

Museus Virtuais de História Natural: espaços de divulgação científica e ensino-aprendizagem em Ciências e Biologia

Virtual museums of Natural History: spaces for scientific dissemination and teaching-learning in Science and Biology

Museos virtuales de Historia Natural: espacios de divulgación científica y enseñanza-aprendizaje en ciencias y biología.

João Vítor de Lima Machado^{1*}, Francisco Walison dos Santos Machi^{2**}, Fernando de Camargo Passos^{3***}

Resumo

Os museus de História Natural podem firmar parcerias com escolas e complementar a aprendizagem de alunos da educação básica. O objetivo deste trabalho foi analisar museus e exposições virtuais de História Natural, com ênfase em seus recursos comunicacionais, acessibilidade informacional e potencial pedagógico para o ensino de Ciências e Biologia. Avaliamos sete museus virtuais, quantitativamente, por meio da contagem manual das peças em exposição. Ademais, avaliamos parâmetros qualitativos referentes a ícones de acesso à informação; facilidade de navegação; qualidade do aumento para visualização de textos; linguagem dos textos informativos; aumento para visualização das peças; presença de recursos audiovisuais. Os museus amostrados variaram de 88 a 3985 peças em exposição. Para o parâmetro ícones de acesso à informação, os museus foram avaliados de ótimo à inexistente; facilidade de navegação, ótimo ou bom; qualidade do aumento para visualização de textos, suficiente à insuficiente; aumento para visualização das peças, suficiente ou parcialmente suficiente; recursos audiovisuais presentes ou ausentes. Os textos foram avaliados como de divulgação científica e técnico-científica. Museus digitais de História Natural têm potencial

^{1*} Licenciado e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pesquisador do Laboratório de Biodiversidade, Conservação e Ecologia de Animais Silvestres (LABCEAS), Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Centro Politécnico - Jardim das Américas, Curitiba, PR, Brasil. CEP: 81531-980. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4406-737X>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7666740389694573>. E-mail: joao042000@gmail.com.

^{2**} Doutorando em Ecologia e Conservação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPG-Eco), Laboratório de Biodiversidade, Conservação e Ecologia de Animais Silvestres (LABCEAS), Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Centro Politécnico - Jardim das Américas, Curitiba, PR, Brasil. CEP: 81531-980. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8269-8857>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5837746522931293>. E-mail: walisonmachi@gmail.com.

^{3***} Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Coordenador do Laboratório de Biodiversidade, Conservação e Ecologia de Animais Silvestres (LABCEAS), Professor Titular do Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Centro Politécnico - Jardim das Américas, Curitiba, PR, Brasil. CEP: 81531-980. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8994-3130>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4320949259602490>. E-mail: tatopassos@gmail.com.

como recursos pedagógicos no ensino de Ciências e Biologia, desde que respeitem padrões de qualidade e disponibilizem materiais que auxiliem alunos e professores a explorar suas informações.

Palavras-chave: História Natural; Educação Científica; Museu Virtual; Divulgação Científica; Ensino de Ciências e Biologia.

Abstract

Natural History museums can establish partnerships with schools and complement the learning of basic education students. This study aimed to analyze virtual Natural History museums and exhibitions, with emphasis on their communicational resources, informational accessibility, and pedagogical potential for teaching Science and Biology. We evaluated seven virtual museums quantitatively through manual counting of exhibited items. Additionally, we assessed qualitative parameters related to information access icons; ease of navigation; quality of zoom for text visualization; language of informational texts; zoom for viewing specimens; and presence of audiovisual resources. The sampled museums ranged from 88 to 3,985 exhibited items. Regarding information access icons, museums were rated from excellent to nonexistent; ease of navigation, excellent or good; zoom quality for text visualization, sufficient to insufficient; zoom for viewing specimens, sufficient or partially sufficient; audiovisual resources, present or absent. The texts were classified as either science communication or technical-scientific. Digital Natural History museums have potential as pedagogical resources in Science and Biology education, provided they meet quality standards and make materials that support students and teachers in exploring their content.

Keywords: Natural History; Science Education; Virtual Museum; Scientific communication; Science and Biology education.

Resumen

Los museos de Historia Natural pueden establecer alianzas con escuelas y complementar el aprendizaje de estudiantes de educación básica. El objetivo de este trabajo fue analizar museos y exposiciones virtuales de Historia Natural, con énfasis en recursos comunicacionales, accesibilidad informativa y potencial pedagógico para la enseñanza de Ciencias y Biología. Evaluamos siete museos virtuales de forma cuantitativa mediante conteo manual de piezas en exhibición. Además, evaluamos parámetros cualitativos relacionados con íconos de acceso a la información; facilidad de navegación; calidad del aumento para visualización de textos; lenguaje de los textos informativos; aumento para visualización de piezas; y presencia de recursos audiovisuales. Los museos muestreados variaron de 88 a 3985 piezas en exhibición. En cuanto a íconos de acceso a la información, fueron evaluados de excelente a inexistente; facilidad de navegación, excelente o buena; calidad del aumento para visualización de textos, suficiente a insuficiente; aumento para visualización de piezas, suficiente o parcialmente suficiente; y recursos audiovisuales, presentes o ausentes. Los textos fueron clasificados como de divulgación científica y técnico-científicos. Museos digitales de Historia Natural tienen potencial como recursos pedagógicos en enseñanza de Ciencias y Biología, siempre que cumplan estándares de calidad y pongan a disposición materiales que apoyen a estudiantes.

Palabras clave: Historia Natural; Educación científica; Museo virtual; Divulgación científica; Enseñanza de Ciencias y Biología.

Introdução

No final do século XIX e início do século XX, os museus de História Natural iniciaram um movimento educacional em seus espaços, com a promoção de visitas escolares (Lima *et al.*, 2018; Marandino *et al.*, 2022). Ao longo do século XX, a comunidade científica internacional passou a se preocupar com a educação científica da população, impulsionada por temas emergentes que ganharam notoriedade a partir da década de 1960, como a crise da biodiversidade (Landim &

Ruiz, 2023; Silva *et al.*, 2020). Dessa forma, os museus se multiplicaram e se transformaram em locais de divulgação científica (Silva *et al.*, 2020). A História Natural, ciência que observa e descreve padrões nos seres vivos e no ambiente, incluindo os seres humanos, constitui a base das Ciências Biológicas e da Terra (Ellis, 2015; Nanglu *et al.*, 2023).

Os museus atuais propiciam interações sociais que despertam afetividade e emoções, contribuindo para a construção de valores e atitudes que materializam o aprendizado (Oliveira, 2020; Pugliese *et al.*, 2020). A aprendizagem em museus é compreendida como construção ativa de significados, na qual o visitante interpreta os objetos a partir de seus conhecimentos prévios, em um processo que integra contextos pessoal, sociocultural e físico e exige continuidade reflexiva para produzir efeitos educativos (Hein, 1995; Falk & Dierking, 2000; Winstanley, 2018). Neste estudo, parte-se da concepção de que o potencial pedagógico das interfaces digitais pode ser compreendido à luz da Teoria da Aprendizagem Multimídia (Mayer & Fiorella, 2021), segundo a qual a organização integrada de elementos verbais e visuais favorece processos cognitivos envolvidos na construção do conhecimento.

Assim, vídeos, imagens, modelos tridimensionais, ferramentas de zoom e navegação virtual não resultam em aprendizagem por sua simples presença, contudo, podem ampliar a observação, a comparação e a interpretação quando articulados a objetivos pedagógicos e a situações que permitam relacionar a experiência vivida aos conhecimentos prévios do visitante (Chen *et al.*, 2021; Falk & Dierking, 2000; Hein, 1995; Mayer & Fiorella, 2021; Winstanley, 2018).

A ação docente, nesse contexto, é a de mediar e organizar as condições dessa experiência, os recursos digitais funcionam como instrumentos socioculturais que orientam a atenção e podem apoiar a construção compartilhada de sentidos, enquanto a articulação coerente entre textos, imagens, sons, vídeos e objetos tridimensionais pode favorecer a aprendizagem multimodal (Mayer & Fiorella, 2021; Taber, 2020). Cabe ao professor formular perguntas, propor comparações, orientar percursos, selecionar detalhes para o zoom e promover a reflexão após a exploração (Chen *et al.*, 2021; Minnaert & Hacopian, 2022; Winstanley, 2018; Zhou *et al.*, 2022).

Os museus são importantes espaços de educação não formal, auxiliando a educação formal na alfabetização científica e no aprendizado de conceitos como biomas, distribuição geográfica dos animais, biodiversidade, classificação e evolução (Cazelli *et al.*, 2003; Leajanski & Liccardo, 2025; Marandino, 2002, 2009; Mujtaba *et al.*, 2018; Pugliese *et al.*, 2020). Durante a pandemia de COVID-19, a digitalização com tours virtuais 360° consolidou o potencial das exposições virtuais para o ensino-aprendizagem (Campos *et al.*, 2016; Chaves & Cavalcante, 2020, 2023; Dias *et al.*, 2024; Kunsler, 2022; Oliveira & Alves, 2022; Pereira-Silva *et al.*, 2022; Zheng *et al.*, 2019), com redes estaduais investindo em recursos como kits Educatron e smart TVs para viabilizar visitas virtuais (Alberti & Becker, 2024).

Estudos anteriores abordam esses espaços como recursos para o ensino de Ciências, interação e inclusão digital (Eichler & Del Pino, 2007; Folador *et al.*, 2023), mas há necessidade de novas pesquisas sobre fatores limitantes para seu uso pedagógico (Oliveira & Alves, 2022). Neste estudo, o termo "acessibilidade informacional" refere-se à facilidade com que os visitantes podem localizar, acessar e compreender as informações disponíveis nas exposições virtuais, incluindo aspectos de legibilidade textual, navegação e disponibilidade de recursos de ampliação (Chaves *et al.*, 2023 a, b; Eichler & Del Pino, 2007; Programa IBERMUSEUS, 2024). O "potencial pedagógico da interface", por sua vez, é entendido como o conjunto de características da interface digital que, segundo a literatura, podem favorecer processos educativos, como a clareza comunicacional, a interatividade e a mediação multimodal (Chen *et al.*, 2021; Hein, 1995; Falk & Dierking, 2000; Mayer & Fiorella, 2021). Não se trata, portanto, de uma medida de eficácia da aprendizagem, mas da avaliação de recursos e propriedades que, à luz da literatura, podem subsidiar práticas pedagógicas.

Essa abordagem alinha-se à tradição de pesquisa identificada por Araújo e Francisco Junior (2025), segundo a qual a análise crítica de artefatos midiáticos tem sido a modalidade mais recorrente nas investigações sobre mídias e ensino de Biologia. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar museus e exposições virtuais de História Natural, com ênfase em seus recursos comunicacionais, acessibilidade informacional, e potencial pedagógico para o ensino de Ciências e Biologia. Busca-se, ainda, compreender de que forma tais exposições

podem ampliar o acesso ao conhecimento para comunidades escolares que enfrentam dificuldades na realização de visitas presenciais.

Ao analisar museus virtuais de História Natural sob uma perspectiva educacional, este estudo contribui para um campo ainda em consolidação no Brasil, ampliando o debate sobre a integração entre cultura digital, educação científica e acessibilidade ao patrimônio. Defende-se que a qualidade educativa dos museus virtuais pode estar relacionada à forma como seus recursos tecnológicos são organizados para promover acessibilidade, interação e construção de sentido (Norberto-Rocha *et al.*, 2025; Pietroni, 2025).

Material e Métodos

As buscas e análises foram realizadas entre fevereiro e junho de 2025 no Cadastro Nacional de Museus (plataforma MuseusBr do Instituto Brasileiro de Museus-IBRAM). A seleção seguiu critérios progressivos: do universo de 4.129 museus, aplicou-se recorte temático (categorias "Antropologia e Arqueologia", "Ciências Exatas, da Terra, Biológicas e da Saúde" e "História"), reduzindo para 2.716. Em seguida, selecionaram-se 89 museus cujas denominações remetiam à História Natural (termos como "História Natural", "Ciências Naturais", "Biologia", "Arqueologia", "Botânica", "Etnologia", "Geologia", "Paleontologia" e "Zoologia").

Desses, 27 ofereciam visita virtual; seus sítios foram acessados para verificação. Apenas 10 possuíam tour virtual em 360°, essencial para a análise comparativa e aplicação uniforme da matriz. Sete museus foram selecionados por atenderem aos critérios de inclusão. Foram descartados aqueles com tour restrito a coleções científicas sem contextualização educativa ou com temática exclusivamente técnica, sem diálogo com a diversidade da vida e sua evolução.

A pesquisa adotou abordagem qualitativa descritiva, com procedimentos quantitativos complementares (Gil, 2021). Os critérios configuram uma matriz analítica autoral, adaptada de referenciais consolidados (Othman *et al.*, 2022; Programa Ibermuseus, 2024; Chaves & Lima, 2025) às especificidades das exposições virtuais de História Natural. As categorias e indicadores foram fundamentados em Chaves *et al.* (2023 a, b), Eichler & Del Pino (2007) e Folador *et al.* (2023), abrangendo aprendizagem em museus, interatividade multimídia,

divulgação científica, cibermuseologia e acessibilidade informacional, aplicados em indicadores observáveis que contemplam dimensões técnicas, comunicacionais e pedagógicas (Quadro 1).

Quadro 1 – Parâmetros e categorias da análise qualitativa das exposições virtuais

Parâmetro	Categoria	Descrição
Ícones de acesso à informação	Ótimo	Ícones de fácil visualização, intuitivos e presentes em toda a exposição.
	Bom	Ícones presentes apenas em determinadas partes da exposição.
	Inexistente	Ausência de ícones de acesso à informação.
Facilidade de navegação	Ótima	Presença simultânea de ícones e atalhos que promovem avanço lógico e didático pela exposição.
	Boa	Apenas um dos recursos (ícones ou atalhos) permite avanço satisfatório.
	Regular	Recursos existentes, porém, sem promover navegação sequencial lógica.
Aumento para leitura dos textos	Suficiente	Presença de recurso específico de ampliação na própria exposição.
	Parcialmente suficiente	Leitura dependente do zoom do dispositivo, com possíveis perdas de nitidez.
	Insuficiente	Leitura inviável mesmo com auxílio eletrônico.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Quadro 1 – Parâmetros e categorias da análise qualitativa das exposições virtuais (continuação)

Tipo de linguagem dos textos informativos	Técnico-científica	Linguagem especializada, voltada ao público acadêmico ou científico.
	Divulgação científica	Linguagem acessível ao público geral.
	Mista	Presença concomitante de linguagem técnico-científica e de divulgação.
	Não identificada	Quando o aumento para a leitura dos textos for classificado como insuficiente.
Qualidade do aumento para visualização das peças do acervo	Suficiente	Presença de ícones específicos de ampliação ou zoom do dispositivo permitindo visualização nítida de todas as peças.
	Parcialmente suficiente	Apenas parte das peças pode ser observada com nitidez por meio dos recursos disponíveis.
	Insuficiente	Visualização inadequada das peças, especialmente das de pequenas dimensões.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A matriz foi aplicada por um único avaliador, que percorreu integralmente cada exposição virtual para verificar todos os indicadores. Antes da aplicação definitiva, a matriz passou por um teste piloto que permitiu ajustes na redação e

operacionalização. Embora a análise tenha sido conduzida por um único avaliador, a matriz foi construída com indicadores objetivos e observáveis, e o teste piloto prévio minimizou potenciais vieses interpretativos. Reconhece-se, contudo, que a ausência de concordância interavaliadores é uma limitação do desenho metodológico, a ser superada em estudos futuros.

A matriz (Quadro 1) incluiu indicadores de usabilidade e acessibilidade: ícones de acesso à informação, facilidade de navegação, aumento para leitura de textos, tipo de linguagem textual e qualidade do aumento para visualização das peças. Para cada indicador, atribuiu-se uma categoria ordinal com base em observação direta e comparação sistemática. Registrou-se também a presença ou ausência de recursos audiovisuais (áudios, vídeos, imagens explicativas).

A quantificação manual das peças (Gil, 2019) foi aproximada, pois limitações da digitalização (enquadramentos parciais, baixa resolução, obstruções visuais) impediram a visualização integral de alguns objetos. Ainda assim, os dados permitiram comparações quanto à amplitude dos acervos digitalizados. Para a documentação visual, foram realizadas capturas de tela das interfaces e recursos analisados, utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos de análise e crítica, com devida atribuição às instituições de origem (Figuras 1 a 11).

Os resultados refletem as condições de acesso no período analisado (fevereiro a junho de 2025), podendo sofrer alterações com futuras atualizações. Por ser uma análise centrada na interface, o estudo não contemplou a percepção direta de usuários (estudantes e professores), aspecto que constitui uma agenda para pesquisas futuras.

Resultados e Discussão

A partir das pesquisas realizadas, foram selecionados e analisados, ao todo, sete museus virtuais que abordam conteúdos de História Natural (Quadro 2). A análise de artefatos midiáticos, como a realizada neste estudo, tem sido apontada como a abordagem predominante nas pesquisas sobre mídias e ensino de Biologia (Araujo & Francisco-Junior, 2025). A análise dos museus virtuais revelou disparidades expressivas na digitalização de acervos, tanto em quantidade de peças (Tabela 1) quanto em recursos de acessibilidade (Figuras 1 a 11; Quadros 3 a 6).

Essas diferenças sugerem possíveis variações nos processos de digitalização e nas escolhas curatoriais das instituições, conforme discutido nas seções seguintes.

Quadro 2 – Museus virtuais de História Natural: instituição e localização

Museu Virtual	Instituição de Vínculo	Localidade
Museu de Zoologia da USP (MZUSP) Acessar Exposição Acesso em: 19 de maio de 2025	Universidade de São Paulo (USP)	São Paulo - SP
Museu Nacional Acessar Exposição Acesso em: 02 de junho de 2025	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Rio de Janeiro - RJ
Ecomuseu de Itaipu Binacional Acessar Exposição Acesso em: 15 de maio de 2025	Itaipu Binacional	Foz do Iguaçu - PR
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville Acessar Exposição Acesso em: 26 de maio de 2025	Secretaria Municipal de Cultura e Turismo de Joinville	Joinville - SC
Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto Acessar Exposição Acesso em: 15 de maio de 2025	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Porto Alegre - RS
Museu de História Natural de Mato Grosso Acessar Exposição Acesso em: 26 de maio de 2025	Secretaria de Estado de Cultura, Esporte e Lazer (Secel) do Mato Grosso	Cuiabá - MT
Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP Acessar Exposição Acesso em: 26 de maio de 2025	Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)	Recife - PE

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Empecilhos logísticos, financeiros e administrativos fazem com que as visitas presenciais a tais instituições sejam inviabilizadas, como abordado nos trabalhos de Dias-Chiaruttini *et al.* (2024) e Pugliese *et al.* (2020). Nesse sentido, pelas dificuldades enfrentadas por parte de educadores e instituições para a realização de visitas presenciais a museus de História Natural, a digitalização dos mesmos e a possibilidade de tours virtuais são alternativas viáveis para que haja a democratização desses espaços. Dessa forma, como abordado por Campos *et al.* (2016), Chaves e Cavalcante (2020, 2023) e Zheng *et al.* (2019), as exposições virtuais têm potencial para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem e para incentivar a valorização cultural e científica no ensino básico.

Amostragem quanto ao número de peças disponibilizadas

Os acervos virtuais analisados contabilizam, aproximadamente, entre 88 e 3985 peças em exposição (Tabela 1), sendo cada mostra composta por diferentes sessões e tipos de peças.

Tabela 1 – Número de peças digitalizadas nos museus virtuais (contagem manual)

Museu Virtual	Quantidade de peças contabilizadas
Museu Nacional	3985
Museu de Zoologia da USP	2200
Ecomuseu de Itaipu Binacional	710
Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto	284
Museu de História Natural de Mato Grosso	241
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville	104
Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	88

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A contagem foi aproximada, pois em alguns acervos, especialmente MZUSP e Ecomuseu de Itaipu (Figuras 1 e 2), a digitalização oculta objetos por estruturas de prateleiras ou baixa qualidade de imagem, o que reduz o potencial investigativo do visitante (Kellner, 2024). Assim, o número de peças, isoladamente, não assegura potencial pedagógico; é fundamental considerar a efetiva disponibilização à observação (Canals-Ossul *et al.*, 2025).

Figura 1 – Vitrine entomológica do MZUSP com visualização limitada pela estrutura de madeira.



Fonte: Museu de Zoologia da USP (MZUSP) (2025)

Figura 2 – Sombreamento e iluminação inadequada em vitrine do Ecomuseu de Itaipu Binacional



Fonte: Ecomuseu de Itaipu Binacional (2025).

A sombra projetada (Figura 2) exemplifica a falta de ajuste de iluminação, que compromete a imersão (Apollonio *et al.*, 2023). Sugestões como imagens de maior qualidade ou giros 360° podem sanar esses problemas, assim como a iluminação excessiva deve ser evitada para preservar os exemplares (Xavier & Bauermann, 2022) e melhorar a digitalização.

Amostragem qualitativa dos museus de História Natural

Ícones de acesso à informação e Facilidade de Navegação

A avaliação qualitativa baseou-se em parâmetros de usabilidade e acessibilidade informacional (Araujo *et al.*, 2023; Nunes *et al.*, 2020; Silva & Jorente, 2018). A avaliação dos ícones de acesso à informação revelou que quatro museus apresentaram esse recurso de forma ótima, um como bom, e dois (incluindo o Museu Nacional) não o possuíam (Quadro 3; Figura 3). Ícones intuitivos são fundamentais para a usabilidade, e sua ausência sugere lacunas na transposição do físico para o digital.

Quadro 3 – Avaliação qualitativa dos parâmetros Ícones de acesso à informação e Facilidade de navegação nas exposições virtuais analisadas

Museu Virtual	Ícones de acesso à informação	Facilidade de navegação
Ecomuseu de Itaipu Binacional	Ótimo	Ótimo
Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	Ótimo	Ótimo
Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto	Ótimo	Ótimo
Museu de Zoologia da USP	Ótimo	Ótimo
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville	Bom	Ótimo
Museu de História Natural de Mato Grosso	Inexistente	Bom
Museu Nacional	Inexistente	Ótimo

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Das sete exposições virtuais analisadas, seis receberam avaliação ótima e apenas uma foi avaliada como boa para o parâmetro facilidade de navegação (Quadro 3; Figura 4). Ícones e atalhos são essenciais para a navegação, atraindo a atenção e facilitando a busca por informação (Nunes *et al.*, 2020; Rigoni & Dias, 2017). Eles permitem que alunos e professores explorem salas temáticas específicas ou visitem ambientes individualmente.

Figura 3 – Painel do Pré-Cambriano com recursos multimídia (Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto)



Fonte: Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto (2025).

Diferentemente das visitas presenciais, nas quais mediadores humanos orientam a experiência, os museus virtuais transferem parte dessa função para a interface digital. Ícones e recursos de acesso à informação atuam como mediadores pedagógicos; sua ausência compromete a autonomia do visitante, especialmente de estudantes da educação básica. A usabilidade da interface é componente central da experiência educativa (Araujo *et al.*, 2023), e ferramentas intuitivas de acesso a textos, áudios, vídeos e recursos interativos são essenciais para que alunos e professores relacionem informações aos conteúdos de Ciências e Biologia.

Figura 4 – Ícone e atalhos de navegação na interface virtual do MZUSP.



Fonte: Museu de Zoologia da USP (MZUSP) (2025)

O Museu de História Natural de Mato Grosso é o único que não possui ícones ao longo do tour virtual, apenas atalhos. Embora os atalhos facilitem o direcionamento, a falta de ícones de avanço/retrocesso limita a visualização do ambiente, dificultando a compreensão integrada dos conteúdos. Estudos sobre aprendizagem multimídia indicam que a navegação guiada por pistas visuais claras facilita a orientação e compreensão do espaço (Mayer & Fiorella, 2021). Ícones que induzem uma sequência lógica e didática (Rigoni & Dias, 2017) são essenciais para evitar confusão e garantir a eficácia dos museus virtuais.

Aumento para visualização e leitura de textos e Linguagem textual

Para o parâmetro aumento para a visualização e leitura dos textos, quatro museus foram classificados como suficientes (Figura 5), dois como parcialmente suficientes e um como insuficiente (Quadro 4; Figura 6). A ampliação foi insuficiente em um museu, que não apresenta contraste mínimo nem redimensionamento sem perda de conteúdo, e parcialmente suficiente em dois, cuja qualidade das imagens impede a leitura completa em alguns casos. Essas limitações comprometem o potencial pedagógico das exposições. O tipo de linguagem textual utilizado nos textos informativos foi classificado como misto para seis museus e não identificada para o Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville (Quadro 4). A legibilidade é fundamental para a mediação entre narrativa e objetos (Fonseca *et al.*, 2025). Textos de divulgação científica favorecem a democratização do conhecimento e a alfabetização científica (Angelo & Robalino, 2016; Oliveira, 2022), enquanto os técnico-científicos restringem-se à comunidade especializada (Kim *et al.*, 2024).

Quadro 4 - Avaliação qualitativa da acessibilidade (aumento) e da linguagem textual em exposições virtuais de História Natural

Museu Virtual	Visualização e leitura	Linguagem textual
Ecomuseu de Itaipu Binacional	Suficiente	Mista
Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	Suficiente	Mista
Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto	Suficiente	Mista
Museu de Zoologia da USP	Suficiente	Mista
Museu de História Natural de Mato Grosso	Parcialmente suficiente	Mista
Museu Nacional	Parcialmente suficiente	Mista
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville	Insuficiente	Não identificada

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 5 – Ampliação de painel no tour virtual do Ecomuseu de Itaipu



Fonte: Ecomuseu de Itaipu Binacional (2025).

Figura 6 – Painel com ampliação insuficiente no Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville



Fonte: Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville (2025)

A predominância de linguagem mista revela uma tensão entre rigor e acessibilidade; o excesso de texto, especialmente sem integração com imagens, pode sobrecarregar a memória de trabalho (Mayer & Fiorella, 2021). A mediação textual deve equilibrar precisão conceitual e clareza discursiva, aproximando conhecimento acadêmico e educação básica. Curadorias devem priorizar linguagem de divulgação científica, complementada por informações técnicas em camadas acessíveis (hiperlinks, QR Codes, painéis secundários), ampliando o potencial educativo.

Aumento para a visualização de peças do acervo

Apenas um museu teve ampliação suficiente; os demais foram parcialmente suficientes (Quadro 5; Figuras 7 e 8). A falta de zoom adequado dificulta a observação de detalhes morfológicos essenciais (Li *et al.*, 2022), reduzindo o potencial investigativo e tornando a visita contemplativa.

Quadro 5 - Avaliação da qualidade do aumento para a visualização das peças do acervo nas exposições virtuais analisadas

Museu Virtual	Avaliação
Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	Suficiente
Ecomuseu de Itaipu Binacional	Parcialmente suficiente
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville	Parcialmente suficiente
Museu de História Natural de Mato Grosso	Parcialmente suficiente
Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto	Parcialmente suficiente
Museu de Zoologia da USP	Parcialmente suficiente
Museu Nacional	Parcialmente suficiente

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 7 – Ampliação de peça (metacarpo de toxodonte) no Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP



Fonte: Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP (2025).

Figura 8 – Ampliação com desfoque no Museu Nacional



Fonte: Museu Nacional (2025).

Presença de recursos audiovisuais

Áudios, vídeos e imagens contextuais estavam presentes em quatro dos sete museus (Quadro 6; Figuras 9, 10 e 11). Os recursos audiovisuais ampliam a experiência museal ao integrar múltiplas linguagens e estimular diferentes formas de processamento cognitivo, funcionando como dispositivos de mediação. A disparidade observada (Quadro 6) pode refletir distintas prioridades curatoriais ou orçamentárias, hipótese não testada.

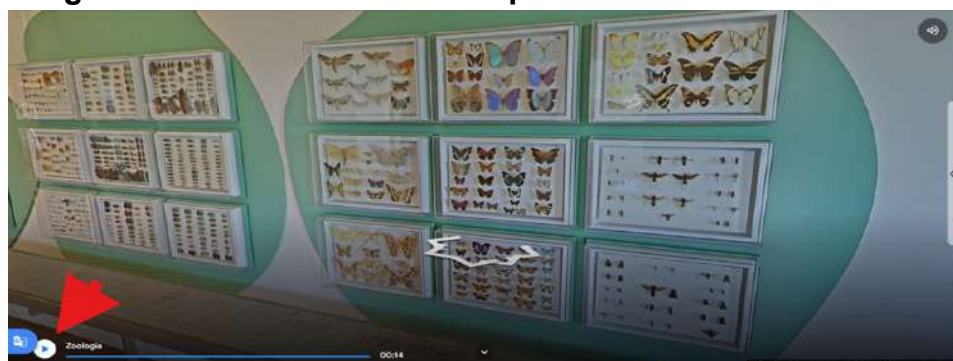
Os recursos audiovisuais são fundamentais para a mediação e assimilação de conteúdos (Resende, 2024). Embora o museu virtual ofereça apenas a representação do objeto, a mediação pode compensar essa limitação (Schweibenz, 2019), e a presença de áudios, vídeos e imagens que reconstroem ambientes pode favorecer a compreensão das temáticas. Conforme a teoria da aprendizagem multimídia (Mayer & Fiorella, 2021), a combinação de estímulos visuais e verbais está associada a uma aprendizagem com maior profundidade, reforçando a importância desses recursos.

Quadro 6 - Avaliação qualitativa da presença e ausência de recursos audiovisuais explicativos nas exposições virtuais analisadas

Museu Virtual	Áudio	Vídeo	Imagens
Ecomuseu de Itaipu Binacional	Presente	Presente	Presente
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville	Presente	Presente	Presente
Museu Nacional	Presente	Ausente	Ausente
Museu de Paleontologia Irajá Damiani Pinto	Presente	Presente	Presente
Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	Ausente	Presente	Presente
Museu de História Natural de Mato Grosso	Ausente	Ausente	Ausente
Museu de Zoologia da USP	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 9 – Recurso de áudio explicativo no Museu Nacional



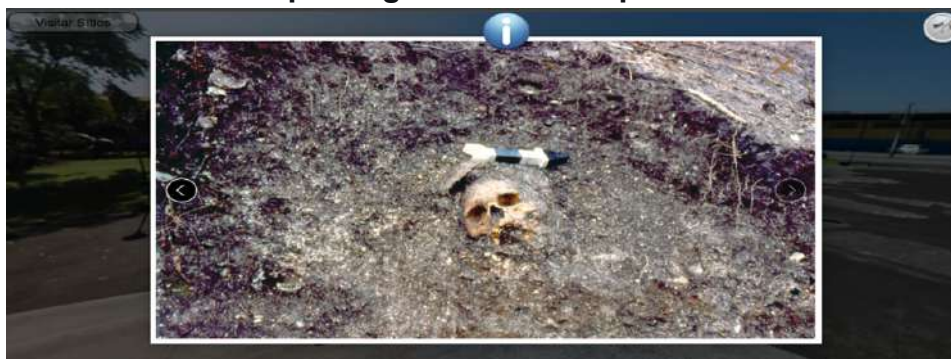
Fonte: Museu Nacional (2025).

Figura 10 – Vídeo explicativo no Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville



Fonte: Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville (2025).

Figura 11 – Contextualização de coleta (sambaqui) com crânio humano no Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville



Fonte: Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville (2025).

Os resultados indicam a necessidade de uma curadoria digital educativa que planeje intencionalmente elementos visuais, textuais e interativos para fins de aprendizagem (Prado *et al.*, 2023), estruturando experiências que articulem informação, acessibilidade e engajamento pedagógico.

A análise integrada evidencia que o potencial pedagógico dos museus virtuais depende não da quantidade de peças, mas da articulação entre acessibilidade, navegabilidade, mediação textual e recursos multimodais. Museus com acervos extensos, mas com usabilidade limitada, oferecem experiências menos significativas do que exposições menores e didaticamente organizadas, reforçando a necessidade de compreendê-los como ambientes educativos cuja qualidade depende do desenho comunicacional e pedagógico de suas interfaces. Embora o estudo aponte características das interfaces que podem subsidiar práticas docentes, não investiga diretamente a formação de professores para o uso pedagógico desses ambientes, aspecto que se configura como uma pesquisa a ser desenvolvida futuramente.

Considerações Finais

Os museus virtuais podem ampliar o alcance geográfico dos acervos e oferecer novas possibilidades de aprendizagem, mas sua simples disponibilização online não garante apropriação educativa. Os resultados indicam que o potencial pedagógico está associado à qualidade da interface digital, à presença de recursos audiovisuais, à legibilidade dos textos e à facilidade de navegação, fatores que variaram expressivamente entre as instituições. A principal contribuição é a

proposição de uma matriz analítica autoral para comparar sistematicamente museus virtuais quanto a dimensões técnicas, comunicacionais e pedagógicas, ferramenta que pode ser utilizada em futuras pesquisas para ampliar o escopo de análise.

Reconhecem-se limitações: o estudo baseou-se na análise das interfaces, sem envolver estudantes ou professores, de modo que os efeitos sobre aprendizagem não foram investigados. As conclusões sobre potencial pedagógico fundamentam-se em princípios teóricos e nas características observadas, não em medições de impacto. Os resultados refletem o período analisado (fevereiro a junho de 2025). A matriz indicou que a articulação entre acessibilidade, navegabilidade, mediação textual e recursos multimodais é mais decisiva para o potencial educacional que o volume de peças. Pesquisas futuras poderão investigar a interação de estudantes e professores e desenvolver materiais didáticos para integração curricular.

Referências

ALBERTI, E. R.; BECKER, L. M. Percepção dos professores sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação, aplicadas ao ensino de física, na rede pública de Pontal do Paraná. **REPECULT-Revista Ensaios e Pesquisas em Educação e Cultura**, [s. l.], v. 8, n. 12, p. 200-219, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufrj.br/index.php/repecult/article/view/1087>. Acesso em: 27 fev. 2025.

ANGELO, E.; ROBALINO, J. Ciência para todos: museus como espaços de divulgação científica. **Educação, Escola & Sociedade**, Montes Claros, v. 9, n. 9, p. 73–80, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/rees/article/view/284>. Acesso em: 13 dez. 2025.

APOLLONIO, F. I.; FANTINI, F.; GARAGNANI, S. Lux in Tenebris: un flujo de trabajo para digitalizar y visualizar obras de arte pictóricas en contextos museísticos complejos. **EGA Expresión Gráfica Arquitectónica**, [s. l.], v. 28, n. 49, p. 76-89, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ega.2023.19530>. Acesso em: 24 jun. 2025.

ARAUJO, B. F. de; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Mídias e Biologia: Considerações a partir do ENPEC (2017-2023). **Revista Ensino em Debate**, Fortaleza, v. 5, e2025040, 2025. Disponível em: <https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/159>. Acesso em: 04 set. 2026.

ARAUJO, J.; CARNEIRO, J. B.; RIBEIRO, A.; SILVA, J.; MASSARANI, L.; SCALFI, G. A usabilidade na visita virtual de famílias ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. **Museologia e Patrimônio**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2023. Disponível em: <https://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/view/939>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CAMPOS, L. C.; HERMOZA, A. F.; ROMANÍ, J. A. L.; PANAQUÉ, C. R. Percepciones de estudiantes de secundaria sobre el uso del museo virtual 3d para el aprendizaje de la ciencia. **Campus Virtuales**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 30–35, 2016. Disponível em: <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/106>. Acesso em: 29 abr. 2025.

CANALS-OSSUL, A.; MARTÍNEZ-GIL, T.; RICO-IÑIGO, M. Museos y comunidades educativas antes y después de la Covid-19. La participación en contextos digitales como una herramienta de sostenibilidad cultural. **Arte, Individuo y Sociedad**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 317-328, 2025. Disponível em: <https://revistas.ucm.es/index.php/ARIS/article/download/98793/4564456574543?inline=1>. Acesso em: 27 abr. 2026.

CAZELLI, S.; MARANDINO, M.; STUDART, D. C. Educação e Comunicação em Museus de Ciências: aspectos históricos, pesquisa e prática *In*: GOUVÊA, G., MARANDINO, M., LEAL, M. C. (Org.). **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências**. Rio de Janeiro: FAPERJ, Editora Access, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340515624_Educacao_e_Comunicacao_e_m_Museus_de_Ciencia_Aspectos_historicos_pesquisa_e_pratica. Acesso em: 16 jan. 2025.

CHAVES, I.T.; CAVALCANTE, L. E. Educação patrimonial, bibliotecas e museus virtuais na escola. **Biblionline**, João Pessoa, v. 16, n. 1, p. 44-54, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/56581>. Acesso em: 28 abr. 2025.

CHAVES, I. T.; CAVALCANTE, L. E. Percepções docentes sobre museus virtuais no âmbito da mediação da informação e da aprendizagem. **Palabra Clave (La Plata)**, Buenos Aires, v. 12, n. 2, p. e190, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.24215/18539912e190>. Acesso em: 28 abr. 2025.

CHAVES, I. T.; COSTA, M. J. M.; LIMA, I. F. de; BERNARDINO, M. C. R. Mediação da informação patrimonial em museus virtuais: potencialidades da plataforma era virtual. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 592-609, 2023a. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/rici.v16.n3.2023.45499>. Acesso em: 24 ago. 2026.

CHAVES, I. T.; LIMA, I. F. Avaliação da eficácia da usabilidade do site do Museu da Diversidade Sexual. **Informação & Informação**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 270–296, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2025v30n1p270>. Acesso em: 11 dez. 2025.

CHAVES, I. T.; PINHO-NETO, J. A. S.; LIMA, I. F. Virtualização de museus no contexto da Ciência da Informação no Brasil. **Temática**, João Pessoa, v. 19, n. 4, p. 118-134, 2023b. Disponível em: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1807-8931.2023v19n4.66136>. Acesso em: 24 ago. 2026.

CHEN, S.; DUAN, A.; WANG, J. Using digital technologies in museum learning activities to enhance learning experience: A systematic review. **Bulletin of the Technical Committee on Learning Technology**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 32-36, 2021. Disponível em: <https://tc.computer.org/tclt/10-1109-2021-0202004/>. Acesso em: 20 ago. 2026.

DIAS, F. B.; RIBEIRO, A.; ARAUJO, J.; BECK, J.; SCALFI, G.; SILVA, J.; MASSARANI, L. Percepções de famílias sobre animais taxidermizados durante visitas virtuais no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 12, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e93944>. Acesso em: 20 jan. 2025.

DIAS-CHIARUTTINI, A.; CARVALHO, C.; GEWERC, M. A relação escola-museu segundo a visão de professores e educadores museais: comparação Brasil–França. **Educação Online**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 47, p. e24194710, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.36556/eol.v19i47.1692>. Acesso em: 09 dez. 2025.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Museus virtuais de ciências: uma revisão e indicações técnicas para o projeto de exposições virtuais. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14377>. Acesso em: 22 ago. 2026.

ELLIS, E. C. Ecology in an anthropogenic biosphere. **Ecological monographs**, [s. l.], v. 85, n. 3, p. 287-331, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/14-2274.1>. Acesso em: 22 ago. 2026.

FALK, J. H.; DIERKING, L. D. **Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning**. Walnut Creek: AltaMira Press, 2000.

FOLADOR, H. F.; COLOMBO - JUNIOR, P. D.; OVIGLI, D. F. B. Museus virtuais de Ciências: divulgação científica e interatividade no ciberespaço. **Ensino e Tecnologia em Revista**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 79-99, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v7n3.17054>. Acesso em: 22 ago. 2026.

FONSECA, A. R.; HASSELMANN, E.; GOMES, M.; UZEDA, H. C.; FAULHABER, P. O uso dos textos nas exposições museológicas entre museus no Rio de Janeiro. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, São Paulo, v. 33, p. e14, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/1982-02672025v33e14>. Acesso em: 22 jun. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2019. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788597020991>. Acesso em: 11 dez. 2025.

GIL, A. C. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 1. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2021. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9786559770496>. Acesso em: 11 dez. 2025.

HEIN, G. E. The Constructivist Museum. **Journal for Education in Museums**, [s. l.], n. 16, p. 21–23, 1995. Disponível em: <http://www.gem.org.uk/pubs/news/hein1995.html>. Acesso em: 20 ago. 2026.

KELLNER, A. W.A. Biological collections in danger?. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 1, p. e2024961, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-376520242024961>. Acesso em: 27 abr. 2026.

KIM, J.; LEE, C.; KIM, J.; HONG, J. H. Interactive description to enhance accessibility and experience of deaf and hard-of-hearing individuals in museums. **Universal Access in the Information Society**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 913–926, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00983-2>. Acesso em: 13 dez. 2025.

KUNSLER, J. T. **A importância da digitalização no caráter educativo dos museus durante a pandemia de COVID-19: Estudo de caso do Museu de Paleontologia da UFRGS Irajá Damiani Pinto**. 86 f. Trabalho de Graduação (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/255474>. Acesso em: 20 jan. de 2025.

LANDIM, M. I.; RUIZ, J. G. A Nova Ideia de Museu (Flower, 1893): reflexões sobre a forma e a função dos museus de história natural. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, São Paulo, v. 31, e12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-02672023v31e12>. Acesso em: 09 dez. 2025.

LEAJANSKI, A. D.; LICCARDO, A. Alfabetização científica em museus de ciências naturais: uma exposição em análise. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, Boa Vista, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.24979/ambiente.vi.1629>. Acesso em: 14 fev. 2026.

LI, J.; NIE, J. W.; YE, J. Evaluation of virtual tour in an online museum: exhibition of architecture of the Forbidden City. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 17, n. 1, e0261607, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261607>. Acesso em: 14 dez. 2025.

LIMA, I. V. D. L.; CARVALHO, C.; LOPES, T. B. Setores educativos dos museus da cidade do Rio de Janeiro: espaços para a produção de conhecimento e formação. In: COSTA, A. F.; RANGEL, A. M. S.; CASTRO, F. S. R.; HENZE, I. A. M.; VALENTE, M. E. A.; SOARES, O. J. (org.). **O lugar da educação nos museus**. Rio de Janeiro:

Museus Castro Maya, 2018. p. 20–29. Disponível em: <https://www.gov.br/mast/pt-br/imagens/publicacoes/2017/o-lugar-da-educacao-nos-museus-museu-de-ideias-edicao-2017-2.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2025.

MARANDINO, M. A biologia nos museus de ciências: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 187-202, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000200004>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MARANDINO, M. Museus de Ciências, Coleções e Educação: relações necessárias. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio – PPG-PMUS**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 1-12, 2009. Disponível em: <https://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/view/63>. Acesso em: 16 jan. 2025.

MARANDINO, M.; KAUANO, R.; MARTINS, L. C. Paulo Freire, educação, divulgação e museus de ciências naturais: relações e tensões. **Cadernos de Sociomuseologia**, Lisboa, v. 63, n. 19, p. 91–103, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36572/csm.2022.vol.63.07>. Acesso em: 09 dez. 2025.

MAYER, R. E.; FIORELLA, L. Introduction to multimedia learning. In: MAYER, R. E.; FIORELLA, L. (ed.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. p. 3–16. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781108894333.003>. Acesso em: 20 ago. 2026.

MINNAERT, T.; HACOPIAN, A. The Digital Museum: Learning through Interaction and Reflection. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGHER EDUCATION ADVANCES (HEAD'22), 8., 2022, València. **Proceedings of the 8th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'22)**. València: Editorial Universitat Politècnica de València, 2022. p. 1059-1066. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/HEAD22.2022.14566>. Acesso em: 20 ago. 2026.

MUJTABA, T.; LAWRENCE, M.; OLIVER, M.; REISS, M. J. Learning and engagement through natural history museums. **Studies in Science Education**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 41–67, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442820>. Acesso em: 09 dez. 2025.

MUSEUSBR. Disponível em: <https://cadastro.museus.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2025.

NANGLU, K.; DE CARLE, D.; CULLEN, T. M.; ANDERSON, E. B.; ARIF, S.; CASTAÑEDA, R. A.; CHANG, L. M.; IWAMA, R. E.; FELLIN, E.; MANGLICMOT, R. C.; MASSEY, M. D.; ASTUDILLO-CLAVIJO, V. The nature of science: The fundamental role of natural history in ecology, evolution, conservation, and education. **Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 13, n. 10, p. e10621, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.10621>. Acesso em: 22 ago. 2026.

NORBERTO-ROCHA, J.; MARINHO, L.; HECK, G.; CARMO, M. P. S.; ABREU, W. V. Accessibility in online exhibitions of Brazilian science museums and centers: identifying strategies and barriers. **Frontiers in Education**. Lausanne: Frontiers

Media SA, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1542430>. Acesso em: 27 abr. 2026.

NUNES, M. F.; SILVA, A. C. P.; COSTA, L. F. Memória e curadoria digital de museu e patrimônio: Avaliação de usabilidade 360°. **Prisma. com**, [s. l.], n. 41, p. 191-215, 2020. Disponível em: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/prismacom/article/view/6750>. Acesso em: 24 jun. 2025.

OLIVEIRA, A. D. Aspectos históricos, definições e limites dos dioramas. *In*: MARANDINO, M.; SCALFI, G.; MILAN, B. (Orgs.). **Janelas para a natureza: explorando o potencial educativo dos dioramas**. São Paulo: FEUSP, 2020. p. 17-26. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347964701_Janelas_para_a_natureza_explorando_o_potencial_educativo_dos_dioramas. Acesso em: 16 fev. 2026.

OLIVEIRA, B. J. Museus e a comunicação pública de ciência. **Interfaces – Revista de Extensão da UFMG**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistainterfaces/article/view/42250>. Acesso em: 13 dez. 2025.

OLIVEIRA, M. P.; ALVES, L. R. G. Museus digitais e ensino de ciências: uma revisão da literatura. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 197-221, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p197>. Acesso em: 20 jan. 2025.

OTHMAN, M. K.; NOGOIBAEVA, A.; LEONG, L. S.; BARAWI, M. H. Usability evaluation of a virtual reality smartphone app for a living museum. **Universal Access in the Information Society**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. 995–1012, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00820-4>. Acesso em: 11 dez. 2025.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; SÁ, P. C. C.; SANTO, D. Q. E. Um pouco além do museu on-line: um ensaio reflexivo sobre a exposição virtual “Biodiversidade: Conhecer para Preservar” do Museu de Zoologia/ USP. *In*: SILVA-PEREIRA, A. (Org.). **Criatividade e Educação: Inovação, Presente e Futuro**. São Paulo: V&V Editora, 2022. p. 77-97. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361185854_Um_pouco_alem_do_museu_on-line_um_ensaio_reflexivo_sobre_a_exposicao_virtual_Biodiversidade_Conhecer_para_Preservar_do_Museu_de_ZoologiaUSP. Acesso em: 28 abr. 2025.

PIETRONI, E. Multisensory museums, hybrid realities, narration, and technological innovation: a discussion around new perspectives in experience design and sense of authenticity. **Heritage**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 130, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/heritage8040130>. Acesso em: 27 abr. 2026.

PRADO, B. B.; GOBBO-JUNIOR, J. A.; BEZERRA, B. S. Emerging themes for digital accessibility in education. **Sustainability**, [s. l.], v. 15, n. 14, p. 11392, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151411392>. Acesso em: 27 abr. 2026.

PROGRAMA IBERMUSEUS. Criar e avaliar conteúdos virtuais em museus: visões a partir da experiência de profissionais da Ibero-América. Programa Ibermuseum, 2024. Disponível em: <https://www.ibermuseum.org/pt/recursos/publicacoes/criar-e-avaliar-conteudos-virtuais-em-museus-visoes-a-partir-da-experiencia-de-profissionais-da-ibero-america/>. Acesso em: 11 dez. 2025.

PUGLIESE, A.; SILVA, J. R. S.; BINDER, N.; SESSA, P. Propostas de professores para visitas escolares a um museu de zoologia no contexto da alfabetização científica. **Revista CPC**, São Paulo, v. 15, p. 426-454, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v15i30espp426-454>. Acesso em: 24 fev. 2025.

RESENDE, U. V. Patrimônio imaterial audiovisual digital nos museus do século XXI e o contexto brasileiro: exposição do Museu do Amanhã – RJ. **Baraúnas: Revista de História**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 43–63, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.13102/barh.v1i2.10171>. Acesso em: 14 dez. 2025.

RIGONI, F. M. M.; DIAS, M. R. Á. C. Museu virtual: espaço de interação. **Colóquio Internacional de Design**, Belo Horizonte, v. 26, p. 539-554, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325138655_Museu_virtual_espaco_de_interacao. Acesso em: 24 jun. 2025.

SCHWEIBENZ, W. The virtual museum: an overview of its origins, concepts, and terminology. **The museum review**, Chicago, v. 4, n. 1, p. 1-29, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335241270_The_virtual_museum_an_overview_of_its_origins_concepts_and_terminology. Acesso em: 26 ago. 2026.

SILVA, A. D. S.; SILVA, L. N.; SILVA, M. V. D. O. Interdisciplinaridade nos museus de ciências. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 81992–82000, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-578>. Acesso em: 16 fev. 2026.

SILVA, S. C.; JORENTE, M. J. V. Design da informação na curadoria digital de acervos museológicos. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/moci/article/view/16884>. Acesso em: 13 dez. 2025.

TABER, K. S. Mediated learning leading development: the social development theory of Lev Vygotsky. In: AKPAN, B.; KENNEDY, T. J. (ed.). **Science education in theory and practice**. Cham: Springer, 2020. p. 277-291. (Springer Texts in Education). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_19. Acesso em: 20 ago. 2026.

WINSTANLEY, C. Learning experiences in museums: harnessing Dewey's ideas on continuity and interaction. **Education**, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 642-652, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03004279.2018.1445476>. Acesso em: 20 ago. 2026.

XAVIER, J. S.; BAUERMANN, J. S. Espaços museais: a arquitetura como fator de preservação e extroversão do patrimônio cultural. **Cordis: Revista Eletrônica de História Social da Cidade**, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2176-4174.v1n27.2022.59245>. Acesso em: 12 dez. 2025.

ZHENG, Y.; YUHUI YANG, Y.; CHAI, H.; CHEN, M.; ZHANG, J. The Development and Performance Evaluation of Digital Museums Toward Second Classroom of Primary and Secondary School – Taking Zhejiang Education Technology Digital Museum as An Example. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 69-84, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i02.7897>. Acesso em: 28 abr. 2025.

ZHOU, Y.; CHEN, J.; WANG, M. A meta-analytic review on incorporating virtual and augmented reality in museum learning. **Educational Research Review**, [s. l.], v. 36, p. 100454, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100454>. Acesso em: 20 ago. 2026.

Submetido em 29 de abril de 2026.

Aceito em 07 de agosto de 2026.

Publicado em 14 de setembro de 2026.