) na ordem em que aparecem no Quadro 1, por exemplo, OV1.

Para análise dos dados coletados foi utilizada a metodologia de Análise de Conteúdo, de acordo com Bardin (2011). A Análise de Conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos aplicáveis a discursos e a outros conteúdos de comunicação altamente difundida em pesquisas das mais diversas naturezas, e propõe a interpretação sistemática e objetiva das mensagens. Esse método é composto por três etapas principais, são elas: pré-análise, que consiste inicialmente na organização do material e na definição dos objetivos da pesquisa; estudo do material, uma etapa que é dedicada à codificação e posteriormente à categorização e classificação dos dados; e na fase final o tratamento dos resultados, que envolve a interpretação e a construção de implicações a partir das categorias definidas. Em resumo, esse método possibilita uma compreensão mais aprofundada do objeto de pesquisa por meio da organização e interpretação dos dados qualitativos. Foram utilizados também, os referenciais teóricos de Schell (2011) para análise das dimensões técnicas e Braga (2014) para análise dos parâmetros pedagógicos.

Resultados e discussão

Primeiramente, iremos apresentar os resultados acerca da análise do levantamento de Objetos Virtuais de Aprendizagem relacionados ao tema microscopia no contexto do ensino de Biologia. Para esse levantamento foram estabelecidos os critérios relacionados à instituição de ensino, ao idioma e ao tipo; estes ainda receberam uma sigla que será utilizada para mencioná-los nas etapas subsequentes do trabalho. Conforme pode ser visto a seguir:

Quadro 1. Objetos Virtuais de Aprendizagem

Nome	Instituição de ensino	Idioma	Tipo	Sigla utilizada
1. Microscópio virtual	Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo	Português	Site e aplicativo	OV1
2. Microscópio virtual	BioNetworks	Inglês	Site	OV2
3. Microscópio virtual	The Open University	Inglês	Site	OV3

4. Microscopia Virtual de Expressões Moleculares	The Florida State University	Inglês	Site	OV4
5. Microscópio virtual	Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da PUC Minas	Português	Site	OV5
6. Microscópio virtual	Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul	Português	Site	OV6
7. Microscópio-	Ciberdroix Soft	Português	Aplicativo	OV7
8. Labscope	Zeiss	Português	Aplicativo	OV8
9. Células virtuais microscópio		Inglês	Aplicativo	OV9
10. Microscópio virtual	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Português	Site	OV10
11. Laboratório de Microscopia virtual	Departamento de Biociência e Diagnóstico Bucal (Instituto de Ciência e Tecnologia-UNESP)	Português	Site	OV11
12. Microscopia virtual e recursos para estudos de saúde.	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Espanhol	Site	OV12
13. Microscópio de Histologia Virtual	Faculdade de Medicina da Universidade de Buenos Aires.	Espanhol	Site	OV13
14. Atlas de Histologia Vegetal e Animal	Depto. de Biología, Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología. Universidad de Vigo, España.	Espanhol	Site	OV14

Nota. Dados obtidos no levantamento das autoras (2025)

Em primeira análise, obedecendo aos critérios de inclusão e exclusão, os OVs 5, 6, 7 e 13 foram excluídos pois não possuem os requisitos necessários para que sigam na pesquisa. Apesar de alguns serem intitulados microscópios, nesta análise pudemos observar que na verdade são lupas, pois não apresentam funcionalidades compatíveis com as de um microscópio, ainda que seja virtual, além de somente ampliarem estruturas visíveis a olho nu, enquanto os OVs incluídos oferecem a possibilidade de visualizar estruturas microscópicas e dessa forma não se enquadram como objetos de pesquisa.

A análise dos diferentes microscópios virtuais disponíveis evidencia uma diversidade de propostas pedagógicas e tecnológicas. Diante dessa heterogeneidade observada, após seleção dos trabalhos que estão dentro dos critérios de inclusão, optou-se por realizar uma categorização que foi elaborada de forma a organizar os recursos de acordo com suas principais funcionalidades. Dessa maneira, o agrupamento foi o seguinte:

Quadro 2. Categorias de análise e suas respectivas descrições.

Nome	Descrição	Objetos Virtuais de Aprendizagem
Simuladores interativos de microscopia	Esta categoria compreende os recursos que têm como objetivo principal simular o manuseio e o funcionamento de um microscópio óptico real. Os ambientes virtuais permitem que os alunos ajustem o foco, troque objetiva e explore lâminas de tecidos animais e vegetais, de modo que possibilita a compreensão da operação do instrumento real.	1 e 2
Coleções de imagens de microscopia	Os recursos desta categoria contêm diferentes níveis de aumento. Apresentam diferentes tipos de microscopia além do óptico, tais como: petrográfico, de fluorescência, varredura a laser e outros. Além de incluir tutoriais interativos que simulam, com uma precisão maior, as etapas de focalização e iluminação, o que se aproxima de um microscópio real em termos de funcionamento.	3 e 4
Coleções de lâminas digitalizadas com aumento	Nesta categoria estão reunidos bancos de imagens microscópicas digitalizadas que priorizam a visualização de amostras em alta resolução, em vez da simulação do manuseio do microscópio real. As plataformas reúnem lâminas organizadas de tecidos animais e vegetais. Essa categoria se caracteriza pela ênfase na observação de estruturas microscópicas reais.	8, 9, 10, 11, 12 e 14

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise das categorias que agrupam os OVs:

Simuladores interativos de microscopia

As plataformas desta categoria reproduzem, em ambientes virtuais, o manuseio básico do microscópio óptico, permitindo ao aluno ajustar foco, trocar objetivas e examinar lâminas biológicas, o que favorece a pré-formação prática antes do uso do equipamento físico. Segundo Maity et al. (2023), o uso de microscopia virtual resultou em melhor desempenho em provas e foi bem recebido por alunos da área da saúde, o que demonstra que o uso desses recursos pode trazer benefícios aos alunos. De maneira geral, esse tipo de recurso possibilita que o aluno compreenda não só os conteúdos estudados, mas também a estrutura e o funcionamento do microscópio, mesmo sem ter tido um contato físico com o equipamento antes, e isso pode favorecer na otimização no tempo de aula, além de propiciar maior autonomia no processo de aprendizagem.

O OV1 é denominado no site e aplicativo Microscópio Virtual e foi desenvolvido pelo Espaço Interativo de Ciências (EIC), que é um projeto com vínculo com o Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo. Esse recurso é apresentado em português, sem possibilidade de alteração do idioma. Ele possui lâminas vegetais e animais, tendo um quantitativo de 9 e 13 respectivamente. Conta ainda com charriot, foco, intensidade da luz e platina. Apresentando, inclusive, a simulação do aluno poder colocar a lâmina para observação. Vale ressaltar que esse recurso possui uma aba denominada “ajuda” em que possui opções de como usar, informações sobre as lâminas animais, vegetais e ainda um roteiro para professores.

Já o OV2 também é chamado de Microscópio Virtual e foi produzido pela Sage Bionetworks, que é uma organização de pesquisa sem fins lucrativos, que localiza-se em Seattle, nos Estados Unidos. Tal recurso é exibido em inglês, sem possibilidade de mudança do idioma. Conta com lâminas de plantas, animais não humanos, bactérias e de seres humanos. As funcionalidades que esse recurso possui são ajuste de luz, foco fino e grosso, quatro aumentos diferentes, sendo que quando o aumento de 100x é selecionado é mostrado uma instrução que deve ser colocado óleo de imersão para não prejudicar o microscópio. Outro aspecto a se evidenciar é que os alunos podem receber instruções durante o uso do recurso e também em uma área separada destinada a isso. OVs que reproduzem procedimentos que são autênticos de microscopia, podem aumentar a percepção de realismo e estimular a participação dos alunos no processo de aprendizagem dos conteúdos.

Entretanto, por mais que os OVs apresentem todas essas funcionalidades e sejam intuitivos, eles necessitam de mediação docente. No caso do OV2, essa necessidade é ampliada já que

sua apresentação é em inglês e necessita de algum outro artifício para traduzir para o português.

Coleções de imagens de microscopia

Os recursos agrupados nesta categoria caracterizam-se por oferecerem diferentes níveis de aumento, que levam a possibilitar revisões mais detalhadas das estruturas disponíveis para análise dentro de cada recurso. No cenário nacional, investigações e relatos de experiência indicam que recursos como estes podem contribuir para a padronização de acervos didáticos e para a continuidade das atividades de ensino durante períodos de ensino remoto, por exemplo (Fonseca et al., 2023; Santos et al., 2021).

O recurso OV3 é denominado no site como Microscópio Virtual, é apresentado em inglês, porém pode ser traduzido automaticamente pelo próprio navegador. É apresentado em forma de coleções, possuindo diferentes tipos de luz, diferentes níveis de aumento, fichas informativas de cada espécime. Este ainda simula a ação de dois filtros e atua como microscópio petrográfico. Tem como principal objetivo a identificação de rochas e minerais.

Já o OV4 designa-se como Microscopia Virtual de Expressões Moleculares, é exibido em inglês, mas também pode ser automaticamente traduzido pelo navegador utilizado para acessar o recurso. Este apresenta diferentes tipos de microscopia, sendo que cada um deles possui diferentes opções para interagir, de acordo com a proposta apresentada, no geral, podemos citar o foco, contraste, brilho, ampliações diferentes, intensidade e outros.

Apesar disso, algumas limitações são observadas, já que para instruir os alunos sobre o uso correto de cada ferramenta dentro do recurso é necessária a formação do docente para o uso das ferramentas disponíveis (Fonseca et al., 2023). Além disso, questões de licenciamento e catalogação podem surgir quando coleções provêm de múltiplas fontes, como é o caso dos microscópios que estão nesta categoria.

Coleções de lâminas digitalizadas com aumento

Esta categoria agrupa repositórios institucionais, atlas virtuais e aplicativos móveis cujo foco principal é a disponibilização e visualização de lâminas digitalizadas em alta resolução, em sua maioria com capacidade de aumento, sem necessariamente simular o manuseio do microscópio físico. No Brasil, iniciativas consolidadas, tais como Microscopia Online (ICB-USP) e o Laboratório de Microscopia Virtual LAMIVIR (UNESP), exemplificam

coleções que democratizam o acesso a lâminas histológicas e servem de suporte para ensino, atividades avaliativas e outras possibilidades (LAMIVIR/UNESP). Chow e Sharmin (2025) reforçam que esse tipo de ambiente digital amplia o engajamento dos alunos e favorece uma aprendizagem mais ativa e autônoma, sobretudo em contextos nos quais o uso do microscópio físico é limitado ou inexistente. Avaliações nacionais do uso de lâminas digitalizadas destacam impactos positivos sobre a motivação dos alunos, a viabilidade de ensino remoto e a ampliação do repertório de amostras disponíveis para análise comparativa (Girão-Carmona, 2020).

O OV8 está disponível como aplicativo, intitulado Labscope e é apresentado em português, mas apresenta possibilidade de alterar o idioma. Possui lâminas vegetais e animais, diferentes possibilidades de aumento, e opção de ver medidas. O OV9 é um aplicativo intitulado Microscope Virtual, que conta com 12 lâminas que simula um aumento, que não necessariamente seja fiel ao que é observado na realidade. O OV 10 é um site da UNIOESTE que reúne imagens de microscopia, que trazem uma breve descrição sobre as imagens e já com aumentos fixos que são descritos nas imagens. Este possui ainda acessibilidade para Língua Brasileira de Sinais e é apresentado em português, mas pode ser traduzido pelo próprio navegador. O OV11 intitula-se Laboratório de Microscopia Virtual, é apresentado em português e é um banco de dados de lâminas digitalizadas que trazem consigo um caso clínico, uma ficha de descrição e como ferramentas possui diferentes níveis de aumento e a possibilidade de movimentar a lâmina. Já o OV12 é intitulado de Microscopia Virtual e recursos para estudo da saúde, é apresentado em espanhol. Possui algumas imagens com possibilidade de aumento e movimentação da imagem. O OV13 chama-se Microscopio Virtual de Histología, tem como idioma o espanhol, mas pode ser traduzido pelo navegador para outros idiomas. Este apresenta um documento chamado Atlas Interativo que necessita de download, mas não há retorno quando o comando é dado. O OV14 é intitulado Atlas de histología vegetal y animal, apresentado em espanhol, mas oferece a opção de tradução para o inglês, além de ter a possibilidade de ser traduzido pelo navegador. Conta com lâminas animais e vegetais, que podem ser observadas em diferentes aumentos. Possui ainda descrição abaixo das imagens sobre o que está sendo mostrado.

As principais limitações observadas nessa categoria são: falta de interatividade, já que muitos recursos não permitem ajustar foco, iluminação ou trocar objetivas, por exemplo.

Algumas coleções não têm escalas, legendas ou dados suficientes para serem utilizados em aulas.

Ao analisarmos todos os OV's podemos perceber que há um grande potencial em cada um deles para serem utilizados como recurso nas aulas de Biologia, desde que haja um estudo antecipado do docente, para que possa ser ajustado à realidade em que fará o uso. Além disso, se o uso não for acompanhado de roteiros, objetivos de aprendizagem e discussões guiadas, os recursos podem ser reduzidos a uma experiência meramente visual, sem promover compreensão conceitual profunda. De acordo com Santos et al. (2021), o sucesso no uso da microscopia virtual depende da integração com estratégias pedagógicas ativas e da contextualização fornecida pelo professor.

De acordo com Braga (2014), quando analisamos um Objeto de Aprendizagem, precisamos olhar tanto aspectos técnicos, quanto aspectos pedagógicos. Afinal, são esses aspectos que juntamente aos parâmetros pedagógicos, podem inferir a qualidade, a funcionalidade e se o recurso será, de fato, útil em um ambiente de ensino. Os detalhes técnicos garantem que o Objeto de Aprendizagem seja estável, acessível e aplicável, o que é fundamental para uma boa experiência de uso de professores e alunos. Tarouco et al. (2014) sugerem que a avaliação técnica deve verificar a compatibilidade com diferentes aparelhos, a facilidade de navegar, o design e a usabilidade. Tudo isso para assegurar uma exploração eficiente do conteúdo. A tecnologia no âmbito educacional só funciona se for intuitiva, ou seja, se o recurso não for fácil de ser manuseado, seu uso não é interessante. Moran e Behrens (2015) defendem que ela só se torna significativa quando o aluno pode focar no que realmente importa: a aprendizagem, sem se perder em possíveis dificuldades técnicas. Nesta seção os recursos serão analisados a partir de dimensões técnicas, são apresentadas três categorias:

- Instalação e navegação: se permite fácil instalação, ou se necessita de algum software específico para ter acesso ao recurso;
- Estética: aspectos visuais e sonoros que compõem o recurso, como cores, imagens, sons e textos;
- Acessibilidade: se Objetos Virtuais de Aprendizagem oferece adaptações para pessoas com diferentes tipos de deficiências, se ele pode ser acessado em diferentes locais (com ou sem internet), se ele pode ser acessado em diferentes tipos de dispositivos (tablet, notebook e celular), e se é possível utilizar em idiomas diferentes do que foi desenvolvido;

Quadro 3. Análise dos parâmetros técnicos dos Objetos Virtuais de Aprendizagem

OVs	Instalação e navegação	Estética	Acessibilidade
1	Pode ser acessado diretamente pelo navegador, sem necessidade de downloads adicionais no site. Já o aplicativo pode ser facilmente instalado através da loja de aplicativos.	O recurso não dispõe de sinais sonoros no app, mas no site há uma animação com objetos que compõem um laboratório e efeitos sonoros à medida que eles surgem. É composto por cores básicas, com fundo escuro, para que os demais elementos fiquem destacados. O texto é de fácil leitura.	O OV1 não possui artifícios para pessoas com deficiência. O recurso pode ser utilizado de forma offline no aplicativo, já para o uso do site é necessário a conexão com a internet. O recurso é apresentado em português, sem opção de alteração no aplicativo ou site.
2	O recurso pode ser utilizado pelo navegador sem necessidade de download.	O OV2 possui alguns sinais sonoros quando os elementos são selecionados. Ao ser iniciado, o recurso simula uma sala de laboratório e o cenário é composto por armários, mesa, lixeiras e bancada com o microscópio. Possui um fundo claro para ver facilmente os elementos.	Não são encontradas ferramentas que auxiliem pessoas com deficiência. O idioma em que foi desenvolvido é o inglês e não há opção de tradução. Além disso, este só pode ser utilizado se houver conexão com a internet.
3	O OV3 não exige instalação, pode ser usado direto no navegador.	A visualização é bem organizada, dividida em “slides” que contém o nome do espécime. Não foram observados a presença de sinais sonoros.	Não foram encontrados instrumentos que tornassem o recurso acessível a pessoas com deficiência. Vale ressaltar que o recurso só pode ser acessado se houver conexão com a internet.
4	O OV4 pode ser acessado direto pelo navegador, mas ao selecionar o tipo de microscopia que será usada um certo tipo de download é exigido para que o recurso seja utilizado. Vale ressaltar que quando utilizado em dispositivos celulares, algumas funcionalidades ficam comprometidas, como as barras de controle, por exemplo.	O recurso não dispõe de sinais sonoros. São utilizados slides para visualização dos espécimes. As cores utilizadas são básicas, e a depender do tipo de microscopia as imagens podem ser no padrão preto e branco ou coloridas.	O recurso não possui artifícios destinados a pessoas com deficiência. O idioma original é inglês, porém pode ser traduzido automaticamente pelo próprio navegador.
8	O recurso só pode ser acessado através da instalação por meio da loja de aplicativos.	Não foram identificados sinais sonoros no app. São apresentadas lâminas com a coloração necessária para visualização.	Não foram encontradas ferramentas que auxiliassem o uso do recurso por pessoas com deficiência. O app oferece a opção de mudar o idioma nas configurações. O recurso pode ser utilizado quando estiver offline.

9	O recurso exige instalação por meio da loja de aplicativo para que seja utilizado.	Ausência de sinais sonoros. A estética do aplicativo é lúdica e conta com ilustrações para representar as lâminas. O cenário é composto também por uma representação de uma objetiva e platina.	O OV9 não apresenta ferramentas destinadas a pessoas com deficiência. O recurso pode ser acessado sem conexão com a internet. Referente ao idioma não há colocações já que o recurso não apresenta texto.
10	O OV10 não necessita de instalação, já que é acessado direto pelo navegador e não requer nenhum download extra.	O recurso possui um texto introdutório que é de fácil leitura. As imagens microscópicas são dispostas uma ao lado da outra, com algumas informações na própria imagem.	O recurso apresenta algumas ferramentas de acessibilidade, tais como a interpretação do texto informativo para Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Além disso, na aba de acessibilidade também é possível ajustar o tamanho das letras e a cor de fundo para facilitar a leitura. O idioma original é português, mas o texto pode ser traduzido pelo próprio navegador. As informações contidas nas imagens digitalizadas não são traduzidas pelo navegador.
11	Não há necessidade de instalação para uso do recurso.	O recurso é organizado por slides que contém informações sobre as lâminas. O texto trazido introdutoriamente, é de fácil leitura. Já na visualização da imagem microscópica o fundo é claro, e o material a ser observado possui coloração necessária para melhor visualização.	O recurso é disponibilizado em português. Por seu acesso se dá através de site, a conexão com a internet é necessária. Não foram observados artifícios para pessoas com deficiência.
12	Não há necessidade de instalação para uso do recurso.	O recurso é organizado em formato de galeria. As cores utilizadas são vibrantes. O texto é de fácil leitura. O fundo de cor da área de visualização do espécime é clara, o que ajuda na observação.	O recurso não possui ferramentas destinadas a pessoas com deficiência. O idioma original é espanhol, mas há possibilidade de ser traduzido automaticamente pelo navegador. Outro aspecto a ser evidenciado diz respeito a conexão de internet, que é necessária já que o recurso é um site.
14	O OV14 não necessita de instalações adicionais, pode ser acessado diretamente pelo navegador.	Apresenta imagens categorizadas de acordo com a origem (vegetal ou animal). Possui uma cor de fundo clara e não apresenta sinais sonoros.	O idioma original de desenvolvimento é o espanhol, mas há possibilidade de tradução para alguns idiomas, português não está incluído entre estes, porém com o

			navegador essa tradução pode ser realizada.
--	--	--	---

Análise realizada pelas autoras (2025)

A análise dos parâmetros técnicos revelou algumas diferenças entre os OV's. Estabelecer critérios para examinar os recursos são essenciais para que se compreenda o potencial que estes podem oferecer para o ensino de Biologia.

Instalação e navegação

A facilidade de instalação e navegação de um OV influencia diretamente em sua adesão e utilização em ambientes educacionais. Observou-se que grande parte dos recursos, com exceção dos OV's 4, 8 e 9, dispensam a instalação de software adicional, podendo ser acessado diretamente pelo navegador, o que pode levar a um favorecimento na incorporação mais rápida e eficiente nas aulas. Essa característica está em conformidade com a percepção de que a usabilidade elevada reduz as dificuldades que alunos podem ter ao utilizar o recurso pela primeira vez (Sicilia & García, 2003).

Estética

O parâmetro estético está ligado não apenas ao visual do recurso, mas também à clareza e consistência da interface, isto é, o recurso deve ser de fácil entendimento, com informações e elementos de controle que auxiliem na familiarização e tornem o processo mais rápido e eficaz. A análise mostrou que o OV 1 e OV2, podem ter vantagem em relação a isso, pois apresentam fundos de cor que contrastam com a cor de texto, além de alguns sinais sonoros, que podem reforçar a ambientação com o OV. A literatura aponta que interfaces bem projetadas favorecem a experiência de ensino-aprendizagem, pois estimulam a interação e reduzem a sobrecarga cognitiva (Luis e Marcelino, 2021). No entanto, em consonância com Navarrete e Mora (2013), a ausência de sinais sonoros como nos demais OV's, pode representar uma limitação à multimodalidade, ou seja, não combinar o uso de textos, ilustrações e sons pode representar um prejuízo à retenção do conhecimento e engajamento de conteúdos visuais.

Acessibilidade

Referente à acessibilidade, foi observado que grande parte dos OV's, necessita de adaptações para pessoas com deficiência. Apenas o OV10 se destaca positivamente, oferecendo interpretação do texto em Libras, ajuste no tamanho da fonte e no controle do contraste. Além disso, exceto os OV's 8 e 9 (que são aplicativos), todos os outros não têm a

possibilidade de serem usados no modo offline, já que são sites e por isso necessitam de conexão com a internet. Outro ponto relevante é que não há possibilidade de alteração do idioma original diretamente no recurso, exceto o OV8, o que poderia vir a ser um problema já que demandaria mais tempo e ferramentas externas para tradução. A revisão sistemática conduzida por Santos, Oliveira e Herrera (2021) evidencia que muitos ambientes virtuais de aprendizagem carecem de adaptabilidade para usuários com deficiência, o que demonstra a necessidade de mais esforços para oferecer recursos que possam ser usados de forma equitativa.

De maneira geral, a análise mostra que, embora aspectos como instalação e navegação sejam funcionais, e a proposta estética compatível com âmbito educacional, ainda existem limitações no que diz respeito à acessibilidade. Tal observação está de acordo com a literatura, que aponta que muitos ambientes digitais ainda não integraram as diretrizes de acessibilidade, o que pode resultar em barreiras para usuários com diferentes necessidades (Santos, Oliveira, Herrera & Silva, 2021).

Segundo Braga (2014), há duas perspectivas ao analisarmos um Objeto de Aprendizagem, que podem ser pedagógicas ou técnicas. As análises pedagógicas são fundamentais para garantir que o uso de um recurso não se torne meramente ilustrativo ou técnico contribuindo de maneira efetiva no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Moran (2015), os recursos educacionais precisam ser articulados a uma intencionalidade pedagógica que leve o favorecimento da construção do conhecimento dos alunos. Ao considerar aspectos da adequação do conteúdo, o nível de complexidade, a interação que o recurso possibilita e o papel do professor na mediação, podemos deduzir que o educador assegura que a utilização do recurso irá favorecer a compreensão do conteúdo. Para Kenski (2012), a análise pedagógica precisa compreender a relação entre o recurso, o contexto educacional e os objetivos de aprendizagem que foram propostos, de modo que possa tornar a tecnologia em uma aliada do processo de aprendizagem. Nesta seção os recursos serão analisados a partir de dimensões pedagógicas, a partir de três categorias. São elas:

- Interatividade: formas do aluno manipular o material, podendo movimentar, ajustar, ampliar, diminuir entre outros;
- Autonomia: o aluno poder tomar decisões ou atuar somente como observador;

- Material de apoio e informações adicionais: se o Objeto Virtual de Aprendizagem oferece algum guia de informações para alunos ou professores, ou ainda informações adicionais sobre os espécimes que representa.

Quadro 4. Análise de dimensões pedagógicas dos Objetos Virtuais de Aprendizagem

OVs	Interatividade	Autonomia	Material de apoio e informações adicionais
1	O recurso oferece a possibilidade ao aluno de ajustar algumas funcionalidades como, por exemplo, a intensidade da luz, a lâmina que irá visualizar, o aumento que vai utilizar, além de poder movimentar a lâmina com o auxílio do mouse.	O aluno tem autonomia de escolher qual lâmina ele deseja visualizar, se animal e ou vegetal, além de decidir entre as opções disponíveis em cada categoria.	O recurso apresenta algumas breves informações que ficam numa tecla "+" ao lado da lâmina. Além disso, há uma aba chamada "Ajuda" que leva para um espaço subdividido em quatro opções, que são: Como usar, animal, vegetal e roteiro para professores.
2	O recurso já interage com o aluno desde o primeiro momento, contendo uma mensagem de boas-vindas e cinco abas para iniciar o uso. Durante o manuseio é possível observar a caixa de lâminas sendo aberta, as lentes sendo modificadas, além de poder ajustar foco, luz e aumento. Ao ir ajustando esses itens é possível observar o microscópio se movimentando da maneira que veria no microscópio físico.	O aluno tem a oportunidade de escolher o tipo de lâmina que quer usar dentre as opções disponíveis, e em que aumento deseja visualizar o espécime.	O recurso oferece três abas que fornecem informações sobre o recurso. Uma delas é um guia informativo sobre as ferramentas que o recurso oferece. Além disso, há uma aba que em que o aluno consegue ter acesso a algumas informações sobre cada parte do microscópio e sua funcionalidade. Outro aspecto fornecido é um tipo de quiz para que o aluno possa testar seus conhecimentos sobre o que aprendeu com o uso do microscópio virtual. Vale ressaltar que o recurso oferece alguns feedbacks e informações específicas durante o uso.
3	O recurso oferece a possibilidade do aluno ajustar o aumento para visualização do espécime selecionado.	O aluno poderá escolher a amostra que deseja visualizar dentre as opções da coleção, além de poder escolher a luz que deseja utilizar.	O recurso possui uma ficha informativa que contém algumas breves informações sobre a lâminas, a origem do mineral e outros.
4	O recurso fornece diversas maneiras de interação, o nível de interação vai depender do tipo de microscopia escolhida. De modo geral, o aluno consegue interagir com as funcionalidades de luz, contraste, aumento e foco.	O aluno terá chance de escolher qual tipo de microscopia pode usar. A depender do tipo de microscopia, haverá também a oportunidade de escolher o espécime para visualização.	O recurso traz algumas informações e/ou orientações a respeito do tipo de microscopia que está sendo utilizada.

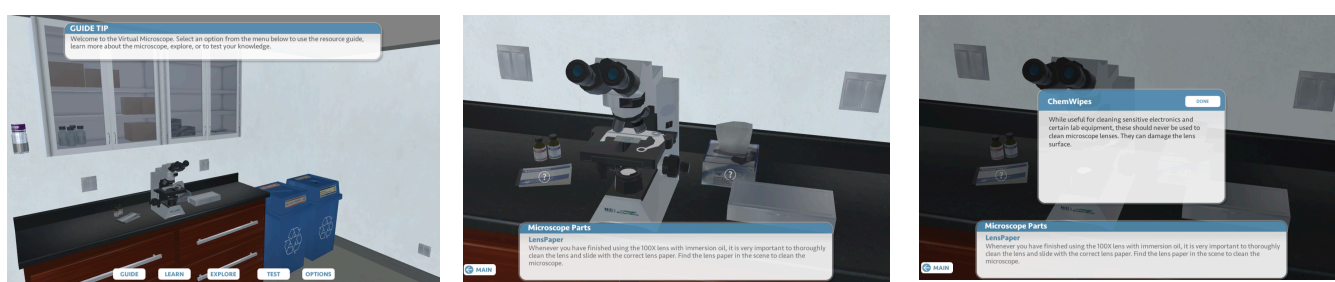
8	O recurso possui interatividade limitada, já não há muitas ferramentas disponíveis para exploração, a imagem na lâmina pode ser movida para cima e para baixo.	O aluno tem autonomia de escolher a lâmina que irá visualizar. E selecionar o aumento, apesar do comando não ser respondido.	O recurso não apresenta materiais adicionais, mas contém uma aba “ajuda” que possui manuais e guias e também vídeos de passo-a-passo.
9	Ao clicar na lâmina que deseja visualizar o recurso mostra o espécime no local indicado para visualização, porém não consegue movimentar a lâmina e nem realizar ajustes.	O aluno possui a liberdade de selecionar o tipo de lâmina que deseja ver.	O recurso não oferece materiais adicionais, guias ou outros.
10	O fato do recurso apresentar imagens digitalizadas de lâminas a interatividade se dá somente por meio do zoom do mouse, já que é uma imagem estática.	O aluno pode selecionar a imagem que deseja visualizar.	O recurso traz informações conceituais sobre as lâminas que possui.
11	O recurso apresenta lâminas digitalizadas que podem ter ajustes de ampliação.	O aluno tem a oportunidade de escolher a lâmina que irá visualizar.	O recurso possui descrição da lâmina, tema de aula em que pode ser utilizada, além de um link “mais informações” que redireciona para uma página com maiores informações sobre a especificidade do caso clínico.
12	É oferecido ao aluno a possibilidade de ampliação.	O aluno tem a autonomia de selecionar o espécime que deseja observar.	O recurso traz o nome científico do espécime, nome popular e a qual temática está relacionado. Há também uma aba chamada “Ficha” que possui mais informações como, por exemplo, tipo de microscopia e a instituição de ensino que está ligada.
14	O recurso oferece a possibilidade ao aluno de ajustar a ampliação.	O aluno pode selecionar a lâmina que deseja visualizar.	O recurso traz informações sobre a lâmina selecionada, e as partes indicadas na imagem e seus conceitos.

Análise realizada pelas autoras (2025)

A análise dos OV's evidenciou diferenças em relação aos níveis de interatividade, autonomia e materiais de apoio oferecidos aos alunos e professores. Esses pontos são importantes para entender de que maneira os recursos digitais podem ajudar na aprendizagem e na motivação dos alunos no ensino de Biologia.

Interatividade

Observou-se que os OV's 1, 2, 3 e 4 apresentam maior nível de interatividade, permitindo ao aluno realizar ações como ajuste de foco, luz, contraste e ampliação, bem como a movimentação das lâminas, ainda que pouca. O OV2, por exemplo, apresenta um grau maior de realismo, pois simula o movimento físico do microscópio durante a manuseio das ferramentas contidas no recurso como lentes e foco, que se aproxima da experiência que o aluno teria se estivesse utilizando o equipamento físico. O OV2 também orienta sobre cuidados com o equipamento, como a limpeza das lentes e o uso adequado dos materiais, reforçando o caráter educativo do recurso (Figuras 1 A, B e C).



A. Ambiente inicial do laboratório virtual.

B. Instrução sobre a limpeza das lentes

C. Aviso sobre o uso incorreto de materiais de limpeza

Figura 1. Exemplo de OV com mais elementos de interatividade e orientações. Captura de tela do OV2, realizado pelas autoras(2025).

Já os OV's 8, 9, 10, 11, 13 e 14 possuem uma interatividade mais limitada, uma vez que as possibilidades se restringem basicamente à movimentação da imagem e/ou aplicação de zoom. Ainda que esses simuladores permitam certa observação, a experiência oferecida ao aluno se torna mais passiva, pois ele não terá a possibilidade de manipular elementos como foco, luz ou contraste, por exemplo. O que pode tornar o processo menos interessante (Figura 2).

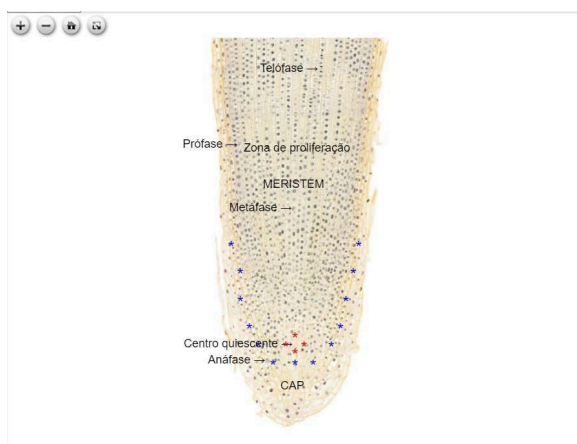


Figura 2. Exemplo de OV com menos elementos de interatividade. Captura de tela do OV14 realizada pelas autoras (2025)

A literatura destaca que recursos que possuem um nível maior de interatividade possibilitam engajamento e favorecem a aprendizagem, pois estimulam o aluno a ser parte ativa do processo (Kenski, 2012). Desse modo, Simok et al. (2019) identificaram que o uso da microscopia virtual aumenta o interesse e a percepção dos alunos de suas capacidades, uma vez que a possibilidade de manusear os elementos e explorar as variáveis visuais favorece o sentimento de autonomia e domínio da atividade que está realizando.

Portanto, pode-se deduzir que OV's que apresentam interatividade mais ampla como OV1, OV2, OV3 e OV4, possuem maior potencial pedagógico, pois estimulam a curiosidade e o envolvimento ativo do aluno em contraste com recursos 8, 9, 10 que são mais estáticos e tendem a favorecer uma aprendizagem mais passiva.

Autonomia

No que se refere à autonomia, verificou-se que parte dos OV's analisados permitem ao aluno selecionar a lâmina ou o espécime que deseja visualizar, sendo assim, conclui-se que esse é o principal fator de controle que é concedido aos alunos. Os OV's 1, 2, 3, 4 e 14 se destacam por permitir múltiplas escolhas como, por exemplo, tipo de amostra, intensidade de luz e nível de aumento, oferecendo ao aluno liberdade de exploração.

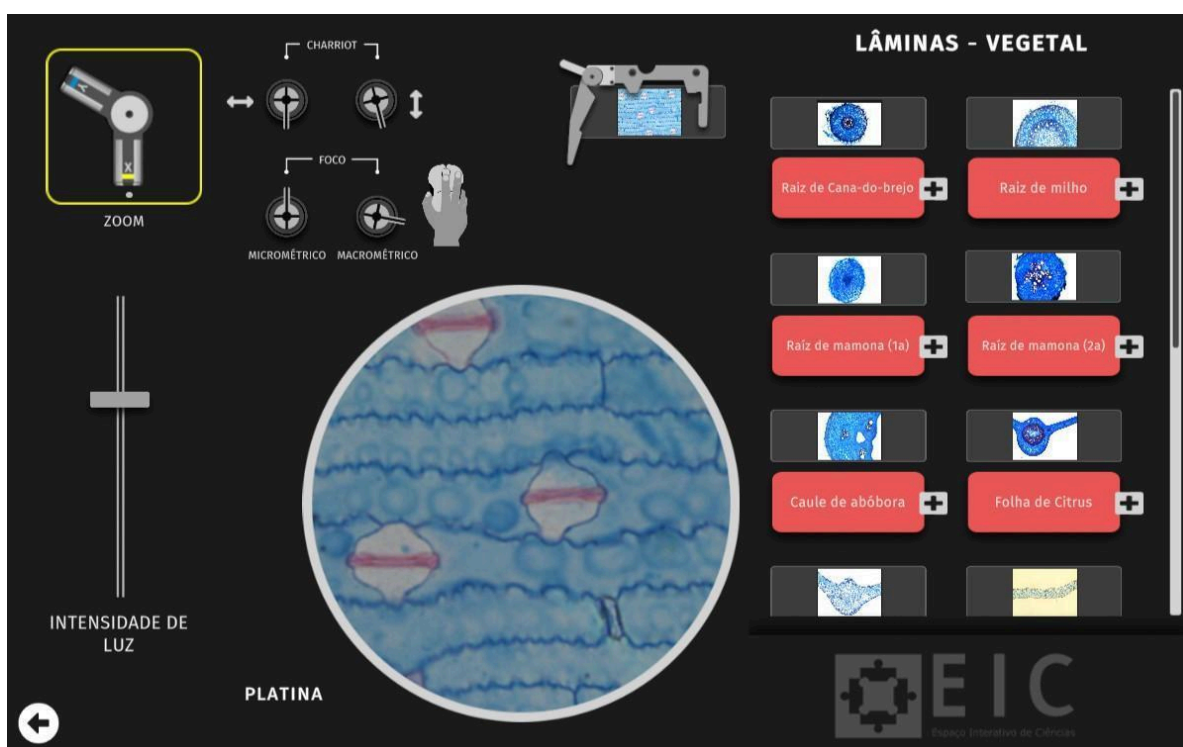


Figura 3. OV1 ilustrando as maiores possibilidades de exploração e autonomia oferecidas ao aluno. Captura de tela realizada pelas autoras (2025).

Já os OV8, 9, 10, 11 e 12 restringem a atuação do aluno, limitando-se à seleção de lâminas, sem permitir mais ajustes. Essa restrição também pode gerar uma experiência mais passiva, uma vez que o aluno apenas observa as amostras sem a autonomia de realizar mais ajustes. Dessa forma, a autonomia do aluno fica mais limitada, o que pode impactar o desenvolvimento de habilidades investigativas e a construção mais autônoma do conhecimento.

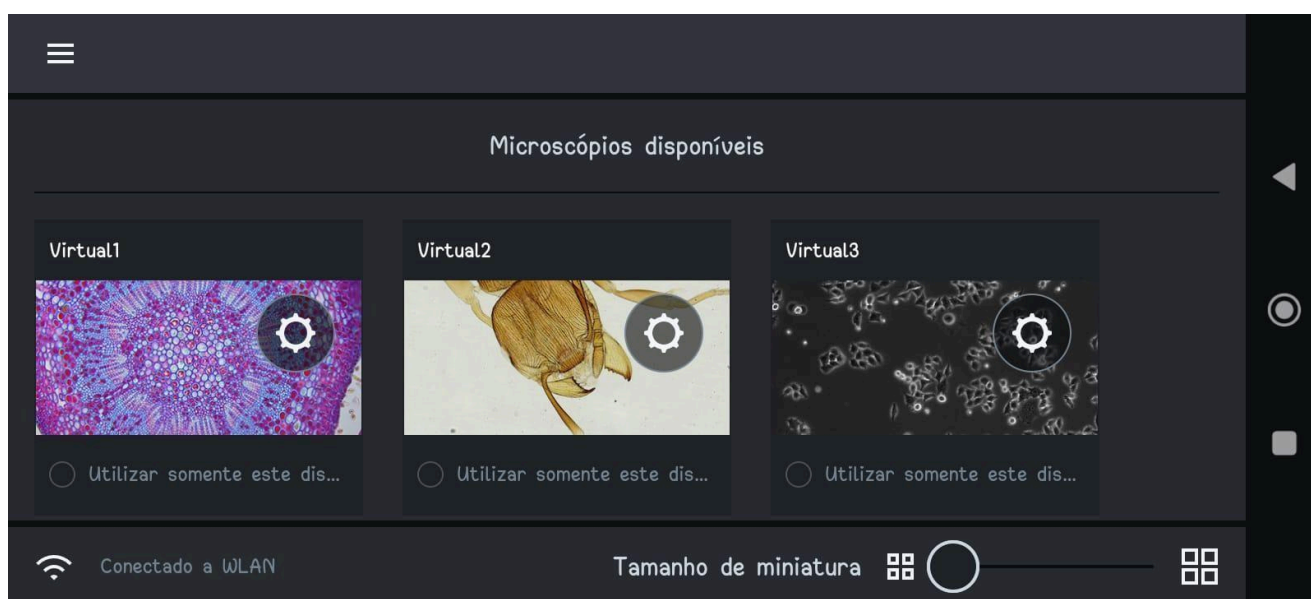


Figura 4. OV8 ilustrando a interatividade limitada do recurso, o que reduz a autonomia. Captura de tela realizada pelas autoras (2025).

De acordo com Chow et al. (2025), o uso de recursos como os microscópios virtuais possibilitam que os alunos explorem o conteúdo de acordo com seu próprio ritmo e interesse, o que favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual. Do mesmo modo, Simok et al. (2019) relacionam a autonomia à motivação intrínseca, apontando que quanto maior a liberdade de exploração, maior o envolvimento cognitivo do aluno. Assim, os OV8 com múltiplas possibilidades de escolha dentro do recurso, como os OV8, 1, 2 e 4 contribuem de forma mais efetiva para o protagonismo do aluno.

Material de apoio e informações adicionais

Entre os OV8 avaliados, apenas parte deles apresenta materiais complementares que ajudam no processo de ensino-aprendizagem. Os OV8 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12 e 14 possuem fichas informativas, seções de ajuda, roteiros e, em um caso, quizz interativo. O OV8 2, particularmente, oferece guias explicativos e *feedbacks* durante o uso, o que amplia a

compreensão sobre as funções de cada uma das partes do microscópio. O OV3 também é um exemplo de OV que possui material de apoio como, por exemplo, ficha informativa (Figura 5).

FICHA INFORMATIVA

Granito Aegirine - Rockall

Esta amostra de granito provém da ilha de Rockall, situada a quase 600 km a oeste da Escócia continental, sendo, portanto, a rocha mais ocidental da coleção do UKVM. A sua inclusão na coleção do UKVM deve-se ao facto de Rockall ser reconhecida como parte do Reino Unido pelas Nações Unidas, embora a sua posse seja disputada e a ilha seja também reivindicada pela Islândia, Dinamarca (através das Ilhas Faroé) e Irlanda. A importância da ilha reside na sua localização remota e nas reivindicações relativas aos direitos de pesca e à posse da plataforma continental rica em petróleo. A ilha granítica é a ponta de um edifício vulcânico muito maior que entrou em erupção durante o Paleogeno e faz parte da vasta província vulcânica do Atlântico Norte que se estende da Gronelândia ao sul de Inglaterra.

A lâmina delgada revela que se trata de um granito de granulação grossa, rico em egrina, um piroxênio rico em sódio com coloração verde irregular e pleocroísmo variando do verde ao amarelo-palha. O feldspato apresenta evidências de extensa exsolução em ortoclásio e plagioclásio, e exibe aspecto mosqueado quando observado sob luz polarizada plana. Os grãos de quartzo parecem límpidos e não deformados. Sabe-se que a rocha contém diversos minerais secundários incomuns, incluindo bazirita, elpidita, leucosfóto e apatita, embora não sejam proeminentes nesta lâmina delgada.

Imagens adicionais

Mapa

Detalhes da amostra

Coleção:
Microscópio Virtual do Reino Unido

Tipo: ígneo

Categoria: granito

Mineral formador de rochas:
egrina piroxênio ortoclásio feldspato

Minerais acessórios:
bazirita elpidite leucosfóto apatita

Guia de categorias

Gostaríamos de agradecer aos seguintes fornecedores pela utilização desta amostra:

Museu Sedgwick de Ciências da Terra

Figura 5. OV3 ilustra recurso que possui informações adicionais e material de apoio. Captura de tela realizada pelas autoras (2025).

Por outro lado, os OVs 8 e 9 não fornecem guias ou informações adicionais, o que pode dificultar o uso autônomo, especialmente por alunos que estão tendo os primeiros contatos com esse tipo de recurso e que não tenham tido a experiência de manusear um microscópio físico. Destaca-se também a questão do aplicativo utilizar representações gráficas na forma de desenhos em níveis macroscópicos como se estivessem sobre as lâminas o que pode induzir o aluno a um erro conceitual em relação às noções de grandeza e escala.



Figura 6. OV9 como exemplo de recurso que não possui material de apoio e informações adicionais. Captura de tela realizada pelas autoras.

Segundo Durrani et al. (2021), a disponibilização de materiais adicionais é fundamental para o sucesso de plataformas de microscopia digital, pois fornece suporte conceitual e ajuda na familiarização inicial com o recurso. Da mesma forma, Moran (2018) e Kenski (2012) destacam que recursos tecnológicos de caráter educativo precisam ser acompanhados de roteiros e orientações pedagógicas que auxiliem o aluno a compreender o objetivo da atividade e construir significados a partir dela, isto é, mesmo que o uso da tecnologia seja um grande aliado, para fornecer a compreensão dos conteúdos deve haver instruções e direcionamentos. Nesse sentido, o professor atua como mediador, garantindo que o recurso alcance o resultado esperado.

Dessa forma, podemos observar que os OVs com seções explicativas e materiais adicionais como OV1, OV2 e OV12 tendem a apresentar melhor potencial didático, pois possibilitam a articulação entre interatividade e autonomia com o suporte pedagógico necessário para que o aluno vivencie a melhor experiência.

A partir da análise das três dimensões pedagógicas consideradas, é possível observar que os Objetos Virtuais apresentam potenciais distintos para o ensino de Biologia, sendo sua eficácia diretamente influenciada pelo equilíbrio entre essas três dimensões. De maneira geral, os OVs que reúnem uma interatividade com mais funcionalidades, múltiplas possibilidades de escolha e materiais de apoio, como o OV2 e o OV1, demonstram maior potencial pedagógico, pois permitem ao aluno explorar o recurso de forma ativa, tomar decisões e compreender o objetivo da atividade por meio de orientações claras. Em contrapartida, recursos que se limitam apenas à visualização estática ou à ampliação da imagem, sem oferecer suporte conceitual ou funcionalidades de manuseio, tendem a promover uma experiência mais passiva, o que pode reduzir a construção do conhecimento. Assim, podemos confirmar que o valor educativo do simulador não depende exclusivamente da fidelidade visual ou da qualidade gráfica, mas do equilíbrio entre exploração, autonomia e orientação pedagógica, conforme defendem Kenski (2012), Moran (2018) e Maity et al. (2023).

Entretanto, a análise também evidenciou limitações importantes nos OVs. Parte deles necessita de acessibilidade, não oferecendo recursos de apoio para alunos com deficiência, como legendas, audiodescrição ou linguagem mais simplificada. Outros dependem de conexão estável com a internet, o que pode limitar o acesso. Além disso, alguns OVs utilizam linguagem técnica ou interfaces pouco intuitivas, dificultando o uso por alunos iniciantes. Essas limitações reforçam a necessidade de que a implementação de simuladores nas aulas de Biologia sejam cuidadosamente planejadas, considerando não apenas as possibilidades de

exploração, mas também as barreiras que podem comprometer a experiência dos alunos.

Considerações finais

Ao longo desta pesquisa foi possível observar que os microscópios virtuais são recursos que possuem potencial enriquecedor, na observação de estruturas microscópicas e construção de conceitos, já que oferecem aos alunos uma experiência similar a que eles teriam utilizando um microscópio físico.

Os estudos utilizados na construção desta pesquisa mostraram que a intenção do uso desses Objetos Virtuais de Aprendizagem não é substituir a microscopia tradicional, mas expandir as possibilidades no ensino. Além disso, podem também atuar como material de apoio às aulas, já que o aluno tem a chance de acessar os recursos mesmo que não esteja na escola. Outro aspecto a ser evidenciado é que esses simuladores têm ação democratizante, já que possibilitam o uso nas escolas que não possuem microscópio para práticas laboratoriais, dessa forma diminuem as desigualdades de acesso a recursos didáticos e oportunizam os alunos a explorar conteúdos que poderiam ser dificultados por questões estruturais.

Em suma, conclui-se que o uso de microscópios virtuais para o ensino de Biologia é uma alternativa para ampliar o acesso a atividades práticas, enriquecer a compreensão de conteúdos microscópicos e tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico. Ao considerar suas dimensões técnicas e pedagógicas, evidencia-se que esses simuladores possuem potencial não apenas para complementar as atividades práticas, mas também para favorecer uma aprendizagem mais acessível e alinhada às demandas contemporâneas do ensino de Biologia.

Referências

- Alvarez, K. S. (2021). *Using virtual simulations in online laboratory instruction and beyond*. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(1), 1–7. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2503>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação. <https://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Braga, J. (2014). *Objetos de aprendizagem: Introdução e fundamentos* (Vol. 1). Editora UFABC.
- Chow, A. K., & Sharmin, N. (2025). *Zoom in on learning with a virtual microscope: A convergent parallel mixed-method study*. *PLoS One*, 20(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323412>
- Durrani, Z., Pickavance, L., Duret, D., Nevitt, S., & Noble, K. (2021). *Evaluation of innovative digital microscopy and interactive team-based learning approaches in histology teaching*. *Developing Academic Practice*, 1–16. <https://doi.org/10.3828/dap.2021.8>
- Ferreira, F. L. L., Pereira, F. M. O., & Sousa, M. R. (2019). *A utilização de simuladores como recursos pedagógicos no ensino de ciências*. In *Premissas da iniciação científica* (pp. 30–34). Atena Editora.
- Figueira, R. J., et al. (2021). *Recursos digitais e simulações no ensino de Ciências: uma análise das potencialidades pedagógicas*. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23(2). <https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/405/377>
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (3ª ed.). Artmed.
- Fonseca, L. C. M. da, Prestes, P. B., Borba, M. C. C., Corrêa, S. E. A., & Lasmar, M. L. (2023). *Avaliação da microscopia virtual como ferramenta do ensino da histopatologia por estudantes da graduação em saúde*. *Research, Society and Development*, 12(5).
- Fontes, G. O., Chapani, D. T., & De Sousa, A. L. B. (2013). *Simulação do processo de síntese de proteínas: Limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos de ensino médio*. *Experiências em Ensino de Ciências*, 8(1).
- Francis, D. V., Scott, D., Chain, R., Soundararajan, M., & Jagadeesan, V. (2022). *Virtual microscopy as a teaching–learning tool for histology: Comparison with traditional microscopy*. *Journal of Education and Health Promotion*, 11, 394. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10746824/>
- Girão-Carmona, V. C. C., Silva, A. S. R., & Leite, A. C. R. de M. (2020). *Histologia interativa online para estudo de histologia geral, histologia dos sistemas e histologia oral: MOL – Microscopia Online* (Vol. 1). Grupo Educação, Tecnologia e Saúde / Universidade Federal do Ceará.
- Gregório, C. A. E., Oliveira, L. G., & Matos, S. A. (2016). *Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica*. *Experiências em Ensino de Ciências*, 11(1).
- Kenski, V. M. (2012). *Tecnologias e ensino presencial e a distância* (9ª ed.). Papirus.
- LAMIVIR – Laboratório de Microscopia Virtual. (n.d.). *Instituto de Ciência e Tecnologia – UNESP*. <https://lamivir.ict.unesp.br>
- Luís, C., & Marcelino, M. J. (2021). *Accessibility and usability in learning objects*. In *Perspectives and Trends in Education and Technology: Selected Papers from ICITED 2021* (pp. 83–92). Springer.
- Maity, S., et al. (2023). *Virtual versus light microscopy usage among students: A systematic review and*

- McCulloch, G. (2004). *Documentary research in education, history and the social sciences*. RoutledgeFalmer.
- Mercado, J. C., & Picardal, R. (2023). *Virtual laboratory simulations in biotechnology: A systematic review. Science Education International*, 34(3), 253–268. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1383243.pdf>
- Moran, J. M. (2018). *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Revista EDaPECI*, 18(3), 9–27.
- Moran, J. M., & Behrens, M. A. (2015). *Novas tecnologias e mediação pedagógica* (21^a ed.). Papirus.
- Navarrete, R., & Luján-Mora, S. (2013). *Accessibility considerations in learning objects and open educational resources*. <https://desarrolloweb.dlsi.ua.es/oer/accessibility-considerations-learning-objects-open-educational-resource>
- Pereira, V. L., & Motta, G. A. (2022). *Microscopia digital e microscopia virtual: distinções conceituais e aplicações no ensino de Biologia. Sustinere*, 11(3). <https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/68600/50785>
- Quirino, V. L. (2011). *Recursos didáticos: fundamentos de utilização* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba].
- Rangel, A. M., Rangel, E. M., Stark, F. W., Pereira, P. B., & Corrêa, L. B. (2024). *O uso do microscópio como ferramenta de aprendizagem e a importância da iniciação científica no ensino básico. Revista Ensinar (RENSIN)*, 2.
- Ramos, P. L., Cardoso, D. V., & Carvalho, L. C. (2020). *Uso de simuladores no ensino de ciências: contribuições e limites. Revista Práxis Educacional*, 16(37), 189–207.
- Santos, A. P., Freitas, M. G., & Lopes, C. R. (2020). *Simuladores como recursos pedagógicos no ensino de Biologia. Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia*, 14(3), 45–59.
- Santos, A. P., Leite, M. F., & Ferreira, A. C. (2023). *Microscopia virtual como recurso didático: análise das potencialidades no ensino de Ciências. Research, Society and Development*, 12(4). <https://rsdjournal.org/rsd/article/download/38550/33743>
- Santos, C. E. R., Oliveira, L. P., Herrera, V. A. S., & Silva, S. (2021). *Acessibilidade digital em ambientes virtuais de aprendizagem: uma revisão sistemática. EaD em Foco*, 11(1). <https://doi.org/10.18264/eadf.v11i1.1143>
- Sartore, M. P. (2019). *A utilização de ferramentas digitais para o ensino de Biologia: uma revisão bibliográfica. Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(4), 1–15.
- Schell, J. (2011). *Avaliação técnica de objetos de aprendizagem digitais. Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(2), 45–61.
- Sicília, M. A., & García, E. (2003). *Usability and reusability in learning objects. The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 4(2). <https://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/155/702>
- Simok, A. A., Hadie, S. N. H., Manan, H. A., & Yousoff, M. S. B. (2019). *The impact of virtual microscopy on medical students' intrinsic motivation. Education in Medicine Journal*, 11(4), 47–59. <https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.4.5>

Investigações em Ensino de Ciências

2025, vol. XX, n. XX, pp. XX-XX

Soares, J. R. (2022). *Tecnologias digitais na educação contemporânea: perspectivas e desafios*. *Revista Brasileira de Educação e Tecnologia*, 25(2), 115–128.

Spinelli, W. (2007). *Aprendizagem matemática em contextos significativos: objetos virtuais de aprendizagem e percursos temáticos* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo].

Tarouco, L. M. R., Costa, V. M. da, Ávila, B. G., Bez, M. R., & Santos, E. F. dos. (2014). *Objetos de aprendizagem: teoria e prática*. Evangraf.

Anexo

A presente pesquisa trata-se de um trabalho de conclusão de curso, estruturado em formato de artigo científico que será submetido à revista Investigações em Ensino de Ciências e por este motivo segue as regras de estruturação e formatação exigidas para publicação.

Link da revista: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci>

A formatação do texto segue estes estilos:

- **Título do Artigo.** Lucida Sans, 18, negrito, na cor da revista, alinhado à esquerda.
- **Título do Artigo em Inglês.** Lucida Sans, 12, na cor da revista, alinhado à esquerda.
- **Autores.** Calibri, 10,5, negrito, alinhado à esquerda.
- **Filiação.** Calibri, 10, justificado.
- **Resumo.** Georgia, 9,5, justificado, 6 pt antes e 6 pt depois.
- **Título 1.** Calibri, 16, à esquerda, 12 pt antes e 6 pt depois, na cor da revista, negrito.
- **Título 2.** Calibri, 14, à esquerda, 12 pt antes e 6 pt depois, na cor da revista.
- **Título 3.** Calibri, 12, à esquerda, 12 pt antes e 6 pt depois, na cor da revista, itálico.
- **Normal.** Georgia, 12, justificado, 6 pt antes e depois.
- **Normal Título.** Georgia, 10, à esquerda, 18 pt antes e 6 pt depois.
- **Normal Tabela Corpo.** Calibri, 9, justificado, sem espaçamento.
- **Normal Legenda Resumo.** Georgia, 8,5, à esquerda, 3 pt antes e 3 pt depois.
- **Normal Nota.** Georgia, 9, à esquerda, 6 pt antes e 18 pt depois.
- **Normal Centralizado.** Georgia, 10, centralizado, 6 pt antes e 6 pt depois.
- **Citação.** Georgia, 10,5, justificado, 6 pt antes e depois, deslocamento 1 cm à direita e 1 cm à esquerda.
- **Texto de Nota de Rodapé.** Georgia, 9, justificado.
- **Referências.** Georgia, 10,5, à esquerda, sem espaçamento, deslocamento 0,5 cm.

Os títulos das seções são sugestões e podem ser adaptados conforme a necessidade e criatividade dos autores, desde que preservem a essência requerida em um texto científico.

Observação: Todas as referências devem estar formatadas conforme as normas da APA (7ª edição). Para consulta às diretrizes, acesse: [Normas APA 7ª edição](#). Recomendamos o uso de um gerenciador de referências, como o Zotero, para garantir a padronização. Além disso, todos os artigos citados devem incluir o DOI em links ativos.