

UFRRJ

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

DISSERTAÇÃO

**UM OLHAR SOBRE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA NOS
CIBERMUSEUS DE CIÊNCIAS**

MARIANA VALLIS

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

UM OLHAR SOBRE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA NOS
CIBERMUSEUS DE CIÊNCIAS

MARIANA VALLIS

Sob a Orientação do Professor
Benjamin Carvalho Teixeira Pinto

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Área de Concentração em Educação em Ciências e Matemática.

Seropédica, RJ
2024

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vl35o Vallis, Mariana , 1994-
Um Olhar sob a educação e comunicação científica no
cibermuseus de Ciências / Mariana Vallis. - Rio de
Janeiro , 2024.
90 f.

Orientador: Benjamin Carvalho Teixeira Pinto.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação
em Ciências e Matemática, 2024.

1. Comunicação Científica. 2. Museus
Virtuais/Cibermuseus de Ciência. 3. Educação não
formal. 4. Conteúdo digital interativo.. I. Carvalho
Teixeira Pinto, Benjamin , 1967-, orient. II
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemática III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA



TERMO Nº 255/2024 - PPGEDUCIMAT (12.28.01.00.00.00.18)
Nº do Protocolo: 23083.018960/2024-34

Seropédica-RJ, 11 de abril de 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MARIANA VALLIS

Dissertação/Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática**, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, área de Concentração em Educação.

DISSERTAÇÃO (TESE) APROVADA EM 25/03/2024.

Benjamin Carvalho Teixeira Pinto Prof. Dr. UFFRJ (Orientador)
Zilene Moreira Pereira Prof. Dr. UFFRJ (Membro interno)
Marcelo Borges Rocha. Prof. Dr. CEFET-RJ (Membro externo)

Documento não acessível publicamente

(Assinado digitalmente em 11/04/2024 14:42)
BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptTPE (12.28.01.00.00.00.24)
Matrícula: ###276#5

(Assinado digitalmente em 15/04/2024 09:51)
MARCELO BORGES ROCHA
ASSINANTE EXTERNO
CPF:###.###.847-##

(Assinado digitalmente em 12/04/2024 08:09)
ZILENE MOREIRA PEREIRA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptTPE (12.28.01.00.00.00.24)
Matrícula: ###143

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 255, ano: 2024, tipo: TERMO, data de emissão: 11/04/2024 e o código de verificação: a87751f

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a todos os orixás sagrados, minha ialorixá e sua resistência.

À minha família por sempre estarem presentes nos momentos mais importantes na minha vida, e sobretudo pelo apoio incondicional durante o período da pós-graduação.

Ao meu pai, por se dedicar tão integralmente aos meus estudos e formação.

À minha mãe, que não me deixou desistir nos momentos difíceis trazendo conforto nas palavras e em suas orações.

Aos meus queridos amigos e amigas, por compreenderem minhas ausências e tornarem esse processo mais leve e divertido.

Também gostaria de agradecer ao meu professor e orientador Benjamin Carvalho Teixeira Pinto, que desde a graduação em Ciências Biológicas me acompanha nesta jornada, sempre me incentivando com sua sabedoria e paciência, que foram fundamentais nos processos de produção desse estudo.

Aos colegas e amigos da turma do PPGEducIMAT/UFRRJ pelos aprendizados e sorrisos.

E aos demais professores do PPGEducIMAT/UFRRJ, que não deixam dúvidas em relação ao seu comprometimento com o programa e com os discentes, além de contribuírem em nossa formação com sua larga experiência e conhecimentos.

À banca examinadora, pelas direções nos caminhos da pesquisa.

Um agradecimento especial ao coordenador do Museu Virtual do Espaço Ciência Viva, Paulo Henrique Colonesse, que me abriu caminhos para realizar este estudo, além de fornecer ideias e contribuições para o produto educacional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Vallis, Mariana. Um Olhar sobre a Educação e Comunicação Científica nos Cibermuseus de Ciências. 2024. 90 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2023

Na atual discussão em promover uma Cultura Científica, difundida para toda a sociedade por meio de processos de comunicação pública da Ciência, destacam-se os museus virtuais/cibermuseus de Ciências, visto que esses espaços aproximam as pessoas dos avanços tecnológicos, despertam e aprofundam conhecimentos em meio à realidade virtual. Neste sentido, buscou-se investigar os museus virtuais/cibermuseus de Ciências como espaços de educação não formal para a formação da Cultura Científica. Por meio de estudo exploratório com ênfase na análise qualitativa, levantamento bibliográfico, avaliação de *sites* virtuais, entrevistas aos coordenadores dos *sites* dos museus virtuais, identificou-se, em um primeiro momento, que a maioria dos sites dos museus virtuais apresenta apenas informações básicas. Esse dado revela que a utilização deste meio virtual ainda não tem sido utilizada em todas as suas potencialidades. A partir dessa primeira análise e com base em critérios como interatividade, tipos de materiais e funções de navegação, foram selecionados quatro museus virtuais para uma análise mais aprofundada. Observou-se que a interatividade, acessibilidade digital e a qualidade dos recursos técnicos de navegação, dos quatro *sites* analisados, proporcionam uma educação inclusiva a partir de uma linguagem mais acessível ao leitor. Esses aspectos facilitam a compreensão em relação ao conteúdo disponível. Entretanto, constatou-se também que os museus virtuais analisados apresentam inúmeras possibilidades de relacionar e contextualizar esses conteúdos por meio de professores em sala de aula, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a análise textual discursiva das entrevistas aos coordenadores dos museus virtuais identificou possibilidades de explorar diferentes fontes de conhecimentos científicos, em diferentes realidades, proporcionando vivências de aprendizagem, a partir da interação com os elementos multimídia que os constituem. Assim, o processo educativo via ciberespaço é favorecido pela tecnologia, onde o conhecimento presencial se transporta ao conhecimento digital e, neste caso, os museus virtuais podem contribuir à nova realidade tecnológica. Além disso, constatou-se que o processo de comunicação científica realizada nos museus virtuais promove uma nova forma de construir e produzir conteúdos científicos e, portanto, uma nova forma de apropriação da Ciência, promovendo a formação da Cultura Científica. Por fim, como desdobramento da pesquisa, foi elaborada a proposta de um conteúdo digital interativo e inclusivo como produto educacional (requisito do mestrado profissional), direcionado aos professores da Educação Básica, e disponibilizado no portal eletrônico da instituição - Espaço Ciência Viva. Espera-se que o conteúdo digital interativo (proposto nesta pesquisa) proporcione a promoção do ensino de Ciências por meio das novas tecnologias digitais, promovendo a educação não formal nos museus virtuais de Ciências.

Palavras-chave: Comunicação Científica; Museus Virtuais/Cibermuseus de Ciência; Educação não formal; Conteúdo digital interativo.

ABSTRACT

Vallis, Mariana. A Look at Education and Scientific Communication in Science Cybermuseums. 2023. 90 p. Dissertation (Master in Education in Science and Mathematics). Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2023

In the current discussion on promoting a Scientific Culture, disseminated to the whole society through processes of public communication of Science, virtual museums/cybermuseums of Science stand out, since these spaces bring people closer to technological advances, awaken and deepen knowledge in the midst of virtual reality. In this sense, we sought to investigate the virtual museums/cybermuseums of Science as spaces of non-formal education for the formation of Scientific Culture. Through an exploratory study with emphasis on qualitative analysis, bibliographic survey, evaluation of virtual sites, interviews with the coordinators of the virtual museum sites, it was identified, at first, that most of the virtual museum sites present only basic information. This data reveals that the use of this virtual medium has not yet been used to its full potential. From this first analysis and based on criteria such as interactivity, types of materials and navigation functions, four virtual museums were selected for further analysis. It was observed that the interactivity, digital accessibility and the quality of the technical navigation resources of the four sites analyzed provide an inclusive education based on a language that is more accessible to the reader. These aspects make it easier to understand the content available. However, it was also found that the virtual museums analyzed present numerous possibilities to relate and contextualize these contents through teachers in the classroom, contributing to the teaching and learning process. In this sense, the discursive textual analysis of the interviews with the coordinators of the virtual museums identified possibilities of exploring different sources of scientific knowledge, in different realities, providing learning experiences, from the interaction with the multimedia elements that constitute them. Thus, the educational process via cyberspace is favored by technology, where face-to-face knowledge is transported to digital knowledge and, in this case, virtual museums can contribute to the new technological reality. In addition, it was found that the process of scientific communication carried out in virtual museums promotes a new way of constructing and producing scientific content and, therefore, a new form of appropriation of Science, promoting the formation of Scientific Culture. Finally, as a result of the research, the proposal of an interactive and inclusive digital content as an educational product (requirement of the professional master's degree) was elaborated, directed to Basic Education teachers, and made available on the institution's electronic portal - Espaço Ciência Viva. It is expected that the interactive digital content (proposed in this research) will provide the promotion of science teaching through new digital technologies, promoting non-formal education in virtual science museums.

Keywords: Scholarly Communication; Virtual Museums/Cybermuseums of Science; Non-formal education; Interactive digital content.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fases da pesquisa.....	19
Quadro 2: Processos da Análise Textual Discursiva.....	24
Quadro 3: Etapas do desenvolvimento do Produto Educacional.....	26
Quadro 4: Procedimentos para a elaboração dos textos expositivos do Conteúdo Digital Temático e Recurso Interativo com base na técnica da “Linguagem Simples”.....	28
Quadro 5: Conteúdos inseridos no Recurso Interativo.....	29
Quadro 6: Seleção dos Museus Virtuais e cibermuseus de Ciências com base nos critérios pré-estabelecidos: interatividade, tipos de materiais e funções de navegação.....	33
Quadro 7: Exemplo de alguns tipos de materiais identificados nos ambientes virtuais dos museus de Ciências em abordagem socioambiental.....	36
Quadro 8: Categoria de Análise e Unidades de Significado Associadas.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da relação entre a Cultura, Ciência e Cultura científica, considerando a comunicação e a Ciência como agentes transformadores.....	9
Figura 2: Possibilidades de articulações entre as etapas dos Momentos Pedagógicos e as etapas das atividades investigativas.....	17
Figura 3: Guia de Museus online.....	31
Figura 4: Plataforma MuseusBr.....	32
Figura 5: Página inicial com o tema do conteúdo Digital Temático, disponível no site do Museu Virtual de Ciências: Espaço Ciência Viva.....	50
Figura 6: Continuação do layout da página do conteúdo digital temático com hipertexto digital.....	50
Figura 7: Recursos de acessibilidade presentes no Conteúdo Digital Temático.....	51
Figura 8: Guia Didático Interativo: Uma investigação embaixo d’água.....	52
Figura 9: Aba- “A Baía de Guanabara” do Guia Didático Interativo. Detalhe dos três blocos de textos.....	53
Figura 10: Jogo: “Conhecer para preservar: Um desafio subaquático” disponível na Aba- Investigação Submersa do Guia Didático Interativo.....	54
Figura 11: Jogo: Caça-palavras interativo.....	55

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTAS DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CULTURA CIENTÍFICA NOS ESPAÇOS DE MUSEUS DE CIÊNCIAS	8
3. MUSEUS VIRTUAIS - TIPOLOGIAS E CONCEITOS	10
4. OS MUSEUS VIRTUAIS DE CIÊNCIA COMO RECURSO DIDÁTICO	13
5. ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS: UMA APLICAÇÃO PARA OS MEIOS DIGITAIS	14
6. CAMINHOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E PRODUTO EDUCACIONAL	19
6.1. Métodos da Pesquisa e fases da pesquisa	19
6.2. Coleta de dados	20
6.2.1. Conhecendo os Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências	20
6.3. Entrevista: os museus virtuais como objeto de pesquisa	22
6.3.1 Análise Textual Discursiva das entrevistas	24
7. PRODUTO EDUCACIONAL	25
7.1. Idealização do produto educacional	25
7.2. O Conteúdo Temático Digital	28
7.3. Recurso Interativo: “Guia didático interativo: Uma Investigação embaixo d’água”	28
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
8.1. Os guias de museus on-line e a plataforma de busca Museusbr.....	30
8.2. Seleção dos museus virtuais/cibermuseus de Ciências de acordo com os critérios pré- estabelecidos: interatividade, tipos de materiais e suas funções de navegação	33
a) Interatividade	33
b) Tipos de Materiais	35
c) Funções de Navegação.....	39
8.3. Análise Textual Discursiva das Entrevistas	40
a) Concepções dos Museus Virtuais.....	41
b) Estratégias de Comunicação com o público	43
c) Potencial de Aprendizado em Ciências.....	45
8.4 O Produto Educacional	46
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
11. ANEXOS.....	70

1. INTRODUÇÃO

A educação na contemporaneidade tem se tornado um desafio complexo ao articular formas de socialização e construção de conhecimentos aos processos de ensino e aprendizagem, em um período atravessado por crises políticas, sociais, ambientais e sanitárias. Dessa forma, o lugar da educação na sociedade contemporânea é transformador, principalmente num contexto de crises. Considerando esses aspectos, as práticas educativas podem consolidar o caráter humanizador, problematizador e emancipador, em face aos discursos de crise. Conforme Freire (2002) afirma, “o homem é homem e o mundo é histórico-cultural na medida em que, ambos inacabados, se encontram numa relação permanente, na qual o homem, transformando o mundo, sofre os efeitos de sua própria transformação” (p. 76).

Nessa perspectiva, evidencia-se, atualmente, uma nova reconfiguração em que se busca uma prática educacional focada em temas emergentes, mas que em sua dinâmica perpassa por critérios históricos, econômicos, sociais e tecnológicos. Ou seja, uma educação que caminha de acordo com a própria estruturação da sociedade, inserida num determinado tempo e espaço, onde os conhecimentos adquiridos possam dialogar com as problemáticas atuais, em busca de compreender a realidade onde se vive, além de aplicar o conhecimento na melhoria da qualidade de vida e transformação social.

Convém enfatizar que a Ciência se destaca como um campo contínuo de construção e de reconstrução de conhecimentos, onde se materializa como um importante meio de compreensão dos fenômenos e dos fatos históricos e cotidianos.

Outro fato importante, é que a produção do conhecimento científico influencia um processo cultural. De acordo com Vogt (2003) o processo que envolve o desenvolvimento do conhecimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção e de sua difusão como também do ponto de vista da dinâmica social do ensino e da educação. Para o autor, a educação científica e tecnológica pode contribuir para que os alunos sejam inseridos em uma nova cultura, a cultura científica.

Portanto, a construção da cultura científica, no mundo, pode acontecer por meio de um processo de reflexão sobre a própria Ciência e promovida a partir dos meios de comunicação, mais especificamente pela divulgação científica (VOGT; MORALES, 2016). Com base nesta linha de pensamento, o conhecimento científico se incorpora à cultura científica, através da divulgação da Ciência.

Neste estudo, compreendem-se os termos divulgação científica e a popularização da Ciência com o objetivo de enviar informações específicas a um determinado grupo

social. Por outro lado, entende-se a comunicação científica como um termo mais abrangente, e que incorpora atividades associadas à sua produção, disseminação e uso da informação (CARIBÉ, 2015). Assim, a comunicação científica é um conjunto de atividades que levam a construção e compartilhamento de significados entre indivíduos, tanto no âmbito interno da comunidade científica, pela educação científica, percepção pública da Ciência e Alfabetização Científica, como no âmbito externo, ao público em geral, denominado de divulgação científica, popularização da ciência e comunicação pública da Ciência.

Na perspectiva cultural do desenvolvimento científico, Vogt, (2003) afirma que a cultura científica engloba todo o fenômeno da divulgação científica e da inserção dos temas da Ciência e da Tecnologia no dia a dia da sociedade. Nesse sentido, Sabbatini (2003) aponta que os Museus e centros de Ciências são potenciais núcleos formadores da Cultura Científica, pois, são considerados ambientes de informação e atualização científica, aprendizagem para o público adulto e escolar, onde se desenvolvem equipamentos e materiais de ensino. E, também, assumem papel enquanto divulgadores da Ciência, instituições de pesquisa e espaços de formação acadêmica e formação cultural. O autor ainda defende que, os museus e os centros de Ciências se destacam, nessa atual discussão, principalmente pelo seu papel no desenvolvimento de uma cultura científica na sociedade. Essas instituições guardam, preservam e mantêm artefatos de valor científico, histórico, cultural, patrimonial e educacional, preservando memórias para as gerações presentes e futuras (SILVA, 2018; ICOM, 2019; VILLARREAL, 2020). Dessa forma, promovem a aproximação da Ciência à população por meio das suas atividades educativas informais e exposições não formais, com enfoques interativos, experimentais e lúdicos.

Neste sentido, em 2019, buscando aprofundar os conhecimentos sobre como ocorre a divulgação científica e a educação em Ciências nos espaços de educação não formal, desenvolvi sob orientação do professor Benjamin Carvalho Teixeira Pinto uma investigação educacional no Aquário Marinho do Rio de Janeiro (AquaRio) (VALLIS; PINTO, 2023). Considerando que o aquário é um importante espaço não formal de educação e divulgação científica sobre os ecossistemas marinhos e sua biodiversidade, busquei analisar, naquela ocasião, como ocorrem as estratégias de comunicação desse espaço com o público, por meio da análise das exposições e objetos educacionais. Ao longo desta pesquisa no AquaRio, observei que é possível realizar a divulgação científica e a promoção da Ciência e da Tecnologia com base na produção de significados nos

objetos em exposição e propostas educativas. Contudo, em meus estudos constatei que, a educação não formal em Ciências está voltada para a utilização de vários espaços que promovem experiências educativas e de divulgação científica. Conforme Marandino (2003), Jacobucci (2008), Gadotti (2005), Gomez e Cazelli (2016), evidenciaram em suas pesquisas, estes locais representam estratégias pedagógicas do ensino formal, de maneira a dialogar com os conhecimentos da realidade, e atribui a importância dos espaços não formais na divulgação científica e popularização das Ciências.

Com base nesse estudo na graduação, senti a necessidade de um aprofundamento do objeto de pesquisa envolvendo os museus e espaços de Ciência para compreendê-los como espaços de comunicação da Ciência. Além disso, compreender o alcance desses espaços para a popularização da Ciência. Embora exista a divulgação científica, nos espaços não formais de Ciências, por meio dos museus, e os centros de tecnologia, hoje os espaços físicos existentes não são acessíveis para todas as pessoas. Isso pode ocorrer tanto pela ausência dos museus de Ciências em várias regiões do Brasil, principalmente no interior, como também devido às limitações financeiras de muitas pessoas. De acordo com uma pesquisa mais recente de percepção pública, da C&T no Brasil (CGEE, 2019), as visitas espontâneas e por escolares, com propostas educativas por professores, a museus de Ciência e de Tecnologia, são pouco realizadas pela população. Existe um baixo índice de visitação a esses espaços não formais que promovem a educação científica:

[...] muitos dos entrevistados, 39%, demonstram não considerar prioritárias atividades em espaços de C&T (20% “não têm tempo”, 19% “não têm interesse”), mas a maioria da população relata problemas de acesso (“não existe em sua região”, 34%; “não sabe onde tem museus deste tipo em sua região”, 11%; “fica muito longe”, 8%) [grifos das autoras]. A falta de acesso demonstra ser um obstáculo crucial, especialmente para a população que vive na área rural e em regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos, (CGEE, 2019, p.15).

Conforme explicitado por Zgeng *et al.* (2019), uma solução para diminuir esses problemas de acesso aos museus seriam as visitas virtuais. É importante destacar que, nas duas últimas décadas, já vêm se desenvolvendo *sites* e dispositivos na internet com a apresentação virtual de museus (HAWKEY, 2001; SABBATINI, 2004; DUMBRA, 2013), possibilitando a experiência de contato com o acervo por meio de aparatos tecnológicos relativamente simples e de fácil acesso.

O museu virtual é visto por Barbosa, Porto e Martins (2012) como um recurso didático-pedagógico dinâmico e multidisciplinar. Acredita-se que estes ambientes virtuais possam contribuir para a criatividade, argumentação e interdisciplinaridade das aulas. Os espaços virtuais dos museus de Ciência e Tecnologia têm sido explorados por

diversos autores (DÍAZ; DEL EGIDO, 1999; HAWKEY, 2001; EICHER; DEL PINO, 2007, FOLADOR et al, 2021), onde os museus virtuais de Ciência e Tecnologia são considerados ambientes interativos, imersivos, e que mantêm artefatos de valor histórico, científico, cultural, patrimonial e educacional para a sociedade.

Santos e Falavigna (2018) realizaram uma atividade por meio de visitação ao museu virtual, referente a um museu físico localizado na cidade do Rio de Janeiro, como estratégia de ensino de Ciências e Química para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A atividade foi orientada e realizada por meio da visualização do acervo em 360°, além de promover interatividade com hiperlinks, vídeos, e pelo tour virtual pela exposição “A Química na história do universo, da terra e do corpo”. Essa atividade foi considerada pelos autores como um recurso indispensável na construção do conhecimento, a partir da contextualização. Além disso, permitiu alcançar alunos com níveis de aprendizados distintos e, assim, com um importante papel da educação no contexto social, política e ambiental e consciência da relação entre ciência-sociedade-tecnologia.

Dessa maneira, além de atuar na divulgação da Ciência (MARANDINO et al., 2016; DANTAS; ALVES; DECCACHE-MAIA, 2020; LIMA; ROCHA, 2021), os museus virtuais de Ciências e Tecnologia têm potencial para serem explorados pelos professores das escolas (ZHENG et al., 2019; DANIELA, 2020; EGUZ, 2020), contribuindo para percepção pública da Ciência. Aliado a isso, por meio da visitação virtual é possível desenvolver habilidades tecnológicas contribuindo no desenvolvimento da aprendizagem.

Nesse sentido, a transposição dos museus de Ciência e Tecnologia para o meio digital ou da realidade virtual tem sido apresentada em diversos estudos (DÍAZ, L.A.B; DEL EGIDO, 1999; EICHLER; DEL PINO, 2007; DUMBRA, 2013) como aliada para desenvolver as habilidades tecnológicas por meio do uso desses espaços virtuais, como recurso didático nas aulas de Ciências da Natureza. Lévy (1999), Moreira (2006), Zuin (2010), Eichler e Del Pino (2007), Lasalvia et al (2017) enfatizam a importância da inclusão de tecnologias como recurso didático e discutem sua contribuição ao ensino básico. Fronza-Martins (2009) afirma que: “A associação das novas tecnologias às práticas pedagógicas com o intuito de propor ações educativas se mostra possível e desejável, na contemporaneidade, tanto para os educandos como para os profissionais da área de educação” (p. 95). De acordo com Coll, Orunbia e Moura (2010) “a educação escolar deve aproveitar o potencial das tecnologias para promover novas formas de ensinar e aprender” (p. 88).

Ademais, diante do ano de 2020, que foi certamente um desafio para toda a humanidade por conta dos efeitos devastadores do novo coronavírus, SARS-COV-2, responsável pela pandemia da COVID-19, que mudou o paradigma de saúde mundial, as novas tecnologias digitais tiveram protagonismo e se desenvolveram em escala mundial, em diversos segmentos da sociedade, inclusive em aspectos educacionais. A fim de assegurar os conteúdos pedagógicos durante a pandemia e o pós-pandemia, as redes de ensino e as intuições educacionais foram obrigadas a adotar como estratégia, o “ensino remoto”, a partir do uso de plataformas online, páginas/portais eletrônicos das secretarias de educação, ambientes virtuais de aprendizagem ou plataformas digitais/on-line, como o “Google Classroom” e o “Google Meet”, além de aplicativos (BARROS; VIEIRA, 2021). Disponibilizou-se também, materiais pedagógicos digitais, e atividades online em diversas redes estimulando leituras, desenvolvimento de projetos, pesquisas, atividades e exercícios.

Em meio da situação de pandemia causada pelo COVID-19, os museus virtuais também tiveram um avanço em seu desenvolvimento e aplicação (FOLADOR et al., 2021). Foi possível criar atividades e caminhos virtuais como possibilidades para observar o acervo e os objetos educacionais em Museus e Centros da Ciência e Tecnologias Virtuais.

Assim, com o fechamento dos museus físicos, devido as medidas de isolamento social adotadas como enfrentamento da pandemia, e a fim de evitar aglomerações, os responsáveis pelos espaços desenvolveram ainda mais os ambientes virtuais de espaços de museus como zoológicos virtuais, jardins botânicos virtuais, trilhas virtuais, entre outros espaços de Ciências virtuais, em especial com possibilidades frente aos processos educativos.

Com base nessas premissas iniciais, a pesquisa aqui apresentada visa contribuir em duas dimensões:

- A primeira dimensão compreende que os museus virtuais de Ciências como recurso didático para o ensino de Ciências. Nessa perspectiva, o ambiente de estudo foram os espaços virtuais de Museus de Ciências e Tecnologia do Brasil, que foram identificados através dos *sites* institucionais dos museus encontrados através do guia de Centros e Museus de Ciência do Brasil da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências - ABMC (2015), Guia dos Museus Brasileiros (IBRAM) e também da plataforma MuseusBr. Aliado a isso, esta pesquisa direcionou o olhar para os museus de Ciência virtuais e suas estratégias de

comunicação científica, a fim de compreender melhor estes espaços à presença de interatividade em seus *sites* e, assim, tecer reflexões sobre esse aspecto. Além disso, foi realizado uma avaliação técnica das plataformas e seus recursos multimídia direcionados à aprendizagem (PIEROBON, 2014); a classificação da interatividade de acordo de Piacente (1996, apud HENRIQUES, 2004) e identificou diferentes tipos de materiais presentes, de acordo com (GOMES; FARIA, 2022).

- A segunda dimensão envolveu a produção de um conteúdo científico digital temático para ser disponibilizado no ciberespaço¹ em parceria com o *site* do Espaço Ciência Viva, considerando que é conveniente buscar alternativas de recursos virtuais. Em conjunto, com um recurso interativo em formato de guia didático, que contém atividades didático-pedagógicas com abordagem temática socioambiental², incorporados na macrotendência crítica da educação ambiental (LAYRARGUES; LIMA, 2014). E, uma proposta de aplicação deste conteúdo, em sala de aula, através de uma sequência-didática utilizando diferentes estratégias pedagógicas.

O plano foi disponibilizado, em um ícone no *site*, ao final do conteúdo digital, para que os professores possam acessar no próprio *site* e possam trabalhar o conteúdo disponibilizado em sala de aula. Foi adotado a sequência didática dos três momentos pedagógicos (3MPs) (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011) articulada a metodologia de ensino por investigação (SOLINO; GEHLEN, 2014; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017; SCARPA; CAMPOS, 2018), em ordem sequencial flexível, pré-elaborada. Ou seja, esta metodologia converge com a Educação Problematizadora e dialógica de Paulo Freire (FREIRE, 1975).

A proposta de desenvolver um produto educacional na forma de conteúdo científico digital e um recurso interativo, juntamente com um plano de aula organizado em uma Sequência Didática por ensino por investigação, sistematizada nos 3MPs, contribui como material didático para os professores trabalharem o conteúdo virtual disponível no *site* digital. Esse material foi disponibilizado gratuitamente e estará ao alcance dos alunos e professores que visitarem o *site* do Espaço Ciência Viva, bem como

¹ O ciberespaço, segundo Lévy (2000, p. 92), o define como sendo um “(...) *espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores.* ”

² Socioambiental: que articula aspectos sociais, políticos e culturais com o meio ambiente (REIGOTA, 2010, GUIMARÃES, 2006; LAYRARGUES; LIMA, 2014)

o visitante virtual espontâneo da plataforma. Por fim, a sugestão de aplicação do conteúdo e do recurso interativo para o professor, com uma proposta para trabalhar o conteúdo científico, pode ajudar a seguir um caminho básico traçado e, assim, lidar com o dia a dia dos estudantes, trazendo à tona ideias e articulando momentos presenciais e online.

Para o desenvolvimento da dissertação foram definidos quatro principais temas para serem abordados a fim de formar uma base teórica, como a seção 2 com o tema central que envolve os Museus de Ciências e a formação da Cultura Científica, promovida por espaços não formais de educação e divulgação científica; em seguida, direcionamos nosso foco para os Museus Virtuais de Ciências, argumentando sobre suas diferentes tipologias e conceitos, encontrados na literatura, que será descrito na seção 3. Na seção seguinte, seção 4, busca-se compreender como os cibernuseus podem proporcionar vivências de aprendizagem em Ciências, a partir da divulgação científica e práticas pedagógicas desenvolvidas nestes ambientes museais digitais. A seção 5 apresenta a metodologia do ensino de Ciências por investigação e a dinâmica dos três momentos pedagógicos (3MP's).

Após a revisão teórica será descrita a metodologia de pesquisa e os caminhos percorridos para a produção do produto educacional, seção 6 e 7. Por fim, os resultados e discussão da pesquisa, a proposta do produto educacional, as considerações finais, as referências bibliográficas e anexos, respectivamente (descritos nas seções 8, 9, 10 e 11).

Dessa forma, temos como objetivo geral de pesquisa investigar os Museus de Ciência como espaços virtuais de educação não formais para a formação da Cultura Científica. Como objetivo pedagógico, foi produzido um conteúdo científico digital interativo e inclusivo (produto educacional), a fim de favorecer a construção do conhecimento científico.

Outrossim, temos como objetivos específicos:

- 1) investigar os ambientes virtuais de Museus de Ciências Brasileiros que se adequam ao ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica;
- 2) analisar os cibernuseus de Ciências e suas estratégias de comunicação científica por meio de entrevistas com os coordenadores dos *sites* dos museus;
- 3) elaborar material da Divulgação Científica, utilizado em propostas de aplicação para professores, com diferentes estratégias pedagógicas (Três Momentos Pedagógicos e Ensino de Ciências por Investigação), com abordagem da Educação Ambiental Crítica.

2. CULTURA CIENTÍFICA NOS ESPAÇOS DE MUSEUS DE CIÊNCIAS

As questões relacionadas aos avanços da Ciência e a Tecnologia e suas utilidades para o cotidiano têm se colocado cada vez mais presentes em nossas vidas. A ideia de cultura científica implica que a Ciência e Tecnologia façam parte da convivência social e, assim, seja possível “a participação ativa do cidadão nesse amplo e dinâmico processo cultural em que a ciência e a tecnologia entram cada vez mais em nosso cotidiano” (VOGT, 2006, p. 25).

Essa relação entre a Ciência e a Cultura tem sido mais frequentemente estudada, e faz parte dos objetivos do ensino formal das Ciências e, também, para as diferentes atividades de divulgação científica em espaços não formais de educação. Entretanto, os debates sobre objetivos e as metodologias de processos de disseminação do conhecimento científico e a formação da Cultura Científica, juntamente a diferentes públicos em Museus de Ciências e, particularmente, o público escolar, se tornaram conhecidos a partir do início do século XX (PEZZO, 2018).

A construção da cultura científica, no mundo contemporâneo, é possível através de um processo de reflexão da própria Ciência, embora ela seja promovida para a população, em geral, pelo meio da comunicação e da divulgação científica. Convém enfatizar um problema existente atualmente, cada vez mais frequente, das tentativas de igualar o conhecimento proveniente das evidências científicas a opiniões e/ou preferências pessoais. Santos (2007), alerta que não há como pensar no ensino dos conteúdos científicos “de forma neutra, sem que se contextualize o seu caráter social, nem há como discutir a função social do conhecimento científico sem uma compreensão do seu conteúdo” (p. 478).

Nesse sentido, os museus de Ciências, se destacam como espaços de propagação da Cultura Científica, pois possibilitam contextualizar os conhecimentos científicos nos principais aspectos humanos, históricos, sociais, econômicos, políticos, ambientais e filosóficos, os quais evoluem as relações entre a Ciência e Sociedade. Além de aproximar a Ciência a população, em um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e colaborativo.

Vale ressaltar, contudo, que a comunicação científica, realizada por estes ambientes de educação não formal, atua como elemento transformador da Ciência. É importante destacar que quando a comunicação é voltada para o público que não participa do processo científico (a população de um modo geral) é possível permitir que essas pessoas se apropriem desses conhecimentos e que esses conhecimentos científicos sejam

inseridos na cultura. Para exemplificar essa relação entre a comunicação científica, da Ciência e da Cultura, utilizamos o “triângulo de oposições” (Figura 1), com base na perspectiva de Vogt e Morales (2016).

Baseado neste ponto de vista, e com base na figura 1, temos que o conhecimento e a comunicação são elementos de transformação da cultura, com as características próprias da contemporaneidade. Assim, para os autores, sem a Ciência e conhecimentos científicos, a cultura não se desenvolve. Em contrapartida, considerando a outra ponta do triângulo, a Cultura também não se desenvolve sem comunicação, pois não é possível divulgar a Ciência sem ela. Sendo assim, ambos (conhecimentos científicos e comunicação) são considerados agentes transformadores dos processos de formação da Cultura Científica.

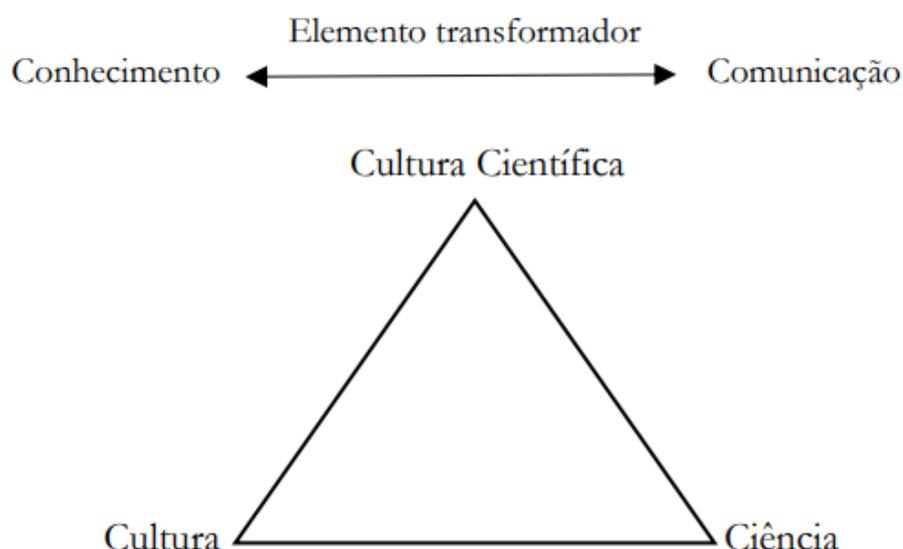


Figura 1: Representação da relação entre a Cultura, Ciência e Cultura científica, considerando a comunicação e a Ciência como agentes transformadores. Fonte: Vogt e Morales (2016).

Com base nessas discussões realizadas pelos autores, ficou evidente a importância de aproximar a Ciência da população, através da divulgação científica e por meio da educação não formal para o ensino de Ciências. Em relação aos ambientes que promovem esse contato e experiências de aprendizagem dos conceitos científicos, Jacobucci (2008) relata que os espaços não formais de educação como museus e os centros de Ciências promovem cultura científica, pois:

Os novos museus e centros de ciências poderão se constituir como espaços não-formais de Educação, aproximando a sociedade do conhecimento científico e contribuindo para a promoção de debates sobre o que é Ciência,

quem são os cientistas, como a pesquisa científica é realizada, o que é o método científico, como a Ciência é divulgada, quem financia a Ciência no país, quais os principais interesses político-econômicos na pesquisa científica, dentre tantos outros assuntos de relevância para a formação cultural e científica do cidadão (p.64).

Conforme Marandino (2008), o museu é um espaço que reúne dimensões educativas e comunicativas com a preservação da memória e onde se desenvolvem múltiplas relações com a escola, a comunidade e o público em geral. Portanto, o papel de um museu científico em uma sociedade democrática, é desenvolver uma Cultura Científica entendida como a compreensão da Ciência e da Tecnologia em que os cidadãos devem ter, para se apropriarem dos recursos e habilidades da sociedade científica e tecnológica, além de aprofundar conhecimentos e formar espírito crítico.

Entretanto, em decorrência da popularização da internet e das mídias, e de seu impacto na vida social, se faz necessário repensar o posicionamento dos museus, em particular as novas estratégias de comunicação com o público e as novas formas de divulgação do conhecimento, por exemplo, jornais e revistas científicas e, principalmente, portais na internet, que oferecem o primeiro contato que os estudantes têm com o conhecimento científico.

Assim, a internet amplificou o acesso aos museus, ao expandir os potenciais públicos em um contexto de comunicação e de novas aprendizagens, visto que é possível levar o Museu para dentro das casas das pessoas. Essa ampliação da internet é provocadora e abre inúmeras possibilidades de acesso, manifestações científico-culturais e ações educativas. Sobre o lugar dos museus na internet, isso avançou ao longo da última década. Esse assunto será abordado mais profundamente na próxima seção neste estudo.

3. MUSEUS VIRTUAIS - TIPOLOGIAS E CONCEITOS

A influência dos avanços tecnológicos no cotidiano das pessoas despertou a atenção do ser humano para os meios digitais, como forma de resolver problemas no dia a dia, originando hábitos e rotinas. Também possibilitou ao ser humano habitar em novo mundo, sem sair do lugar ou de casa. Permitiu que ele pudesse se reinventar, se enxergar em outra realidade.

É relevante a presença das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no cotidiano das pessoas, sobretudo da telefonia móvel, da televisão e da internet. Revolucionaram-se as possibilidades de acesso e armazenagem das mais variadas informações na internet. De acordo com Lévy (2001) e Lemos (2008) a internet

proporciona mudanças socioculturais globais. Dessa maneira, se desenvolve uma nova cultura compartilhada por toda a sociedade – a cibercultura.

Com a constante virtualização de processos na sociedade: sociedade da informação e do conhecimento (LÉVY, 2001; LEMOS, 2008), a área da museologia também alcançou a cibercultura. Os primeiros debates em relação ao uso da Internet pelos museus surgiram em 1997, em Los Angeles, na Califórnia. A primeira conferência chamada de *Museums and Web*³, teve como objetivo reunir os profissionais dos museus, principalmente para discutir as questões pertinentes a adesão às tecnologias.

A realidade virtual, a realidade aumentada, o uso de recursos gráficos 3D, imagem em 360° e as novas linguagens de comunicação (BARBIERI; BRUNO; MUZZUPAPPA, 2017), assim como a inclusão de conteúdos multimídias, tornaram os museus mais interativos e conectados com as diferentes redes sociais, permitindo que eles exponham suas coleções em ambientes online, proporcionando experiências educacionais, interativas e imersivas aos visitantes (ELISONDRO; MELGAR, 2015).

A partir dos recursos tecnológicos, prédios históricos, acervos e coleções científicas ganharam disponibilização de informações de seus acervos, por meio da criação numa extensão digital de si, complementaram essas instituições, multiplicando as possibilidades e potencialidades de atualização, transformação, aquisição, reconstrução e compartilhamento de conhecimentos (DIAS-TRINDADE; RIBEIRO; MOREIRA, 2019).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM), museu virtual é uma,

[...] instituição sem fins lucrativos que conserva, investiga, comunica e interpreta bens culturais que não são de natureza física. Isto significa dizer que todo o acervo do Museu virtual é composto por bytes, ou seja, potencializado pela tecnologia. Por conseguinte, sua comunicação com o público é realizada somente em espaços de interação cibernéticos (BRASIL, 2011, p. 20-21).

Entretanto, sabemos hoje que existem diversas denominações, tais como: museu eletrônico, museu digital, museu online, museu hipermídia, meta-museu, museu cibernético, cibermuseu e museu no ciberespaço (BRISA, 2017). Essas diversas denominações podem resultar em equívocos e dificuldade em compreendê-los e, por conseguinte, uma falta de precisão conceitual.

³ Em relação ao uso da Internet pelos museus, a primeira conferência sobre museus e Internet, chamadas de *Museums and Web*. As informações sobre as conferências poderão ser encontradas no site <http://www.archimuse.com/conferences/mw.html>

Lévy (1999), já no início do século XXI faz uma crítica ao museu virtual encontrado na internet, diz que nada mais é do que um catálogo na internet:

Os “museus virtuais”, por exemplo, não são muitas vezes senão maus catálogos na internet, enquanto que o se “conserva” é a própria noção de museu enquanto “valor” que é posta em causa pelo desenvolvimento de um ciberespaço onde tudo circula com fluidez crescente e onde as distinções entre original e cópia já não têm evidentemente razão de ser, (LEVY, 1999 p. 202).

Neste caso, o autor quis dizer naquele momento que os museus virtuais eram apenas uma representação do museu físico no ambiente digital. Ou seja, não se preocupavam com as possibilidades de interações com o público. Porém, vinte anos depois, tudo isso mudou. De lá para cá tivemos um avanço no uso das tecnologias digitais e esses avanços tecnológicos também passaram a ser incorporados aos museus virtuais que podem ser utilizados tanto para divulgação científica como para fins didáticos pelos professores. Desta forma, Henriques (2018) buscou propor uma definição para o conceito, com base no levantamento de vários autores que discutiam o tema, principalmente nas discussões dos encontros *Museums and Web*. Em seu estudo, discordou com a maioria dos autores que trabalham o conceito de museu virtual limitando-se a representação virtual do patrimônio e suas exposições através da internet. Assim, a autora propõe cunhar um conceito de museu virtual baseado nas ações museológicas desenvolvidas no espaço virtual, ou seja: “*um espaço de interação através de ações museológicas com o seu público*” (p. 62).

Partindo do fato de que, diferentes autores evidenciam diferentes tipologias e conceitos para o termo “museus virtuais”, conforme já foi discutido, concebemos o termo Cibermuseu, aquele existente exclusivamente no meio virtual; e de museu virtual/digital aquele que é uma versão do museu presencial. Embora consideremos essa diferenciação em nosso estudo, ambos devem ser analisados como espaços de mediação e de relação do patrimônio cultural e científico/tecnológico com o seu público. Assim, são museus paralelos e complementares que privilegiam a comunicação permeada pela tecnologia, como forma de envolver e dar a conhecer determinado conhecimento através de interações propostas por ações museológicas (HENRIQUES, 2018).

Dentro desse contexto, e para esta pesquisa, identificamos que o museu virtual, fundamentalmente, deve oferecer uma aprendizagem significativa conforme os pressupostos teóricos de Moreira (2006), e, assim, de acordo com o princípio do conhecimento prévio e o princípio da diversidade de estratégias de ensino, que relacionam o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) na educação. Portanto, para o ensino de Ciências e Biologia, tomamos como base o estudo de Aquino, Costa,

Wanderley, Bezerra, Lima e Santiago (2007) em que a exposição virtual deverá assumir o caráter permanente da difusão e popularização da Ciência, utilizando tecnologias abertas e permitindo ampliação de pesquisas. Além disso, conforme Seara, Benitti e Raabe (2004), indicam por suas concepções de museus virtuais, permite o trabalho escolar em uma perspectiva de projetos de aprendizagem, que é uma estratégia que amplia a participação do aluno e promove uma maior contextualização das atividades de aprendizagem.

Neste sentido, é necessário compreender o propósito dos museus como “espaços multirreferenciais de aprendizagem” (SANTOS; MARTI; SANTOS, 2019), para entendê-los como redes educativas, com o intuito de ampliar seu público visitante e promover mais significado à formação da Cultura Científica, pois os museus contemporâneos fazem uso do digital em rede para comunicar e divulgar informações diversas sobre a instituição e mediar o conhecimento científico dentro e fora dos muros físicos do museu em espaço-tempo diversos.

4. OS MUSEUS VIRTUAIS DE CIÊNCIA COMO RECURSO DIDÁTICO

Na atual discussão sobre a geração/desenvolvimento de uma Cultura Científica, através dos processos de comunicação pública da Ciência, destacam-se os Museus Virtuais e Cibermuseus da Ciência como instituições capazes de conectar avanços e questões relacionadas à Ciência e à Tecnologia ao interesse do cidadão comum.

Dito isso, e entendendo que os Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências são fundamentalmente instituições museológicas, cujos acervos disponibilizam seus conteúdos/objetos científicos em diferentes linguagens (audiovisuais, textuais, icônicas e sonoras), na qual a visita e a interação são realizadas por meio de dispositivos tecnológicos conectados à rede mundial de computadores. É necessária uma abordagem lúdica, interativa, dinâmica e inclusiva, onde possa ser possível a interação das pessoas com uma série de conhecimentos construídos historicamente pela humanidade.

Nesses museus os artefatos interativos “são disponibilizados com a intenção de recontextualizar as peças/objetos/conhecimentos, trazer de volta outras temporalidades, acender pontos de memórias, criar sentidos e, conseqüentemente, aumentar o poder comunicacional do meio, facilitando os possíveis usos educacionais” (SILVA, 2018, p. 22-23). Entretanto, para que as práticas pedagógicas tenham êxito, nesses espaços, tanto os professores como os estudantes devem conhecer e saber interagir com os elementos multimídia que os constituem.

Neste contexto, a interação com os museus virtuais pode proporcionar essas vivências de aprendizagem. Museus virtuais apresentam riqueza e a diversidade histórica e cultural das civilizações, mediante uma multiplicidade de demonstrações científicas e artísticas, e possibilitam que os visitantes experimentem, conheçam, sintam, percebam emoções e dialoguem com diferentes visões de mundo e todas as formas de experiências humanas. Explorá-los em práticas pedagógicas é uma forma de fazer com que os estudantes experienciem e interajam com outras realidades.

Dessa maneira, como cenário de aprendizagem, supõe-se que os museus virtuais de Ciência podem potencializar a autonomia de aprendizagem em Ciências, principalmente de estudantes do ensino fundamental, cujas habilidades de pensamentos abstratos ainda estão em desenvolvimento (DANIELA, 2020; EGUZ, 2020). Portanto, entendemos que os museus virtuais, além de mediadores do desenvolvimento cognitivo, se constituem em uma fonte de conhecimentos, um espaço de investigação, de trocas e de experimentações.

Ademais, conforme Silva (2018), existe a potencialidade da interdisciplinaridade em ambientes de museus virtuais:

Os conteúdos nos ambientes museais virtuais são em geral interdisciplinares na sua essência e podem ser trabalhados com diversos recortes e abarcar o olhar de disciplinas, tais como geografia, história, artes, biologia e sociologia. Os conteúdos podem sobretudo ser compreendidos a partir de projetos que transcendem cada área, funcionando como um elo agregador de vários campos do conhecimento. Podem ser propostos a partir das demandas das comunidades tendo como base o patrimônio cultural, (Silva, 2018, p. 26-27).

Para além de um recurso didático-pedagógico que facilita e promove a construção de conteúdo científicos, os museus virtuais devem ser pensados considerando todas as suas potencialidades. Além disso, os novos conhecimentos inerentes à cultura digital devem ser considerados nas práticas pedagógicas com/nos museus virtuais mais do que um recurso didático, e serem compreendidos como uma construção complexa e multireferencial.

5. ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS: UMA APLICAÇÃO PARA OS MEIOS DIGITAIS

Como proposta de aplicação direcionada aos professores, e com intuito de desenvolver o Produto Educacional proposto neste estudo, e para abordagem em sala de aula, que terá como ponto de partida a articulação dos conhecimentos científicos com as situações significativas, envolvidas nos temas, para melhor compreendê-las, perpassando

por processos investigativos de elaboração de hipóteses, verificação de resultados e argumentação, diálogo e a problematização, no contexto da prática educativa.

A partir das articulações entre as etapas dos Três Momentos Pedagógicos fundamentadas na perspectiva da Abordagem Temática Freireana (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), e as etapas das atividades investigativas da metodologia do Ensino por Investigação (ENCI), as quais foram abordadas nos estudos de Solino e Gehlen (2014); Scarpa, Sasseron e Silva (2017) e Scarpa e Campos (2018) constituíram a estratégia didática a ser desenvolvida no plano de aula interdisciplinar e contextualizado, com a finalidade de orientar e organizar a prática do professor no uso da nossa proposta de produto educacional – conteúdo científico digital interativo e inclusivo, que será disponibilizada no *site* Ciência Viva.

Como a própria nomenclatura aponta, os 3MPs são organizados em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014). Na problematização inicial, faz-se necessária a apresentação de problemas reais de convívio do estudante, onde: “(...) os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam” (p. 2011).

Nesse contexto, surgem inquietações sobre: como problematizar? O que problematizar? Solino e Gehlen (2014) ao estudarem as possibilidades de articulações pedagógicas e epistemológicas entre a proposta do ensino de Ciências por Investigação e a Abordagem Temática Freireana, analisaram, dentre outros aspectos, o papel do problema. Para as autoras, ambas as propostas destacam o problema como elemento fundamental em suas atividades de ensino, embora as abordagens apresentem particularidades entre si entre as duas metodologias: No ENCI, os problemas estão relacionados aos fenômenos científicos e a escolha destes problemas encontra-se, por muitas vezes, vinculada aos temas e/ou tópicos de Ciências. Dessa forma, o critério de escolha dos problemas para estruturar as atividades é conceitual, visto que os temas de Ciências são transformados em problemas didáticos para serem, então, investigados e resolvidos pelos estudantes. Essa característica parece apresentar aspectos relacionados à “dimensão epistemológica” do problema, conforme destacado por Delizoicov (2002). São fundamentadas no epistemólogo Bachelard⁴, o qual afirma que todo o conhecimento nasce a partir de um problema. Por outro lado, a “dimensão pedagógica” do problema no

⁴ Gaston Bachelard, autor do “Novo Espírito Científico” (1934), contribuiu na área de ensino de Ciências, por trazer reflexões acerca de práticas científicas pedagógicas centradas em epistemologias de cunho racionalista e de práticas pedagógicas conservadoras e acríticas da realidade social.

ENCI, de acordo com Delizoicov (2002), está relacionada à problematização dos conhecimentos em sala de aula. Já na perspectiva da metodologia de abordagem temática, a natureza do termo problema está relacionada a um determinado momento histórico, fruto das desigualdades sociais que representam contradições vivenciadas pelos estudantes. Esses problemas são denominados por Freire (1975) como “situações-limites” ou “situações-problemas” constituintes da realidade dos estudantes e que representam problemáticas que necessitam ser superadas pelos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Assim, na abordagem temática, é explorada a problematização de situações reais (da realidade dos alunos) que emergem de contradições sociais vivenciadas pelos alunos. O problema se constituirá no “Tema Gerador”, que vai ser o ponto de partida para a abordagem do conhecimento científico pelo professor. A partir do Tema Gerador implica em trazer à tona o entendimento dos sujeitos acerca da realidade em que estão imersos, isto é, seus níveis de consciência sobre ela, para que possa ser percebida e superada. Para Delizoicov (1982):

O tema gerador gerará um conteúdo programático a ser estudado e debatido, não só como um conteúdo insípido e através do qual se pretende iniciar o aluno ao raciocínio científico; não um conteúdo determinado a partir da ordenação dos livros textos e dos programas oficiais, mas como um dos instrumentos que tornam possível ao aluno uma compreensão do seu meio natural e social (p. 11, grifo do autor).

Conforme Delizoicov (2002), para entender que problematizar: é a [...] escolha e formulação adequada de problemas [...] que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação do conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado [...] (p. 130).

Para ambas as metodologias aplicadas, as questões problema podem ser mapeadas em conjunto com os alunos em uma saída de campo ou a partir do uso de dispositivos e recursos didáticos, tais como: letras de músicas, filmes, documentários, reportagens, notícias, fotografias, poemas, narrativas, história em quadrinhos, funzines, entre outras inúmeras possibilidades.

Apesar de ambas as perspectivas apresentarem compreensões distintas quanto à natureza e a função do problema, Solino e Gehlen (2014) sinalizam que elas podem se articular durante o desenvolvimento em sala de aula, a partir da organização das atividades com base nos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). A Figura 2 representa uma síntese das possíveis relações entre ambas às perspectivas de ensino.

Nesse sentido, os problemas no ENCI, podem ser trabalhados na Abordagem da Temática Freireana ao sistematizar o conhecimento do aluno em sala de aula, isso ocorre no segundo Momento Pedagógico, durante a organização do conhecimento, o professor após problematizar com os alunos as situações do tema, sistematiza os conhecimentos dos estudantes, por meio dos conhecimentos científicos. Delizoicov (2002) salienta que o conhecimento científico poderá ser abordado sob variadas estratégias pedagógico, e que o professor considerar mais adequada no momento, como por exemplo: uso de textos de divulgação científica, produção escrita, utilização de tecnologias de informação e comunicação etc. Deste modo, compreende-se que esse é o momento adequado para trabalhar os problemas do ensino investigativo, tal como proposto pelo ENCI, nas quais as soluções exigem a prática científica e a construção do conceito.

Uma síntese, explicitada na Figura 2, apresenta as etapas investigativas de proposição de um problema, levantamento de hipóteses, discussão dos resultados e sistematização do conhecimento, segundo as autoras para o ENCI. Dessa forma, podem potencializar a etapa de organização do conhecimento. E em relação às contribuições das etapas dos Três Momentos Pedagógicos para o ENCI, compreende-se que a problematização fundamentada na Abordagem Temática Freireana, com ênfase em “situações-limites”, vinculada ao processo de humanização, conforme Freire (2002), em “Saberes necessários à Prática docente”, podem despertar no aluno a necessidade de superar as visões ingênuas sobre a sua realidade, construindo uma postura mais crítica sobre os aspectos gerais que envolvem o seu contexto.

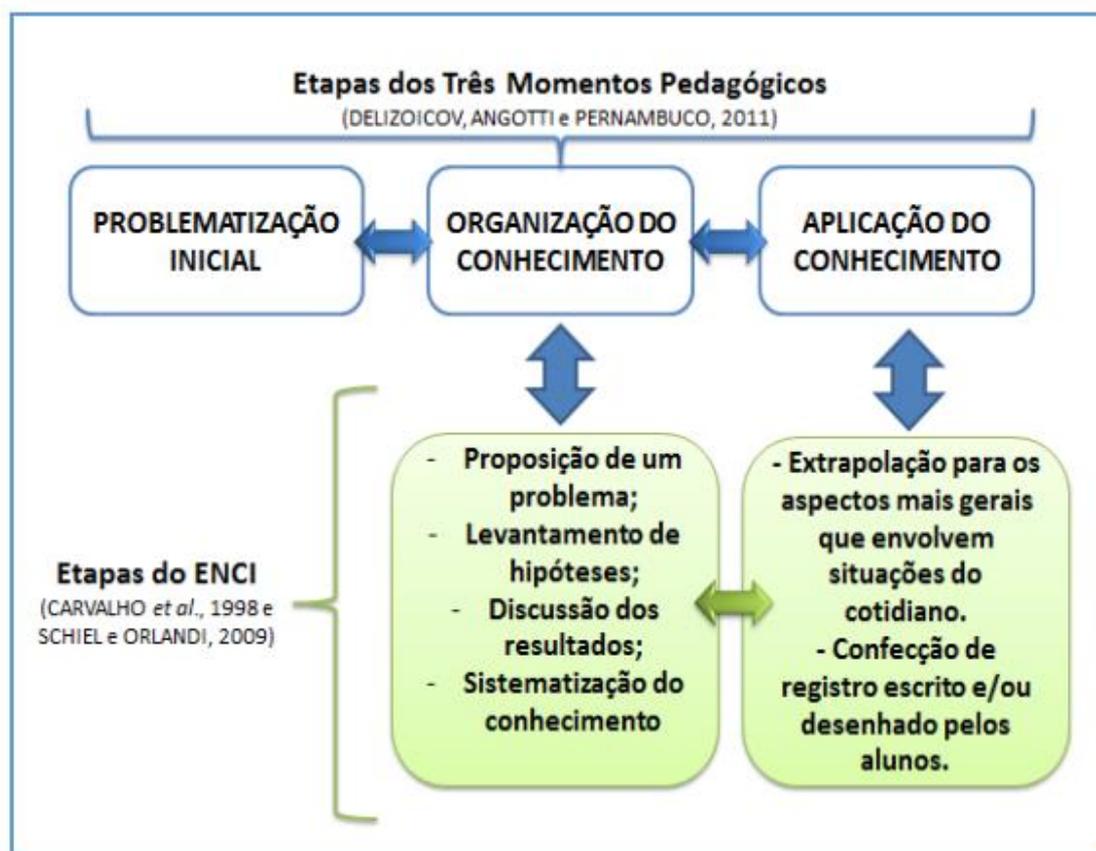


Figura 2: Possibilidades de articulações entre as etapas dos Momentos Pedagógicos e as etapas das atividades investigativas. Fonte: Solino e Gehlen (2014).

O último momento pedagógico é a aplicação do conhecimento, onde é verificado o conhecimento construído/aprendido pelo estudante na fase anterior de sistematização do conhecimento. Almeja-se a capacitação do estudante para que ele articule o conhecimento em construção para solucionar o problema inicial e fazer correlações com as diversas situações cotidianas construídas na fase da organização do conhecimento. Ou seja, o principal objetivo é a articulação dos conhecimentos científicos com as situações envolvidas nos temas para melhor compreendê-las. É neste momento que também é possível desenvolver a etapa do registro das atividades, em que os alunos são convidados a confeccionarem um relatório escrito ou desenhado e, ainda, discutir alguns aspectos gerais relacionados ao seu cotidiano, tal como proposto nas atividades do ENCI de Carvalho et al. (1998) e Schiel e Orlandi (2009). Além disso, o professor poderá também problematizar novas questões.

Busca-se, assim, na presente pesquisa, favorecer a construção de conhecimentos pelos alunos, através das questões/problematizações socioambientais, incorporados na macrotendência crítica da Educação Ambiental (LAYRARGUES; LIMA, 2014). E promover ações que fortaleçam a cultura científica desde a educação básica, garantindo que a população tenha acesso às atividades científicas de forma que a cidadania possa ser exercida com maior criticidade e autonomia, contribuindo para a melhoria popularização da Ciência.

Nesse sentido, uma proposta de sequência de atividades investigativas com enfoques da cultura científica, em museus virtuais/cibermuseus, se se faz necessária, uma vez que contribui para a compreensão da complexidade e amplitude em que as interfaces da ciência, tecnologia e da sociedade se colocam. Assim, pensar na proposta dos 3MPs centrada na educação no contexto Freireano, articulado ao Ensino por investigação, representa a possibilidade de promover uma proposta de ensino e aprendizagem capaz de desenvolver competências e habilidades, e posicionamento crítico. Pois, de acordo Vogt (2011) afirma, a cultura científica se caracteriza como um conjunto de fatores e ações humanas nos processos sociais voltados à produção, difusão, ensino e divulgação do conhecimento científico no mundo contemporâneo. Portanto, compreender que os seres humanos não são meros observadores, mas estão no e com o mundo, e podem agir pela transformação desse último, principalmente através da Ciência em concordância como pensa Chassot (2011), perceber a necessidade de transformar o mundo, é transformá-lo para melhor.

Convém destacar que outros trabalhos já vêm sendo apresentados com atividades baseadas no ENCI, e com enfoques da Cultura Científica, os quais se aproximam da estruturação curricular baseada na Abordagem Temática, a partir de temáticas relacionadas aos aspectos socioambientais, como é o caso do tema Navegação e Meio Ambiente, discutido por Sasseron (2008), ou propostas vinculadas aos blocos temáticos dos parâmetros curriculares nacionais (PCN) (BRASIL, 1997), como Meio Ambiente, Ser Humano e Saúde e Recursos Tecnológicos, exploradas por Nascimento (2012).

6. CAMINHOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E PRODUTO EDUCACIONAL

6.1. Métodos da Pesquisa e fases da pesquisa

Nesta pesquisa foi escolhido aplicar o método de estudo exploratório, com ênfase na metodologia qualitativa. No estudo de método exploratório é possível observar e interpretar a realidade estudada por meio de diferentes metodologias. Além disso, é possível descrever hipóteses e solucionar conflitos. Em outras palavras, para Gil (2008), “o caráter exploratório tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (p. 27).

Seguindo essa linha, a pesquisa se relaciona aos objetivos da pesquisa de caráter mais qualitativa e exploratória, pois pretende identificar enfoques pertinentes de um determinado tema, enquanto na análise qualitativa se pretende entender os significados das concepções e características situacionais em lugar da produção de medidas apenas quantitativas de características ou comportamentos.

Assim, na análise foi trabalhado com o universo subjetivo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações entre ser humano e meio ambiente (MARCONI; LAKATOS, 2010).

O presente trabalho será desenvolvido em três principais etapas, conforme quadro 1.

Quadro 1: Fases e descrição das atividades de pesquisa

Fases da pesquisa		Descrição das Atividades	Referências Bibliográficas
Primeira Etapa	Seleção e Análise dos Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências	1-Levantamento inicial exploratório sobre os museus virtuais/cibermuseus de Ciências.	1-Guia de Centros e Museus de Ciência do Brasil da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências - ABMC (2015),

		2- Seleção dos Museus virtuais/cibermuseus; 3-Levantamento bibliográfico.	Guia dos Museus Brasileiros (IBRAM) e plataforma MuseusBr. 2-PIACENTE (1996, apud HENRIQUES, 2004); Dias-Trindade, Ribeiro e Moreira (2019). GOMES e FARIA (2022) PIEROBON (2014); 3- Referencial Teórico.
Segunda Etapa	Entrevista: Os museus virtuais como objeto de pesquisa	1-Aplicação da entrevista aos coordenadores dos <i>sites</i> de museus de Ciências; 2- Análise Textual Discursiva das Entrevistas.	1.Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP); Espaço Ciência Viva; InVivo/Museu da Vida; Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília (Unb); 2- MORAES e GALIAZZI (2014).
Terceira Etapa	Desenvolvimento do produto educacional.	- Conteúdo Digital Temático; - Recurso Interativo e inclusivo; - Sequência Didática por Investigação e nos Três Momentos Pedagógicos; - Publicação no <i>site</i> do Museu Virtual do Espaço Ciência Viva.	DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO (2011); SCARPA, SASSERON e SILVA (2017); SCARPA e CAMPOS (2018); SOLINO e GEHLEN, (2014). FREIRE (1975); SOUZA ET. AL. (2023); PEREIRA (2023).

Fonte: Autora

6.2. Coleta de dados

6.2.1. Conhecendo os Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências

Com objetivo de compreender sobre os museus virtuais de Ciências e Tecnologia disponíveis, realizamos em uma primeira etapa da pesquisa uma busca exploratória em *sites* de museus, a partir dos guias ABCMC, IBRAM e da plataforma MuseusBr.

Com base nessa primeira tentativa de busca, restringimos a pesquisa por plataformas virtuais de museus de Ciências que permitissem a sensação de realidade virtual ou imersão por meio das interações museológicas, mas que também fosse fácil operacionalizar. Dessa forma, foram estabelecidos por essa primeira etapa da pesquisa critérios de seleção de museus virtuais, conforme a literatura aponta como importantes de serem observados e analisados. Buscou-se selecionar museus virtuais que apresentassem interações museológicas (PIACENTE (1996, apud HENRIQUES, 2004; DIAS-TRINDADE, RIBEIRO e MOREIRA, 2019) em ambientes digitais; diferentes tipos de materiais disponíveis no espaço virtual (GOMES; FARIA, 2022); e a dimensão técnica

de navegação (PIEROBON, 2014). Esses três elementos foram considerados como pré-requisitos básicos na escolha dos museus virtuais da Ciência e Tecnologia a serem explorados nas atividades educativas abordadas neste estudo (Quadro 1).

Os critérios de seleção são descritos a seguir:

a) *Interatividade:*

Com intuito de avaliar estes espaços virtuais conforme seu grau de interação com o público, seu potencial e aplicação, a partir da perspectiva da pesquisadora Maria Piacente em 1996, fala-nos em relação à presença de museus na internet, pode-se dizer que há três tipos: “o museu folheto ou museu brochura, o museu no mundo virtual e o museu verdadeiramente interativo” (PIACENTE, 1996, p. 198). Apesar de datada dos finais dos anos 1990, de acordo com Dias-Trindade, Ribeiro e Moreira (2019), em muitos casos, a tipologia apresentada mantém a sua validade.

No museu do tipo “museu no mundo virtual”, existe a presença mais elaborada do museu no espaço digital, disponibilizado em plataformas acessíveis por qualquer artefato tecnológico conectado à rede de internet, como tablets, smartphones, laptops, SmartTV, desktop, etc. Neste caso, conforme Dias-Trindade, Ribeiro e Moreira (2019), o *site* atua como uma extensão digital do museu físico, possibilitando que o visitante tenha algum grau de interação por meio da visualização/manipulação dos artefatos.

Já os ambientes virtuais dos museus classificados como “Museus Realmente Interativos” são sites nos quais os museus são de fato interativos, a experiência de visita é realmente imersiva. De acordo com Dias-Trindade, Ribeiro e Moreira (2019) nesta classificação o museu não é apenas um *site* “Neste plano, o museu já não é apenas um *site*, é uma realidade museológica independente da sua projeção num sítio real” (p. 200). Para essa tipologia, não há um museu físico, ou seja, o museu existe apenas na realidade digital.

Nesta pesquisa, foram considerados apenas o “museu no mundo virtual” e “museu verdadeiramente interativo”, pois a primeira classificação “museu de folheto ou de brochura” se refere aos museus virtuais, conforme Pinilla (2012), os descreve, *sites* informativos com dados relevantes sobre o museu e seu funcionamento, catálogo de exposições realizadas, histórico e objetivos da instituição. Portanto, essas informações se distanciam dos objetivos didáticos para este estudo, sendo considerados irrelevantes para a abordagem pedagógica vigente.

b) Tipos de materiais presentes no espaço virtual dos museus e conteúdos socioambientais abordados:

Este critério foi estabelecido pelo objetivo de realizar um levantamento de materiais didáticos e da divulgação científica em seus ambientes virtuais, conforme Gomes e Faria (2022), em busca de softwares educativos, vídeos, tour virtual, materiais didáticos, textos de divulgação científica, atividades e exercícios educativos, chats e fóruns, jogos educativos, entre outros, de temática socioambiental.

c) Dimensão técnica de Navegação:

De acordo com Pierobon (2014), que avalia o nível de interação entre o indivíduo e o conhecimento nos ambientes digitais e sua dimensão técnica, propõe-se quesitos-chave de avaliação de plataformas, que são:

- Eficiência (menu objetivo, links bem orientados);
- Usabilidade (interface Atrativa, fácil de usar, apoio ao Usuário);
- Recursos para deficientes (aumento da fonte, alto-falante e viva-voz)
- Aspectos técnicos (recursos para outros idiomas, recursos audiovisuais e multimídia).

Segundo o autor, para uma análise dos museus virtuais de natureza educativa, é necessária uma avaliação dos recursos técnicos, pois de nada adiantaria um museu virtual de qualidade nos conteúdos, mas que sua navegação fosse comprometida por menu e links inadequados, extrema lentidão nos acessos e recursos multimídia, podendo comprometer os aspectos educativos dos *sites*, ou seja o nível e aprendizado que este proporciona (PIEROBON, 2014).

Neste sentido, “[...] As interações nesse contexto que dependem de aparatos tecnológicos, recebem, em geral, um tratamento que dá destaque mais a sua dimensão técnica” (BARROS; CRESCITELLI, 2008, p. 73).

Assim, esses foram os três principais elementos utilizados como critérios para selecionar os museus virtuais na presente pesquisa, visto que bons recursos técnicos são requisitos obrigatórios para um *site* de museu virtual ser indicado para desenvolver alguma ação educativa ou pesquisa.

6.3. Entrevista: os museus virtuais como objeto de pesquisa

Na segunda etapa deste estudo foram elaboradas perguntas organizadas em um roteiro semiestruturado (Anexo 1) para realização de entrevistas. O roteiro é constituído

de doze perguntas direcionadas e que foram usadas na entrevista com o coordenador/elaborador do museu virtual de Ciências. Teve como objetivo avaliar o potencial de aprendizado dos coordenadores no desenvolvimento dos museus virtuais de Ciências e de como eles buscam a interação dos objetos museológicos e de divulgação científica. Além disso, buscou-se compreender como os coordenadores desenvolvem os *sites* com intuito de relacioná-los com ensino em Ciências. Ou seja, buscou-se avaliar esses aspectos com base na narrativa e dos relatos de experiência dos responsáveis por desenvolvimento dos *sites* e operacionalização.

Neste sentido, o roteiro de entrevista (Anexo 1) contém questões que versam sobre as potencialidades educativas dos museus na internet, as quais foram definidas com base nos aspectos de avaliação e classificação dos museus virtuais destacados pelos pesquisadores Piacente, (1996, apud HENRIQUES, 2004); Dias-Trindade, Ribeiro e Moreira (2019); Gomes e Faria (2022) e Pierobon (2014), a partir de três categorias, a priori, e nortearam o agrupamento das informações para posterior diálogo com as bases teóricas, conforme descritas a seguir:

1. Concepções sobre os Museus Ciência e Tecnologia no mundo virtual e museus interativos: tipologias, conceitos e objetivo da plataforma;
2. Potencial de Aprendizado: interatividade, incentivo à reflexão e autonomia de busca por informação;
3. Potencialidade de ações educativas - observou-se nessa categoria atitudes e ações de educação a partir da existência/inexistência na plataforma, de recursos educativos: software, jogos, materiais didáticos, textos de divulgação científica entre outros.

As entrevistas foram realizadas remotamente com autorização dos entrevistados, por meio do aplicativo *GoogleMeet*, e após consentimento assinado (Anexo 2). As entrevistas foram gravadas em áudio e as respostas foram transcritas em um arquivo no *word*. Destaca-se que a pesquisa possui parecer com aprovação da Comissão de Ética na Pesquisa da Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO, via Plataforma Brasil, com o CAAE 61153222.7.0000.5283, parecer número 6.164.195, tendo atendido aos princípios éticos e estando de acordo com a Resolução 466/12 que regulamenta os procedimentos de pesquisa envolvendo seres humanos (Anexo 3).

A reunião dos dados foi analisada segundo a metodologia de Análise Textual Discursiva, conforme MORAES e GALIAZZI, (2014). Essa abordagem “valoriza argumentos qualitativos movendo-se do verdadeiro para o verossímil, daquilo que é

provado por argumentos fundamentados na lógica formal para que é fundamentado por meio de uma argumentação dialética rigorosa” (MORAES e GALIAZZI, 2014, p. 49) propiciando uma visão holística da pesquisa.

As transcrições apresentadas na seção resultados desta pesquisa, foram alteradas para manter o anonimato, conforme previsto no Termo de Consentimento assinado pelos coordenadores dos Museus Virtuais. Dessa forma, codificamos as quatro instituições museológicas dos coordenadores em Espaço Virtual (EPV), separadas em 1, 2, 3 e 4 cada.

Pesquisar os cibermuseus de Ciências pela narrativa de seus desenvolvedores tem como objetivo principal a obtenção de informações dos entrevistados sobre os *sites* dos Museus Virtuais de Ciências selecionados para investigação educacional e dá oportunidade para a obtenção de dados que não se encontram documentos e que sejam relevantes e significativos.

6.3.1 Análise Textual Discursiva das entrevistas

Os dados foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva-ATD, para se realizar essa metodologia é necessário passar por três processos básicos, que são nomeados por Moraes e Galiazzi (2007) como: desmontagem dos textos; estabelecimento de relações; captando o novo emergente. A desmontagem dos textos é o momento de desconstrução e fragmentação do texto (*corpus*) por meio da desconstrução e unificação.

Na sequência, encaminhou-se para o estabelecimento de relações, que é o momento em que as unidades de significados ou unidades de análise estruturam-se para o processo de categorização. Dessa fragmentação do texto irá resultar as Unidades de Análises (UA), também denominadas como unidades de significado ou de sentido (MORAES; GALIAZZI 2007).

Por último, foi realizada a escrita de um metatexto (captação do novo emergente), que nada mais é que os resultados provenientes da pesquisa. Portanto, os princípios da Análise Textual Discursiva forneceram subsídios para orientar a análise da narrativa dos coordenadores dos *sites* dos museus virtuais de Ciências, conforme sintetizado no quadro 2.

Quadro 2. Processos da Análise Textual Discursiva

Etapas ATD	Ações Correspondentes da Pesquisa
Desmontagem dos textos	- Transcrição das entrevistas; - Categorização - Estabelecimento das UA - Quadro de sistematização das UA
Estabelecimento de Relações	Definição das categorias de análise.
Captando o novo emergente	Escrita do metatexto.

Fonte: Autora.

Dessa forma, o trabalho de pesquisa conduzido com base na ATD, a partir das narrativas dos coordenadores dos *sites* dos museus, auxiliou para obter conhecimentos mais aprofundados sobre os processos de comunicação e divulgação científica em museus virtuais e cibermuseus de Ciências. Conforme Moraes e Galiazzi (2014) ponderam:

[...] a Análise Textual Discursiva pode ser caracterizada como exercício de produção de metatextos, a partir de um conjunto de textos. Nesse processo constroem-se estruturas de categorias, que ao serem transformadas em textos, encaminham descrições e interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender os fenômenos investigados, (p. 89).

Neste caso, a análise buscou obter resultados dos relatos de experiência dos coordenadores sobre o potencial de aprendizado, e de ações educativas e divulgação científica, além de suas visões sobre interatividade com materiais didáticos, objetos virtuais museológicos e funções de navegação em que seus *sites* oferecem.

7. PRODUTO EDUCACIONAL

7.1. Idealização do produto educacional

O produto educacional apresentado nesse estudo teve como idealização inicial elaborar um material didático digital para ser disponibilizado em livre acesso na rede de internet e abordar um tema socioambiental no ensino de Ciências da Natureza. O intuito é disponibilizar um canal de comunicação e divulgação científica sobre a temática: “Mesmo poluída, a Baía de Guanabara é fonte de renda para milhares de pescadores”. Para isso é proposto um recurso interativo intitulado: “Guia didático interativo: Uma investigação embaixo d’água”; articulado a um conteúdo digital temático: “Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável”, que juntos, abordaram as questões socioambientais, como a importância dos recursos aquáticos e ainda uma sugestão de aplicação desses materiais em sala de aula, por meio de uma sequência didática. A proposta da sequência didática tem como objetivo facilitar o professor e o aluno no processo de ensino e aprendizagem com o uso do recurso indicado.

O produto educacional foi feito em parceria com o Museu Virtual do Espaço Ciência Viva, que nos concedeu a oportunidade de contribuir com o seu acervo online, e produzir objetos museológicos digitais para o *site* da instituição, para visualização, *download* e compartilhamentos gratuitos de materiais didáticos relacionados às Ciências da Natureza, de maneira multidisciplinar. Dessa forma, alunos, pais e professores, visitantes virtuais do Museu de Ciências Espaço Ciência Viva, terão acesso ao produto educacional promovido pela comunicação acessível em museus virtuais e cibermuseus.

As etapas do desenvolvimento do produto educacional, na presente pesquisa, foram realizadas a partir de um planejamento prévio, especificando-se o passo a passo, possibilitando uma elaboração mais dinâmica e organizada. Conforme apresentado no quadro 3 são descritas as etapas de criação do produto educacional:

Quadro 3. Etapas de criação do Produto Educacional

Etapas do Produto Educacional	Ações correspondentes da pesquisa
Etapa 1: Conteúdo Digital Temático	- Levantamento Bibliográfico sobre o tema; - Produção do Texto Expositivo por meio da Técnica da “Linguagem Simples”; - Diagramação no “word.press” ⁵ do CiênciaViva.
Etapa 2: Recurso Interativo	- Escolha dos conteúdos e referências a serem abordados no recurso; - Produção dos Textos Expositivos por meio da Técnica da “Linguagem Simples”; - Montagem dos Painéis Interativos e dos ícones interativos; - Produção editorial do Recurso Interativo na plataforma digital “Genially” ⁶ .
Etapa 3: Sequência Didática por investigação sistematizada nos Três Momentos Pedagógicos	Elaboração da Sequência Didática que envolverá diferentes estratégias pedagógicas para aprimorar o ensino do conteúdo de peixes e Educação Ambiental, em sala de aula, e direcionada aos professores visitantes da plataforma.
Etapa 4: Publicação no site “ <i>cienciaviva.org</i> ”	Postagem e compartilhamento do Produto Educacional obtido nesta pesquisa.

Fonte: Autora.

Sendo assim, as informações contidas tanto no conteúdo digital temático e no guia didático interativo foram obtidas por meio de levantamento bibliográfico, que abordassem sobre aspectos sócio-histórico-cultural e os impactos ambientais da Baía de Guanabara, sua importância para o Rio de Janeiro, e estratégias para o combate dos problemas relacionados ao lixo e poluição dos ecossistemas aquáticos, assim como pesquisas sobre a fauna de peixes que tem ocorrência na baía, e possuem algum grau ou risco de extinção devido a poluição e potencializados com as perturbações desconhecidas oriundas das mudanças climáticas.

⁵ O word.press é um projeto de código aberto que você pode usar para criar sites, blogs ou aplicativos. Disponível em: <https://br.word.press.org>

⁶ Plataforma de criação de conteúdos interativos. Disponível em: www.genially.com

Neste sentido, buscaram-se informações que justificassem a relevância dessa baía, enquanto ecossistema marinho biodiverso, mas que também apresentassem problemáticas socioambientais presentes na região.

A bacia hidrográfica da Baía de Guanabara foi escolhida como área de estudo e tema educacional, pois apesar da perda da qualidade ambiental das suas águas seja fator prejudicial às atividades econômicas, a baía continua com rica biodiversidade e vital para a sociobiodiversidade local, pois muitas famílias vivem da pesca artesanal. Segundo Leite et al. (2018), cerca de 202 espécies de peixes (de 87 famílias) fazem da baía seu habitat, impactando diretamente na população que vive em seu entorno.

A estratégia de comunicação com o público será realizada pela plataforma do Museu Virtual do Espaço Ciência Viva, com intencionalidade didático-pedagógica bem definida (previsão de colocar no ar – Março de 2024). Além disso, para que um conteúdo temático ou recurso interativo se tornem objetos museológicos digitais, foi utilizada a técnica da “Linguagem Simples”, proposta por Pereira (2023), para alcançar o propósito comunicacional de que as mensagens, contidas nos textos expositivos, sejam facilmente percebidas e compreendidas.

Busca-se também pelo produto educacional, oferecer recursos de tecnologia assistida, seguindo os padrões de acessibilidade digital com base em Souza et. al. (2023), que facilitam ou ampliam habilidades de uma pessoa com deficiência. Nesse sentido, buscamos dar suporte e apoio educacionais e promover uma educação em Ciências mais inclusiva. Ainda, em relação aos recursos assistidos, e com base nas indicações de Souza et. al (2023), entendemos que é fundamental sensibilizar e promover atitudes mais inclusivas para lidar com as diferenças entre as pessoas. Portanto nos processos de ensino e aprendizagem e de comunicação, propostos no produto educacional, buscamos oferecer recursos e adaptações para pessoas com deficiências (visual e auditiva) através de audiodescrição, legendas, materiais acessíveis com bom contraste de cores, e recursos em libras. Dessa forma, investimos em ações para a realização dos diferentes níveis e dimensões da acessibilidade.

Por meio da técnica da “Linguagem Simples” estruturamos quatro etapas para a elaboração dos textos expositivos do Conteúdo Digital Temático e do Recurso Interativo, estes podem ser vistos no quadro 4 a seguir:

Quadro 4: Procedimentos para a elaboração dos textos expositivos do Conteúdo Digital Temático e Recurso Interativo com base na técnica da “Linguagem Simples”

Procedimentos da “Linguagem Simples”	Descrição das Etapas
Organizar ideias e conteúdos	Mostrar informações mais importantes, organizadas, escrever o texto em blocos pequenos, utilizando a voz ativa.
Organizar a estrutura do texto	Criar blocos de texto por tema/assunto organizando as informações em cada bloco em visual amplo e organizado.
Criar a apresentação visual do texto	Utilizar tamanho de fontes variadas para definir título, subtítulo, texto introdutório e ou/etiquetas de identificação; corpo do texto preferencialmente à esquerda; além de utilizar contrastes e cores para diferenciar ou separar as informações. Dica: utilizar “QR code” para conteúdos mais extensos.
Teste com público-alvo (validação)	Verificar continuamente os textos, testando a facilidade de leitura e compreensão do material.
Revisão e Ajuste	Ajustar para linguagem simplificada.

Fonte: Autora

7.2. O Conteúdo Temático Digital

Com base na sugestão do Título: “Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável” a partir de um texto expositivo de divulgação científica para ser publicado no *site* do Museu Virtual do Espaço Ciência Viva, seguindo os procedimentos da “Linguagem Simples” e favorecer a compreensão dos conceitos propostos, foi desenvolvido o produto educacional. Esse produto foi desenvolvido com objetivo de possibilitar reflexões, debates e incentivar os visitantes virtuais a se sensibilizarem/conscientizarem sobre a importância da preservação, recuperação e manutenção da Baía de Guanabara. Isso pode ser desenvolvido sensibilizando as pessoas do seu papel na conservação do meio ambiente. Nessa perspectiva, procuramos contextualizar, problematizar e politizar o debate ambiental, incorporando questões sociais, culturais, coletivas e subjetivas, que emergem com as transformações para melhoria da qualidade do meio ambiente.

7.3. Recurso Interativo: “Guia didático interativo: Uma Investigação embaixo d’água”

Para fazer a montagem do recurso interativo, utilizamos a plataforma “Genially” que é uma ferramenta de criação de conteúdos interativos, no *login* do Espaço Ciência

Viva. As fotos e as ilustrações científicas dos peixes provêm do banco de dados como “Fish Base”⁷, “inNaturalist”⁸ e da plataforma de busca do “Google”.

A partir dos conteúdos definidos para serem abordados no recurso interativo (quadro 5), foram elaborados os textos expositivos (texto introdutório, texto em blocos para seções/grupos e etiquetas de identificação), com base na técnica da “Linguagem Simples”, para serem introduzidos na montagem dos “painéis interativos”, onde é possível a interação com imagens e audiodescrição ou ilustrações, hiperlinks com mais informações, jogos, vídeo-aulas, entre outros.

Quadro 5. Conteúdos inseridos no Recurso Guia didático interativo

1. A Baía de Guanabara (resgate sócio-histórico-cultural e ambiental);
 - Peixes com risco de extinção Baía de Guanabara.
2. Princípios e aplicações da Educação Ambiental, Sustentabilidade e Sociobiodiversidade.

Fonte: Autores.

Neste contexto, o guia apresenta um índice com cinco ícones interativos que abrem novas seções de informações daquele painel interativo específico:

1. “Introdução” - com a apresentação do guia, além de conter as instruções de uso;
2. “A Baía de Guanabara” – é exposto um breve histórico dos impactos ambientais, biodiversidade e aspectos socioculturais da Baía.

3. “Investigação Submersa” – proposta de um jogo interativo de perguntas e respostas e caça-palavras interativo sobre conteúdos com abordagem de Educação Ambiental.

4. “Peixes da Baía de Guanabara” - Exposição virtual (lúdica e interativa) de 08 (oito) espécies de peixes da lista de (LEITE, et al. 2018), e que possuem risco elevado de extinção, com base na classificação de risco de extinção. A Lista Vermelha da União Internacional de Conservação da Natureza – IUCN e ICMBio (Instituto Chico Mendes).

5. “Ecologia, Meio Ambiente e Sociedade” – aborda-se conceitos relacionados à sustentabilidade e Educação Ambiental, assim como metodologias para estudo do meio ambiente e aplicações socioambientais, permitindo uma visão mais ampla e integrada da situação ambiental, objetivando a compreensão da importância da sustentabilidade integral para manutenção da sociobiodiversidade da região.

⁷ “Fish Base” é uma base de dados online com informações sobre peixes. Disponível em: <https://fishbase.se/search.php>

⁸ “iNaturalist” é uma rede social on-line de pessoas compartilhando informações sobre biodiversidade para ajudar umas às outras a aprender sobre a natureza. Disponível em: <https://www.inaturalist.org>

Dessa maneira, buscaremos por meio do recurso interativo incentivar a investigação e a obtenção dos conhecimentos/informações para a problematização sobre questões reais e da atualidade. Caberá ao aluno pesquisar (por meio do interesse ao percorrer os conteúdos disponibilizados no *site* Ciência Viva ou, também, se for o caso, por orientação do professor em sala de aula) as informações necessárias para solucionar problemas potenciais. Assim, estimula-se o educando a participar mais ativamente da sua aprendizagem e a tomar decisões com um posicionamento reflexivo e crítico sobre os aspectos que envolvem o seu dia a dia.

Por fim, após revisar e ajustar todos os materiais propostos ao final desta pesquisa, e após concluir o produto educacional, será realizada a postagem do conteúdo (previsão de colocar no ar em março de 2024), no *site* do “*cienciaviva.org*” através do “*word.press*”, que é plataforma de hospedagem do *site* do Espaço Ciência Viva.

Além disso, com o compartilhamento do recurso interativo “Guia didático interativo: Investigação embaixo d’água” e do plano de aula, organizado por sequência didática, de ensino de Ciências por investigação, espera-se contribuir na dinâmica das produções de conteúdos digitais acessíveis e direcionados a todo tipo de público.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. Os guias de museus *on-line* e a plataforma de busca *Museusbr*

A versão eletrônica do “Guia de Museus Brasileiros”, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM), está disponível em: “<https://antigo.museus.gov.br/guia-dos-museus-brasileiros/>”, traz em seu texto um quantitativo a respeito da oferta de Museus ao público, organizado por regiões, sendo sua última atualização com data de 2011 e engloba os mais diversos tipos de museus (Figura 3). O guia também já inclui a categoria de museus virtuais, o que reforça o contexto no qual se evidencia a importância dos museus disponibilizarem à sociedade informações das mais variadas formas de modo que as pessoas possam ter acesso a conteúdo científicos, tecnológicos, artísticos, patrimoniais, etc.



[Museus da Região Nordeste](#)

[Museus da Região Centro-Oeste](#)

[Museus da Região Sudeste](#)

[Museus da Região Sul](#)

[Museus extintos, incorporados e renomeados, museus em implantação e museus virtuais](#)

Constam da publicação um total de 3.118 museus, incluindo 23 museus virtuais. As regiões Sudeste (1.150), Sul (874) e Nordeste (709) são, nessa ordem, as que apresentam maior quantitativo de museus.

As informações foram organizadas de modo a facilitar a consulta pelo usuário. Os museus estão divididos por região, estado e município. Legendas com símbolos indicam os dados citados. Ao final da publicação, um índice remissivo relaciona os nomes de todas as instituições.

Cadastro Nacional de Museus – Primeiro produto editorial do Cadastro Nacional de Museus, do Ibram, o Guia é o mais atual e o mais completo já produzido na área no Brasil. A expectativa é de que ele facilite o acesso do público aos acervos brasileiros e promova a difusão de informações sobre o setor museal no país.

A versão impressa da publicação, com cerca de 600 páginas, foi lançada em 18 de maio (Dia Internacional dos Museus) pelo Ibram e será distribuída aos museus que integram a publicação. A reprodução dos conteúdos é permitida, desde que citada a fonte.

Museus que quiserem atualizar seus dados na publicação devem encaminhar as informações para o e-mail cnm@antigo.museus.gov.br

Figura 3. “Guia de Museus online”. Fonte: Instituto Brasileiro de Museus – Ibram

As versões impressas e eletrônicas, disponíveis em PDF, do “Guia de Centros e Museus de Ciências no Brasil” foram elaboradas pela Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências (ABCMC), encontradas em: https://www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/centrosemuseusdecinciadobrasil2015novaversao.pdf, e disponibiliza informações essenciais sobre 268 espaços científico-culturais brasileiros e educação não formal.

Já a Plataforma de busca *MuseusBr*, se encontra disponível em: <http://museus.cultura.gov.br/>, traz dados mais atualizados para esta análise, visto que data de 2015. Nas bases de consulta da Plataforma *MuseusBr* está incluída uma lista com um total de 3838 museus cadastrados, sendo possível pesquisar amplamente, ou de modo mais específico e refinado (por meio da “busca avançada”), e ainda, a plataforma disponibiliza uma boa visualização, pois os museus estão dispostos via mapa, como pode ser visto na Figura 4. Entretanto, estão disponíveis também para acesso via lista. A visualização por mapa foi considerada por esta pesquisa como um facilitador para a coleta e análises de dados, por exemplo, ao selecionar por meio do filtro “tipos de museus”, foram encontrados 58 museus do tipo virtual de diferentes áreas do conhecimento, concentrados em sua maioria na região sudeste do Brasil. No entanto, não foi encontrado nenhum museu virtual de temática específica em Ciências ou Tecnologia na plataforma *museusBr*.



Figura 4. Plataforma MuseusBr -Resultados por filtro: museus virtuais via mapa (Fonte: MuseusBr).

Utilizando os guias da ABCMC e do IBRAM, na pesquisa exploratória inicial, foram encontrados 432 museus de Ciências no Brasil. Entretanto, a maior parte destes museus não possui *sites* específicos da instituição. Como resultado, na primeira tentativa de seleção de museus virtuais/cibermuseus de Ciências para a pesquisa, observou-se que os museus virtuais, em sua grande maioria, disponibilizados na internet, ainda são limitados, consistindo em simples páginas de natureza promocional, contendo apenas as informações de funcionamento e exposições com poucos recursos interativos. Folador et al. (2021) encontram resultados semelhantes utilizando os guias da ABCMC e do IBRAM, e descreve que, a maioria destes museus não possui *sites* específicos da instituição, e, dentre estes, foram encontrados apenas informações básicas, como horários de funcionamento e endereço em páginas de turismo. Conforme o estudo, apenas 4% foi classificado como museus virtuais, onde a maioria é meramente informativo. Ainda, segundo os autores, a constatação de que há uma ausência de novas e diferentes experiências nos *sites* dos museus de Ciências brasileiros, é preocupante, pois, revela que as potencialidades dessa ferramenta não têm sido utilizadas. Nesse sentido, Sabbatini (2004) acredita que estes espaços virtuais estejam perdendo a oportunidade de experimentar, de inovar e de redefinir seu papel e sua missão frente à sociedade.

8.2. Seleção dos museus virtuais/cibermuseus de Ciências de acordo com os critérios pré-estabelecidos: interatividade, tipos de materiais e suas funções de navegação

Considerando os critérios de seleção dos ambientes virtuais dos museus de Ciências, indicados para serem utilizados como recurso didático no ensino de Ciência/Biologia e a partir da pesquisa exploratória com os guias ABCMC e do IBRAM, e da plataforma *MuseusBr*, foram selecionados quatro cibermuseus indicados e descritos na Quadro 6. Assim, esses museus virtuais se enquadram nos critérios (interatividade, tipos de materiais e funções de navegação) previamente desejáveis e disponíveis pelos espaços virtuais estudados.

Quadro 6: Seleção dos Museus Virtuais e cibermuseus de Ciências com base nos critérios pré-estabelecidos: interatividade, tipos de materiais e funções de navegação

Museu Virtual	Endereço Eletrônico	Classificação	UF
Espaço Ciência Viva	http://cienciaviva.org.br	Museu do Mundo Virtual	Rio de Janeiro
Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP)	https://vila360.com.br/tour/mzusp/?fbclid=IwAR1O_byWzIAvp_Kl87cTAvI82WT9Igv7Iotdli	Museu no mundo virtual	São Paulo
Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília UnB	http://www.museuvirtual.unb.br/	Museu Realmente Interativo	Brasília
InVIVO – site de Divulgação Científica do Museu da Vida/Fiocruz.	http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home	Museu no mundo virtual	Rio de Janeiro

a) Interatividade

De acordo com a literatura sobre museu virtual e suas tipologias, é possível observar no Quadro 6 os três museus que podem ser classificados para a modalidade “Museus no mundo virtual”, visto que são museus que podem apresentar em seus *sites* informações detalhadas acerca de seus acervos, além de poderem apresentar também recursos como visitas virtuais, acervos online, exposições virtuais, entre outros. Como exemplo de museu desta tipologia temos a plataforma do Espaço Ciência Viva, Museu de Zoologia da USP e a plataforma “Invivo” como *site* complementar ao *site* institucional da Fiocruz.

Nesta classificação, os Museus no Mundo Virtual apresentam maior interação e participação do usuário, além de possuírem mais ferramentas no *site*. Entretanto, sua atuação ainda é bastante vinculada à atuação da instituição física do museu (PIACENTE, 1996, apud HENRIQUES, 2004).

Já os ambientes virtuais dos museus classificados como “Museus Realmente Interativos” (foi encontrado apenas um cibermuseu em nossa pesquisa - o Museu Virtual da UnB), que se define como uma unidade museológica permanente, aberta ao público, mantida pela Universidade de Brasília UNB, contém exposições virtuais sobre conteúdos didáticos e científicos relacionados à área de Ciências da Natureza, oriundos de pesquisas desenvolvidas na Universidade. Este ambiente virtual se classifica dessa forma, pois permite que o público possa interagir com e no museu, além de apresentar recursos com propostas de atuação independente das ações desenvolvidas no museu físico. Entretanto, ao navegar pelo Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da UnB, observamos que os conteúdos disponibilizados se caracterizam por textos científicos, direcionados principalmente a pesquisadores, professores e alunos, sendo de baixa interação com o público em geral e o visitante espontâneo. Todavia, conforme os autores Oliveira e Alves (2022), no contexto brasileiro, não conseguiram identificar cibermuseus de Ciências que interagem com o grande público.

Diante desses apontamentos e considerando que nos museus virtuais de Ciências a interatividade proporciona o enfoque nos visitantes e os incentiva na construção de seu próprio conhecimento, entendemos que estes espaços virtuais representam a disseminação do conhecimento científico, o qual deve ser acessível e propiciar interação com o público visitante. Ao tratar do conceito de interatividade em centros e museus de Ciências, Cazaux (2019) aponta que os materiais interativos oferecem aos visitantes canais de informação e comunicação, ao estabelecer um relacionamento de mão dupla: artefato-homem e homem-artefato. Nesse sentido, o visitante ao acessar estes domínios tem uma gama de opções de visitação e interação com os objetos em exposição.

Considerando para essa pesquisa museus virtuais com utilidade para o grande público e que possa auxiliar no ensino de Ciências e Biologia, apenas 04 (quatro) dos 432 dos museus, disponíveis nos Guias da ABCMC e do IBRAM, apresentam algum recurso interativo em seu *site*. Isso indica um longo caminho a percorrer no horizonte dos museus virtuais no contexto nacional.

Com base em nossos achados, em relação à presença de interatividade, disponibilizados pelos *sites*, compartilhamos das sugestões de Chong e Smith (2017), dentre elas: 1- aumentar as ofertas on-line dos museus, pois os próprios visitantes esperam essa oferta digital, acompanhando o desenvolvimento tecnológico da sociedade; 2- conectar o aprendizado não formal ao formal, visto que a mídia digital tornou-se fonte primária de informação para muitos e, assim, as experiências de aprendizagem de museus

podem ser usadas tanto para aprendizagem em espaços não formais, quanto para sala de aula; 3 - motivar o aprendizado em pequenas partes, visualizando o fato de que pequenas partes de informações nos *sites* de museus podem despertar mais a atenção do que longos blocos de textos.

Vale destacar, que em relação às regiões encontradas correspondentes aos museus físicos, corroborando com os resultados encontrados por Gomes e Faria (2022), os ambientes virtuais dos museus de Ciências classificados nesta pesquisa também são concentrados majoritariamente na região Sudeste do país. Como pode ser visualizado no Quadro 6. Dos quatro ambientes virtuais de museus de Ciências selecionados, três referem-se a ambientes virtuais correspondentes a museus físicos, classificados como “Museus do Mundo Virtual” localizados na região Sudeste, sendo dois no Rio de Janeiro e um em São Paulo. Já o “Museu Realmente Interativo” foi encontrado com base em sua origem no estado da região centro-oeste, o museu virtual da Universidade de Brasília. Para Marandino (2008, p. 25), as pesquisas mostram que no Brasil, na maioria das vezes, é somente por meio da escola que as crianças e os jovens, das classes em desvantagens econômicas, visitam as instituições culturais. Dessa maneira, a possibilidade de acessar espaços virtualmente, que presencialmente não são tão acessíveis, pode contribuir para a formação integral dos estudantes, por meio da possibilidade de acesso remoto ou ainda pela disponibilidade de acervos científicos sem limitações de ordem econômica ou logística, muito presente nas escolas brasileiras.

b) Tipos de Materiais

No que se refere aos tipos de materiais identificados nos ambientes virtuais dos museus, que compreendem uma abordagem socioambiental, os tipos de materiais e exemplos de conteúdos aplicados ao ensino de Ciências/Biologia, podem ser visualizados no Quadro 7.

Nesse sentido, foi possível verificar que os conteúdos abordados dos materiais disponibilizados pelos museus virtuais e cibermuseus estudados, de uma maneira geral são voltados para áreas específicas de conhecimentos das Ciências da Natureza que onde juntos disponibilizam conteúdos de Biologia, Astronomia, Matemática, Química, Física, Arte e Tecnologia, com destaque aos temas a respeito do meio ambiente.

Quadro 7: Exemplo de tipos de materiais identificados nos ambientes virtuais dos museus de Ciências em abordagem socioambiental.

Tipos de Materiais	Exemplo de Conteúdo de Ciências/Biologia em temática socioambiental/Plataforma
Jogos	“Jogo Educativo: Expedição Antártica 2.0” / Espaço Ciência Viva
Acervo online e Tour 360	“Biodiversidade – Conhecer para Preservar / Museu de Zoologia da USP –Mazusp
Exposições virtuais	“Cerrado. Patrimônio dos Brasileiros.” / Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da UnB
Roteiros de experimentos (em texto)	“Desafio: um ou dois plásticos a menos.”/ InVivo
Textos de Divulgação Científica	“Precisamos Mesmo de Tanto Plástico?” / InVivo
Vídeos com conteúdo de Ciências e Biologia	“Minuto da Sustentabilidade” / Espaço Ciência Viva
Interlocuções entre Ciências e Artes	“ARTivismo Oceânico: Murais Marinhos”/ Espaço Ciência Viva

Além dos tipos de materiais destacados no Quadro 7, também foram encontrados textos de divulgação científica, disponíveis no Espaço Ciência Viva, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e no InVivo. Esse tipo de texto é direcionado a um público não especialista na área das Ciências, tendo, muitas vezes, uma linguagem mais acessível ao leitor ao qual se destina, o que facilita a sua compreensão em relação ao conteúdo a ser tratado.

Em contrapartida, no Museu Virtual da Ciência e Tecnologia UnB que pode ser interpretado como uma atividade de extensão da Universidade de Brasília, vinculada ao Laboratório Ábaco de Pesquisas Interdisciplinares sobre Tecnologias e Educação, produzida por seus pesquisadores, professores e alunos, tem o objetivo de aproximação do público com conteúdo de natureza científica e tecnológica. Sendo assim, este cibermuseu é direcionado a um público mais específico e suas ações, segundo informações coletadas na própria plataforma, sobre suas missões e valores: “se estendem para fomentar o interesse pela Ciência, despertar vocações e subsidiar professores em relações educativas que abordam esse conteúdo”.⁹

Desta forma, constatou-se que nas plataformas dos Museus Virtuais e Cibermuseus, abordados nesta pesquisa, são disponibilizados textos sobre diversos conteúdos de Ciências/Biologia em abordagem socioambiental, e também de outras áreas,

⁹ Texto retirado da página inicial do portal eletrônico do Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília-UnB.

em que alguns casos também envolvem a biologia de maneira multidisciplinar. É importante destacar que os textos na forma de divulgação científica, disponíveis pelos museus virtuais, são uma alternativa interessante de material para professores, pois, além da divulgação da Ciência, eles podem contribuir como um material para o ensino de Ciências/Biologia. De acordo com Rocha (2012) e Ferreira e Queiroz (2012)⁶, os textos de divulgação científica podem ser usados por professores em atividades de ensino. Dessa forma, esse recurso é capaz de complementar os materiais educativos tradicionais, como os livros didáticos. De acordo com o estudo de Rocha (2012), os professores revelaram que o uso de textos de divulgação científica no ensino enriquece a aula por possibilitar trocas de conhecimentos entre estudantes e professores, proporcionando a discussão de questões sociais e, assim, contribuem na formação dos alunos. Além disso, aumenta o vocabulário e o conhecimento. Entretanto, destacamos que é necessário considerar os tratamentos das diversas formas de veicular as informações para as pessoas por meio de diferentes mídias, como no caso, a partir dos museus virtuais de Ciências. Embora o objetivo da divulgação científica seja, de maneira geral, levar ao grande público informações sobre Ciência e Tecnologia, quando a pensamos como instrumento educacional e atribuímos a ela uma função didática, temos que refletir sobre as contribuições que os diferentes tipos de materiais veiculados pela mídia podem trazer ao ensino (RIBEIRO; KAWAMURA, 2005).

Outro tipo de material encontrado foram os jogos. De acordo com Schuytema (2008), os jogos digitais são atividades lúdicas compostas por uma série de desafios que levam o jogador a tomar decisões e realizar ações, as quais são limitadas pelas regras e pelo próprio contexto do jogo. Em contextos educacionais destacam-se especialmente os jogos educativos, pois são desenvolvidos com o objetivo de promover a aprendizagem ou mudar comportamentos, os quais são integrados aos processos educativos para criar experiências que gerem o aprendizado. Para Ramos e Campos (2023), os jogos são apontados como recursos didáticos que favorecem o ensino e a aprendizagem de diversos conteúdos, abordando de modo lúdico os conceitos teóricos trabalhados em aula.

Quanto às exposições virtuais, a exposição de longa duração do Museu de Zoologia da USP “Biodiversidade – Conhecer para Preservar” pode ser visitada de maneira online pelo Tour Virtual 360, considerada uma nova experiência de visitação que permite que o visitante descubra a exposição em detalhes e, ainda, conheça o acervo do museu, que é guardião de uma das maiores coleções da fauna brasileira. A exposição tem como principal objetivo discutir os padrões e processos da biodiversidade brasileira e

contribuir para a compreensão da importância da preservação, suas narrativas articulam temas centrais da pesquisa desenvolvida na instituição (Evolução e Biodiversidade & Patrimônio e Sustentabilidade), em um contexto de grande relevância social e econômica na atualidade. Este tipo de abordagem, é preconizada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) onde a diversidade, constitui um entrelaçamento de culturas, saberes, linguagens, práticas, experiências dos diversos sujeitos, edificadas na interação com o meio social e cultural, fazendo-se necessário entendê-la dentro de um contexto político, econômico, social, de relações de poder e desigualdades de oportunidades produtoras de diferenças (ALVES, 2020). O recurso de visitas virtuais desse Museu virtual utiliza a plataforma *Google Street View*, podendo ser utilizado como recurso para professores de forma remota.

Revelam-se por esses exemplos em destaque, encontrados nestas plataformas (dos Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências), que é possível aproximar os alunos com os processos, práticas e procedimentos da investigação científica para que eles sejam capazes de intervir na sociedade, bem como as vivências e interesses dos estudantes sobre o mundo natural e tecnológico devem ser valorizados.

Compreende-se que, de maneira geral, esses espaços contribuem para a construção do conhecimento científico e a Educação Ambiental, em virtude da variedade de tipos de materiais, com temas e conteúdos relacionados com a abordagem socioambiental. Assim, a visitação a estes ambientes virtuais permite que os estudantes aprendam conceitos científicos e se apropriem de elementos capazes de permitir uma maior compreensão da realidade dos fatos e dos fenômenos, relacionando estes conhecimentos com aspectos do meio ambiente e sociedade. Além disso, pode-se dizer que os dispositivos digitais na abordagem socioambiental são parte integrante do processo de ensino e aprendizagem do ensino de Ciências, pois ela visa à construção de conceitos e uso de estratégias diferenciadas na aprendizagem dos alunos, propiciando novas formas de aprender e produzir conhecimento do ensino de Ciências e da Educação Ambiental.

Nesse sentido, os museus virtuais/cibermuseus de Ciências e dos diferentes tipos de materiais encontrados possuem potencialidades educativas por permitirem, sobretudo, serem compreendidos a partir de projetos interdisciplinares, que transcendem cada área. Estimula relações entre diferentes disciplinas, funcionando como um elo agregador de vários campos do conhecimento. Portanto, pressupõe-se que os estudantes se apropriem dos conhecimentos com autonomia para fazer escolhas quanto ao que deseja seguir aprendendo, tornado a aprendizagem mais dinâmica e interessante. Entretanto, os

conteúdos devem ser contextualizados explicitando suas relações entre os conhecimentos científicos e as realidades sociais (LEITE; SOARES, 2021).

Por fim, destaca-se aqui outro elemento comumente presente nos ambientes virtuais, que são as interlocuções entre as Ciências e Artes por meio de ilustrações, poemas, história em quadrinhos entre outros, e os vídeos, que utilizam da ludicidade, para alcançar a todos os tipos de públicos em diferentes níveis de aprendizagem, e promovendo o ensino integral em Ciências em conjunto com a formação de uma Cultura Científica. Nesse contexto, destacamos que a utilização do lúdico se apresenta como uma possibilidade que se instaura positivamente no contexto educativo dos museus virtuais de Ciências. De acordo com Costa; Almeida (2023) trazem benefícios tanto aos professores quanto aos alunos, visto que para os educadores torna-se um meio para a realização de seus objetivos educacionais, e para os educandos propicia a ação livre e assegura o protagonismo na construção de seu próprio conhecimento.

c) Funções de Navegação

Após uma detalhada navegação nas páginas dos portais eletrônicos do cibermuseus de Ciências, escolhida para análise, no presente estudo, identificou-se as funções de navegação tais como eficiência na qualidade de navegação, qualidade de produção, acessibilidade, usabilidade e interface dos materiais (conforme PIERBORON, 2014) e adaptamos a análise às devidas proporções a nossa pesquisa.

No quesito eficiência (menu objetivo, links bem orientados), destacam-se os *sites* do Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da UnB, InVivo/Museu da Vida e Espaço Ciência Viva que apresentam uma excelente qualidade técnica e navegação, com acesso para libras e recursos multilíngues. O Museu Virtual da Ciência e Tecnologia da UnB apresentou falhas apenas no nível de fonte e ausência de alto-falantes. O *site* do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) possui uma boa qualidade de produção, com recursos 360 e Tour Virtual com links bem orientados, e recursos multimídias como áudio visual, o que pode facilitar a compreensão dos conceitos apresentados aos visitantes virtuais.

Já no quesito Usabilidade (interface Atrativa, fácil de usar, apoio ao usuário), destacou-se o *site* do Espaço Ciência Viva, onde é possível visualizar grande interatividade com imagens e textos de divulgação científica, podendo proporcionar o aprendizado. Além de ter apoio ao usuário, recursos para outros idiomas, acesso em libras e ajustes de tamanho das fontes, as plataformas do Espaço Ciência Viva e InVivo/Museu

da Vida apresentaram recursos de navegação presentes em praticamente todos os quesitos avaliados, em destaque para os recursos de acessibilidade presentes nos *sites* dessas instituições, permitindo o acesso de todos, independentemente da deficiência, um aspecto essencial (PIEROBON, 2014). Portanto, a acessibilidade na web, projetada para funcionar para todas as pessoas, segundo Bassani et al. (2010) desempenha um papel vital na diminuição do impacto da deficiência, removendo barreiras de comunicação e geográficas que muitas pessoas enfrentam no mundo físico.

Não foram observados em nenhuma plataforma interação por meio de chats, fóruns. Ou seja, não foram encontrados recursos que permitisse de alguma maneira a troca de informações, experiências e resolução de dúvidas com os usuários. Portanto, neste caso, consideramos importante a inclusão de recursos de interação entre alunos, professores e administradores do *site*, pois promovem maior contato e diálogo. Apenas após a entrevista com os coordenadores dos museus, foi possível identificar por meio de seus relatos, que as interações entre os visitantes e administradores dos *sites* ocorrem em sua grande maioria através das Redes Sociais das instituições, onde os usuários podem deixar comentários, sugestões e dúvidas. Neste quesito, é importante destacar o engajamento das instituições com suas respectivas redes sociais, para aproximar cada vez mais os usuários e visitantes virtuais aos conhecimentos científicos disponíveis nas plataformas de cada instituição pesquisada.

8.3. Análise Textual Discursiva das Entrevistas

Por meio das unidades de significados provenientes dos relatos dos coordenadores dos museus virtuais, selecionados por esta pesquisa, emergiram três categorias de análise e unidades de significado, as quais são apresentadas no quadro 8:

Quadro 8. Categoria de Análise e Unidades de Significado Associadas

Categorias de Análise	Unidades de Significado
Concepções dos Museus Virtuais	- Tipo de <i>sites</i> de Museus - Objetivos da Plataforma
Estratégias de Comunicação com o público	- Linguagem Utilizada - Acessibilidade - Interação/Interatividade - Redes Sociais

Potencial de Aprendizado em Ciências	- Contribuição do Museu Virtual de Ciências - Obstáculos na aprendizagem em Museus
--------------------------------------	---

a) Concepções dos Museus Virtuais

Em relação à presença dos *sites* dos museus virtuais na internet, os coordenadores do EPV1 e EPV2 apresentaram concepções diferentes entre dois tipos de *sites* de museus virtuais, a do tipo institucional: que se assemelha à classificação da autora Piacente (1996), e que considera: “o museu folheto ou museu brochura” – os quais representam os *sites* informativos e de natureza promocional. A segunda concepção, proposto pela mesma autora, e observada no presente estudo, foi do tipo *site* de conteúdo, onde as instituições disponibilizam diversos materiais, como roteiros de atividades, experimentos, reportagens, jogos educativos e exposições virtuais. Esta segunda concepção se aproxima do conceito de “museu realmente interativo”.

Nesse sentido, para alcançar o objetivo de promover a instituição e também produzir atividades, ações pedagógicas e material educativo, o EPV2 optou por desenvolver duas plataformas separadas (institucional e de conteúdo). De acordo com o entrevistado, essa escolha objetivou atuar com as duas propostas em paralelo, a partir de estratégias diferentes, conforme descrito no relato do coordenador do EPV2:

“No nosso caso, o EPV2 é um *site* institucional, mas também conta como suporte para hospedar exposições virtuais. A gente tem na verdade a virtualização de exposições presenciais, ou seja, são exposições que existem no museu físico, e foram virtualizadas. O EPV2 também desenvolveu uma segunda página eletrônica, que nasceu como uma proposta para explorar o diálogo com as escolas, até mesmo as escolas podem propor pautas para agente abordar. Portanto, esta segunda plataforma, pode ser considerada um *site* de conteúdo, ou seja, nós produzimos materiais para esse *site*, o que é diferente das exposições virtualizadas” (EPV2).

Em contrapartida, observamos no relato do coordenador do EPV1, duas tipologias citadas em uma única plataforma de museu virtual:

“No caso do *site* do EPV1, nós temos essas duas opções, que é a divulgação do nosso trabalho com a interação com as escolas, nosso cardápio, quais são nossas oficinas, quais são nossas atividades, onde nossa interação é principalmente com o público escolar. Mas, nós temos uma parte grande do *site* que é o conteúdo, em que nós oferecemos uma série de atividades, experimentos, reportagens que nós trabalhamos nos projetos e no museu” (EPV1).

Dessa forma, identificou-se, na presente pesquisa, que os museus virtuais de Ciências apresentam inúmeras possibilidades de relacionar e contextualizar os conteúdos do currículo escolar com os assuntos do cotidiano do aluno e, ainda, proporcionam uma abordagem lúdica e contextualizada dos conhecimentos científicos, contribuindo para seu

ensino e aprendizagem. Essas características são destacadas em práticas não formais de aprendizagem em Ciências em diversos estudos (VASCONCELOS, 2014; MARANDINO et al., 2016; DANTAS; ALVES; DECCACHE-MAIA, 2020; LIMA; ROCHA, 2021).

Diante dos dados, espera-se que as relações entre a escola e a experiência com as exposições virtuais tendem a se fortalecer nos processos de ensino e aprendizagem. Mendes e Castro (2019) ressaltam que o uso do espaço não formal para a promoção do ensino deve estar relacionado ao conhecimento científico e tecnológico da sociedade, de maneira a proporcionar conhecimentos científicos aos diversos segmentos sociais.

Em relação a concepção de museu relatada pelo coordenador do EPV3, se assemelha à classificação de “Museu no Mundo Virtual”. De acordo com Piacente (1996, apud HENRIQUES (2004) e Dias-Trindade, Ribeiro e Moreira (2019) esse tipo de Museu exhibe informações mais detalhadas acerca de seus acervos e, em muitos casos, estes *sites* apresentam recursos como visitas virtuais, acervos online, exposições virtuais, etc. Em outras palavras, é a representação física do museu disponibilizado na internet, e corresponde uma transferência da realidade física para um universo virtual.

“A nossa experiência no ambiente virtual, a experiência 360°, eu vejo na verdade, como uma projeção do nosso projeto expográfico, é um projeto de extensão do museu físico, com objetivos claros, onde busca proporcionar no ambiente digital uma simulação similar do que um potencial visitante poderia vivenciar na sua visita física. Nós ainda não tivemos a experiência de ampliar ou seguir outros caminhos em termos narrativos. Então o EPV3 é essencialmente uma projeção virtual da nossa estrutura física, ou seja, é uma projeção literal da nossa experiência física do museu” (EPV3).

Observa-se pelo relato do EPV3, que a formulação museográfica do *site* possui o objetivo de apresentar sua oferta ao museu enquanto espacial. Para ele o visitante tem a possibilidade de se transportar para outros lugares, diante de um percurso original, estimulando-o a investigar através de textos, sons e imagens. Assim, conforme Virilio (2000), o ciberespaço permite uma nova vivência que ultrapassa limites da audição e da visão à distância, ensejando a experiência do sentir, do telecontato à distância.

E ainda, observa-se, por meio do depoimento do entrevistado do EPV4, um museu que foi criado exclusivamente no meio virtual, sem que haja um museu físico “real” ao qual faria referência. “A concepção do EPV4 foi baseada na busca de professores da universidade, e cada um faz uma curadoria específica para seu próprio projeto de divulgação científica no *site*” (EPV4). Conforme Henriques (2014) os museus virtuais podem estar exclusivamente disponíveis em rede, ou podem existir vertentes virtuais de

museus físicos. Neste segundo caso, tendo outra dimensão ou, ainda, “complementos do museu físico, pois podem trabalhar suas ações museológicas de forma diferente em suas duas vertentes” (p. 12).

Desse modo, a grande variedade de definições e entendimentos em torno de um mesmo termo, bem como a classificação em mais de uma dimensão, sugere a ideia de que o conceito de museu virtual ainda está em construção.

É relevante destacar, que a questão essencial não se deve limitar-se com a definição do conceito de “Museu Virtual”, suscetível a múltiplas interpretações, mas, sim, com o seu significado enquanto recurso/dispositivo de comunicação, que contribui para o fortalecimento da relação entre o museu e os seus públicos, permitindo que os museus possam ser acessados sem limitações de tempo ou natureza geográfica.

b) Estratégias de Comunicação com o público

As estratégias de comunicação com o público dos museus virtuais são muitas vezes associadas a uma linguagem simples e informal, buscando usabilidade e acessibilidade. De acordo com Remelgado (2015) a linguagem e acessibilidade são elementos cada vez mais necessários, na medida em que potencializam a capacidade e facilidade do visitante compreender e utilizar os materiais e conteúdos disponibilizados.

Nessa perspectiva, a coordenação do EPV2, destaca diferentes estratégias de comunicação e interação com o público, que envolve a produção de conteúdo, utilização de recursos e tecnologias digitais:

“Nós estamos sempre pensando em melhorar cada vez mais a comunicação realizada no museu. Buscamos investir na linguagem simples e outras estratégias, como a de tecnologia SEO (*Search Engine Optimization*), que é um conjunto de técnicas que deixa seu conteúdo mais visível no *Google*, para aparecer nos primeiros resultados. Isso foi feito para ajudar o conteúdo a chegar nas pessoas, e tornar essa linguagem cada vez mais fácil para o nosso público, e interessante, utilizando imagens que chamam atenção, e que permitem o acesso e inclusão de cada vez mais pessoas ao conhecimento científico” (EPV2).

Nesse sentido, os relatos dos coordenadores dos museus virtuais, entrevistados, revelaram que através da utilização de estratégias de comunicação e recursos variados, no próprio museu, e em seus ambientes digitais, deixam de ser entendidos somente como meros *sites* de informações. De acordo com os entrevistados, os materiais disponibilizados assumem uma dimensão muito maior. Dessa forma, os coordenadores dos Museus virtuais buscam se comunicar por meio das redes sociais (Instagram, Youtube) para que o público conheça as potencialidades dos materiais disponibilizados nos Museus virtuais, assim como ressalta a coordenação do EPV3:

“Nós investimos muito em conteúdo multimídia, imagens, hiperlinks, infográficos, vídeos. E nos utilizamos bastante as redes sociais, onde produzimos muitos materiais, e buscamos interagir mais com o público virtual. Pois no *site* isso é mais difícil de acontecer, por isso nós investimos muito em produção de material de divulgação científica nas redes sociais como o Instagram, Twitter e Youtube” (EPV3).

Dados do ICOM (2020), concluíram, de acordo com pesquisa realizada com públicos de museus, que “[...] atividades on-line se tornam mais ricas e mais interessantes quando possibilitam a participação dos públicos. Essa é uma das grandes vantagens do digital” (p. 28).

Com base em EPV2, é possível perceber a preocupação dos coordenadores dos museus virtuais com a formação dos professores para que o professor não seja um mero utilizador desses dispositivos virtuais, mas que compreenda o que é o mundo na era da informação digital, um mundo em que é possível criar e recriar, estimulando a autonomia da aprendizagem:

“Nós oferecemos programas presenciais de formação de professores onde nós tentamos trazer nossa estrutura de comunicação, nosso programa e nossa narrativa dentro da galeria da exposição e instrumentalizar os professores para que eles se sintam mais a vontade de trazer de forma autônoma sem depender da nossa equipe, e apresentamos a visita virtual como potencial atividade que pode ser desenvolvida. Então, de certa maneira nós conseguimos direcionar nosso foco para nossos colegas professores em relação ao desafio de construir um roteiro pedagógico ou programa que possa ser o norteador dessa experiência, que não fique apenas no espaço físico, como diferencial” (EPV2).

Diante das narrativas dos coordenadores, identifica-se a importância de se considerar ao visitar museus virtuais com os estudantes para a busca por favorecer a aprendizagem e promover a cultura científica, conforme VOGT (2003). Em contrapartida ao depoimento do coordenador do EPV3, Gomes; Catão e Soares (2015) afirmam que é necessário que os professores tenham na formação inicial o acesso às atividades de planejamento relacionadas a visitas em espaços não formais (físicos e/ou virtuais), de maneira que possam refletir formas de favorecer e potencializar a aprendizagem dos conteúdos científicos nesses espaços. Não tendo na formação inicial que possam ser capacitados na formação continuada. Destaca-se, dessa forma, a importância da organização e do planejamento prévio de uma visita virtual ao museu para desenvolver uma atividade com os educandos. Os professores devem primeiro se familiarizem com os *sites* dos museus virtuais/cibermuseus para que possam planejar as atividades das visitas de forma alinhada com os objetivos curriculares e dos saberes escolares. Além disso, é necessário que o professor monitore as interações dos estudantes nesses espaços virtuais,

com o objetivo de fazer uma discussão da visita virtual, propondo alguma forma de avaliar o processo de aprendizagem no ciberespaço.

Constata-se com base nas narrativas dos entrevistados, que para se manterem atrativos e conquistarem novos públicos, os coordenadores dos Museus virtuais e físicos encontraram nas aplicações da multimídia, com base em suas postagens que integram texto, som e imagem, associados a interatividade e interação com o público, recursos de diferentes características tecnológicas, uma forma inovadora e atual de divulgarem o seu acervo, além de promoverem as suas atividades e enriquecerem a experiência museológica.

c) Potencial de Aprendizado em Ciências

A investigação desenvolvida neste trabalho, associada aos resultados obtidos das análises dos *sites* dos Museus Virtuais de Ciências, enfatizam o potencial dos museus virtuais/cibermuseus de Ciências, enquanto instrumento de difusão e comunicação científica, assim como recurso educativo. Entretanto, Elisondro e Melgar (2015) afirmam que apesar de ampliar os limites de acesso ao conhecimento diversificando os ambientes de ensino e aprendizagem, os museus virtuais ainda apresentam limitações que precisam ser superadas. Essa preocupação é destacada pelo coordenador do EPV3, que faz uma reflexão sobre uma resistência dos mantenedores dos Museus físicos com o Museu virtual:

“Eu acho que o maior desafio foi vencer a resistência interna para explorar este tipo de recurso. Havia uma inquietude em relação ao impacto que uma ferramenta como essa teria para a experiência do museu, e para o visitante no museu. Por exemplo, será que o número de visitas presenciais será reduzido com a criação da plataforma de museu?” (EPV3).

Neste contexto, Kazanis et al. (2017) salientam que os museus virtuais se apresentam como possibilidades de construção, difusão e a constante desterritorialização do conhecimento científico, onde um potencial visitante de um Museu virtual não precisa se deslocar à instituição, podendo “conhecê-la” através de uma experiência virtual. Dessa maneira, o Museu virtual pode ser considerado como um aliado, capaz de alcançar uma maior quantidade de pessoas a se interessarem por estes espaços, estimulando as visitas presenciais. Outrossim, Rasino, Broiero e Garcia-Romano (2020) revelarem em suas análises, que a utilização do museu virtual, no quesito de aprendizagem, foi considerada bastante satisfatório e apresenta algumas vantagens em relação aos museus tradicionais. Entretanto, Zheng et al. (2019) afirmam que a visita presencial não pode e não deve ser substituída.

Corroborando aos estudos apresentados, a coordenação do EPV1 enfatiza a importância das visitas em seu relato de experiência com o Museu físico e sua plataforma online:

“Para nós, a visita presencial é insubstituível, pois a relação entre o objeto e experimentar a sensação de ter contato com os objetos que são fonte de conhecimento e são oferecidos em nossa instituição, ela é uma experiência que não poder ser substituída. Um dos aspectos muito positivos que nós estamos vivenciando em nossa experiência, com a plataforma, é justamente, de proporcionar para além dos muros físicos do museu, esse acervo e conhecimento que antes ficava atrelado à viabilidade da visita presencial, então hoje nós participamos de experiências com educadores de diferentes lugares do Brasil, e que estão utilizando a plataforma em suas aulas” (EPV1).

E, ainda, para além da perspectiva funcional e instrumental, na qual a tecnologia digital favorece o acesso, facilita também a escolha dos conteúdos, das tarefas e do ritmo do desenvolvimento da aprendizagem. De acordo com Campos et al. (2016), explorá-los em práticas pedagógicas é uma forma de fazer com que os estudantes experimentem e interajam com outras realidades.

Além disso, foi possível identificar por meio das entrevistas com os coordenadores dos museus, que as plataformas podem potencializar a autonomia de aprendizagem em Ciências, como uma fonte de conhecimentos, um espaço de investigação, de trocas e de experimentações, além de possibilitar a compreensão da natureza da Ciência.

8.4 O Produto Educacional

O produto educacional elaborado e proposto nesta pesquisa pode ser acessado no link: [Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável – ECV \(cienciaviva.org.br\)](http://cienciaviva.org.br) por meio do site Espaço Ciência Viva, com o desenvolvimento desse produto, espera-se criar momentos onde a experiência com museus interativos possa ser utilizada também por professores em sala de aula. Espera-se também que seja possível uma ressignificação do conhecimento, a partir das novas experiências de aprendizagem e das atividades propostas. Que o professor possa também utilizá-lo nos diferentes contextos, tendo em vista a aprendizagem de Ciências e aspectos da sociedade por seu aluno.

Assim, espera-se que o estudante se sinta motivado a pesquisar diferentes conceitos, em diversas áreas do conhecimento, para repensar as ideias ou criar novas, com a orientação do professor, utilizando os materiais didáticos utilizados em nossa proposta de Produto Educacional. Nesse sentido, o planejamento, construção, desenvolvimento e avaliação, do nosso produto educacional, foram elaborados com base em Kaplún (2003), que estabelece três eixos temáticos para a construção de materiais educativos: o eixo conceitual; o eixo pedagógico e o eixo comunicacional.

O primeiro eixo, conceitual, diz respeito à escolha das ideias centrais abordadas pelos materiais educacionais disponíveis no produto educacional, bem como o tema ou temas principais geradores de experiências de aprendizado. Conforme Leite (2018) é necessário conhecer os debates em torno do tema e a opinião de autores sobre o assunto, pois isso ajudará a compor o material educativo. É importante também conhecer os sujeitos a quem se destina o material, para entender o que sabem, o que pensam e querem, o que imaginam e ignoram sobre o tema em questão, e quais das suas necessidades/questões da realidade e cotidiano dos alunos poderiam ser respondidas pelo material disponibilizado.

Dessa forma, a partir de uma organização temática neste presente estudo, o tema socioambiental em torno da Baía de Guanabara/RJ, que foi o pano de fundo para que os visitantes e alunos tivessem a curiosidade de acessarem e estudarem, respectivamente. Neste âmbito socioambiental e a partir da realidade de um ecossistema ambientalmente degradado, no caso do produto educacional ser utilizado em uma sala de aula possa refletir e dialogar com as origens, causas e possíveis soluções de curto, médio e longo prazo para o equacionamento do problema. Esta abordagem permite, através do diálogo, dos conceitos e temas apresentados, a difusão da Ciência e da Educação Ambiental entre os alunos, bem como o desenvolvimento de uma sensibilidade socioambiental.

O segundo eixo, pedagógico, implicou em uma análise dos destinatários da mensagem, propondo identificar suas ideias construtoras e os possíveis conflitos conceituais a provocar e questionar. Nesta perspectiva, a pesquisa diagnóstica do público e suas ideias prévias buscou abranger todo o público da idade escolar. Convém destacar, que por estarmos trabalhando em um *site*, que possui um número de visitantes ilimitado, é necessário produzir um conteúdo acessível, sem distinção de faixa etária ou nível de aprendizado. Nesse sentido, consideramos que os visitantes já tenham algum conhecimento prévio a respeito da Baía de Guanabara, seja pela televisão ou jornais, ou mesmo por residirem próximos a ela.

Diante dessa perspectiva e após a pesquisa temática dos conteúdos, a serem abordados, e das referências, realizou-se a montagem e elaboração do recurso interativo para aprofundar o conhecimento dos conceitos através dos painéis interativos com vídeos, imagens, links, textos expositivos e atividades de aplicação como jogos de perguntas e respostas e caça-palavras interativo. Desse modo e de acordo com Duarte (2018), os textos nas diferentes linguagens (escrita, audiovisuais, icônicas e sonoras) foram

explorados de modo a proporcionar maior interatividade, possibilitando uma leitura crítica a partir de diversas perspectivas.

Ainda sobre a dimensão pedagógica do Produto Educacional, adotou-se as metodologias de ensino por investigação (SOLINO; GEHLEN, 2014; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017; SCARPA; CAMPOS, 2018) e as etapas dos Três Momentos Pedagógicos, fundamentados na perspectiva da Abordagem Temática Freireana (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Isso será feito com base em uma proposta para que o professor possa utilizar em sala de aula o produto educacional (material digital interativo) desenvolvido para o *site* Ciência Viva (Anexo 4).

A partir desta sequência didática que contém sugestões de atividades (presenciais e virtuais) para o primeiro momento pedagógico - a problematização inicial - como um ponto de partida para despertar a curiosidade dos alunos e seus conhecimentos prévios através da visita ao Museu Virtual de Ciências. O professor poderá sistematizar o conhecimento (fase da organização do conhecimento) extraindo conhecimentos dos estudantes a partir da interação com objetos museológicos digitais (conteúdo temático digital e o recurso interativo), em busca de discussão de problemas, perpassando por processos investigativos de elaboração de hipóteses, verificação, socialização de resultados e argumentação.

Objetivou-se, nesta proposta de produto educacional, uma abordagem da Educação Ambiental crítica que possa ser abordado na Educação Básica com a utilização de estratégias e recursos didáticos variados em torno de uma mesma temática.

O terceiro eixo, comunicacional, abrange a linguagem utilizada, acessibilidade o formato e o desenvolvimento narrativo. Nesta proposta, optamos pela interatividade entre o usuário e conhecimentos científicos, articulados entre o conteúdo digital temático e o recurso interativo. Além disso, a linguagem utilizada foi estabelecida pela técnica da linguagem simples, que têm como função essencial a transformação do texto escrito em um eficiente veículo de comunicação. Também tivemos uma preocupação em disponibilizar recursos de acessibilidade, como as tecnologias assistidas.

Dessa forma, o Produto Educacional concebido a partir desta presente pesquisa, busca integrar um ensino de Ciências que pode ser um espaço expressivo, que contribui para a reconstrução da relação entre o ser humano e os outros componentes do ambiente por meio das novas tecnologias digitais, possibilitando a reflexão e criticidade ao questionamento do que se observa, ouve e evidencia-se, para explicações e solução de

problemas sobre os fenômenos naturais, compreensão, transformação social e colaboração dos modos de atuar na natureza e de utilizar os seus recursos.

Com base nesses princípios, definidos por Kaplún (2003), iniciamos a etapa de construção do produto propriamente dito, através da montagem e edição do conteúdo digital temático, no *site* do Museu Virtual do Espaço Ciência Viva. Nesta etapa buscou-se contribuir com a discussão sobre o tema escolhido “Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável” proporcionar a reflexão das questões socioambientais com o intuito de promover a criticidade envolvendo o Meio Ambiente e a Sociedade.

8.4.1 Exposição virtual “Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável”

A página inicial da exposição virtual apresenta o título do tema “Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável”. Destaca-se, ainda, na página inicial a imagem da Baía de Guanabara (Figura 5). Por meio da ilustração/paisagem da Baía de Guanabara é possível chamar a atenção dos visitantes virtuais para além das belezas naturais, a sociedade. Nessa primeira página adicionamos pequenos blocos de hipertextos com conceitos relacionados ao Meio Ambiente, destacados em negrito. Esses hipertextos foram elaborados com base na técnica da linguagem simples (por exemplo, um layout simplificado) sem perder informação ou estrutura. Desta forma, com o objetivo da disseminação do conhecimento científico, optamos pela estratégia de comunicação da utilização desses hipertextos digitais. De acordo com Gusmão (2015) “um texto exclusivamente virtual formado, na sua essência, por links” (p. 4). A partir dos hiperlinks formou-se, assim, uma grande rede de informações interativas. A utilização de hipertextos é considerada uma escrita diferente da tradicional, pois procura novas maneiras de interação (REBOUÇAS; INOCÊNCIO 2017).

Os blocos de textos iniciais destacam a importância da acessibilidade cultural da Baía de Guanabara por meio de suas paisagens, assim como sua preservação para o equilíbrio ecológico, de modo articulado com o contexto do movimento da Cultura Oceânica, já realizado pelo *site*, escolhido como uma das ações prioritárias da Década da Ciência Oceânica, tema eleito pela Organização das Nações Unidas (ONU) nesta década de 2021-2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

Em seguida, figura 6, é apresentada um texto eletrônico com o objetivo de Divulgação Científica. O intuito do texto é abordar questões sobre Meio Ambiente e Sociedade, assim como promover vivências de aprendizagem a partir da interação com os elementos multimídia que os constituem.



Figura 5. Página inicial com o tema do conteúdo Digital Temático, disponível no site do Museu Virtual de Ciências: Espaço Ciência Viva

Destacamos problemáticas socioambientais observadas neste ecossistema, como, por exemplo, a poluição por lixo e por esgoto nas águas da Baía, impactando diretamente a população e as comunidades pesqueiras que vive em seu entorno, e também, reflexões sobre a biodiversidade que resiste em meio à degradação ambiental. Além disso, trata-se da possibilidade deste quadro melhorar, por meio do convite aos visitantes virtuais a assistirem ao *trailer* do documentário: “Baía Urbana” do Biólogo e Documentarista Ricardo Gomes¹⁰ disponível no *YouTube* e inserido conteúdo digital temático (Figura 6).

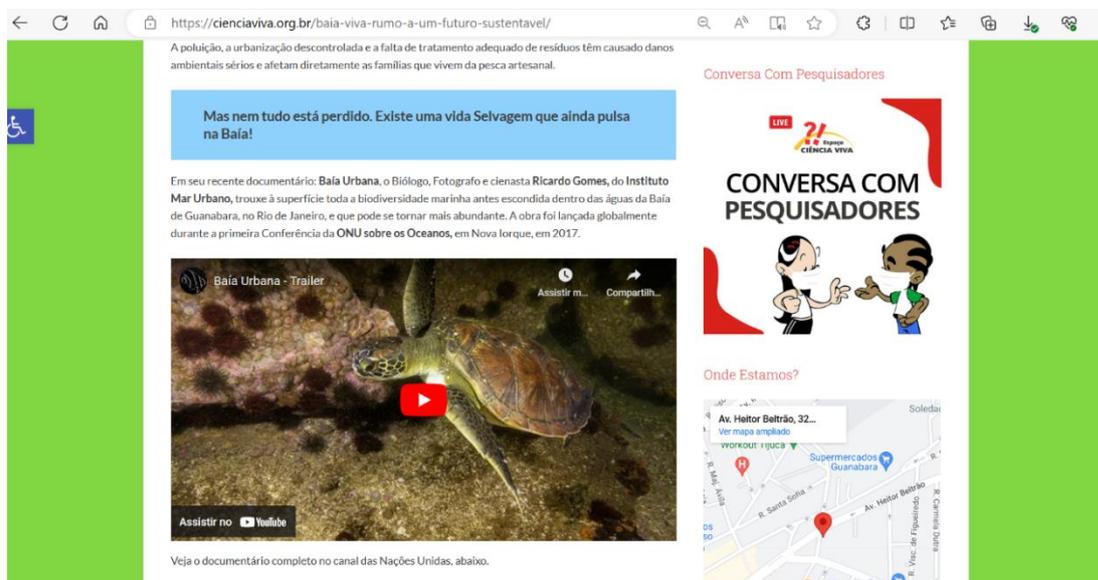


Figura 6. Continuação do *layout* da página do conteúdo digital temático com uma pré-visualização do hipertexto digital

¹⁰ Licenciado em Ciências Biológicas e Bacharel em Biologia Marinha pela UFRJ. Realiza hoje Palestras sobre sustentabilidade dos Oceanos. Trabalho reconhecido pela ONU que lançou seu último documentário, Baía Urbana, na Conferência do Oceano realizada em Nova Iorque em 2017.

Por outro lado, buscou-se no conteúdo digital proporcionar a interdisciplinaridade, relacionando o conceito de sociobiodiversidade ao meio ambiente. Dessa forma, poderá ser utilizado por outras disciplinas do campo das Ciências Sociais, além de incentivar a pesquisa e a busca de informações, estimulando os usuários e alunos a investigar e estimular a conscientização ambiental, destacando-se a necessidade da conservação ambiental em múltiplos aspectos.

Buscou-se uma abordagem lúdica, interativa e dinâmica, descritas anteriormente e, por último, uma abordagem inclusiva. Para a inclusão utilizamos as tecnologias assistidas, com o intuito de promover mais acessibilidade e autonomia para as pessoas com deficiência no Conteúdo Digital Temático. Adotaram-se para isso as recomendações de Pierobon (2014) para melhorar a acessibilidade das páginas.

Desta forma, encontra-se disponível no conteúdo digital temático, as funções de navegações para tornar mais fácil aos usuários a visualização e audição de conteúdo, incluindo as separações das camadas da frente e de fundo, tais como: aumento da fonte, escala de cinza, autocontraste, contraste em negativo, luz de cor de fundo, links sublinhados e fonte legível, além de fornecer alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual, em Braille, fala, símbolos ou linguagem mais simples, conforme o dispositivo *Vibras*. Ambas as ferramentas se encontram disponíveis nas laterais (esquerda e direita), como pode ser observado na Figura 7.

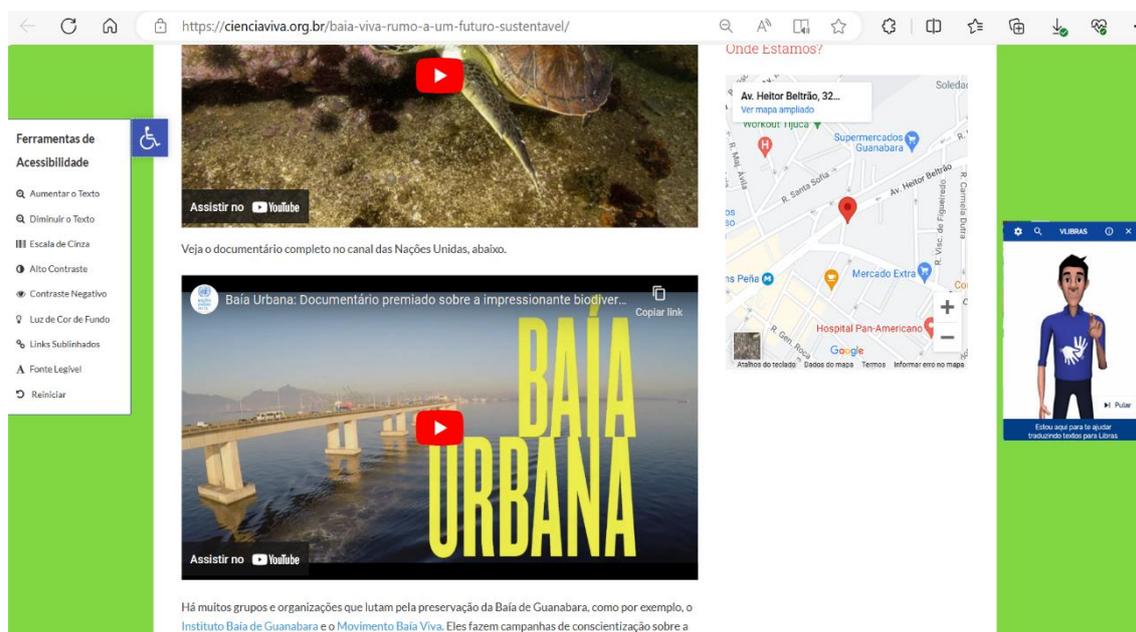


Figura 7. Recursos de acessibilidade presentes no Conteúdo Digital Temático

8.4.2 “Guia didático interativo: uma investigação embaixo d’água”

A segunda etapa do Produto Educacional consistiu na produção de um recurso interativo denominado: “Guia Didático interativo: uma investigação embaixo d’água” para ser utilizado por professores e alunos em escolas para a contextualização conceitual e científica do conteúdo digital temático. Para tanto, utilizou-se de diversos recursos interativos disponibilizados pela plataforma *Genially*. Foi utilizado recursos, tais como: janelas e ícones interativos, zoom, e links, em conjunto com elementos multimídias, hipertexto, imagens, vídeos entre outros.

A página de apresentação do Guia Didático Interativo pode ser observada na Figura 8.

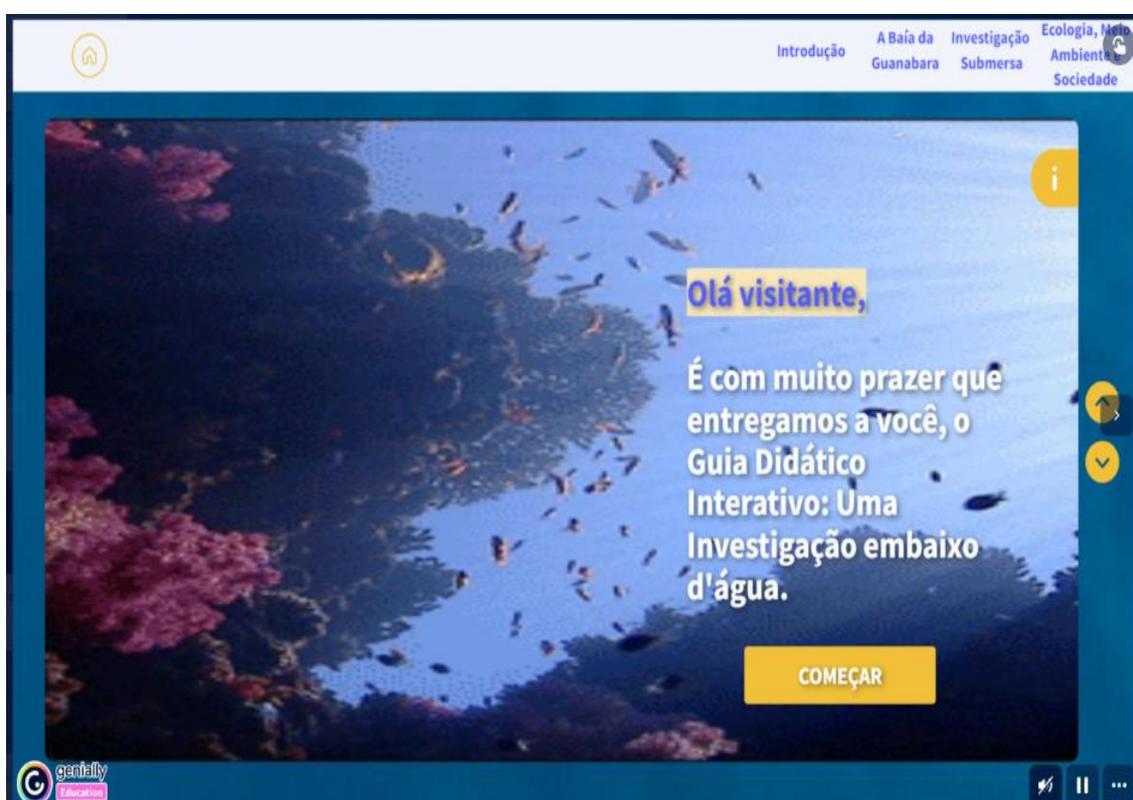


Figura 8. Imagem da apresentação do Guia Didático interativo: Uma investigação embaixo d’água

Assim como em todos os painéis interativos, na parte superior à direita foi colocado um índice do guia, com os tópicos a serem abordados no guia. Esse índice tem como objetivo facilitar a navegação dos usuários. Convém destacar que o ensino promovido pela interatividade vai além do uso da tecnologia, pois permite que o aluno se torne o centro do processo da construção do conhecimento. Henriques e Lara (2021, p. 218) apontam que a interatividade tem [...] o potencial de oferecer protagonismo ao usuário, que deixa a posição de mero visitante para se tornar produtor de conhecimento.

No Guia Didático é disponibilizado uma aba - “A Baía de Guanabara” - como pode ser observado na Figura 9. Essa aba busca apresentar para o professor o tema do conteúdo digital temático, com exemplos inspiradores de pessoas engajadas na recuperação e na defesa da Baía de Guanabara.

Por meio da aba o professor ou visitante será apresentado a websérie documental disponível no Youtube: "Guanabara: baía que resiste", uma realização de ((o)eco, com patrocínio da Fundação Grupo Boticário. O documentário mostra a grande diversidade de espécies marinhas encontradas na baía, com projetos de restauração e recuperação em áreas mais preservadas, além de casos de empreendedorismo sustentável e geração de renda que podem ajudar a mudar a história da região hidrográfica da baía.

É disponibilizado também nessa aba três blocos de textos com ícones interativos, alinhados ao tema principal: 1) “A descoberta da Baía, resgate sócio-histórico e cultural”, 2) “Sociobiodiversidade na Guabaraba” e 3) uma “Exposição Virtual: Peixes que estão em perigo na Baía de Guanabara” (Figura 9).

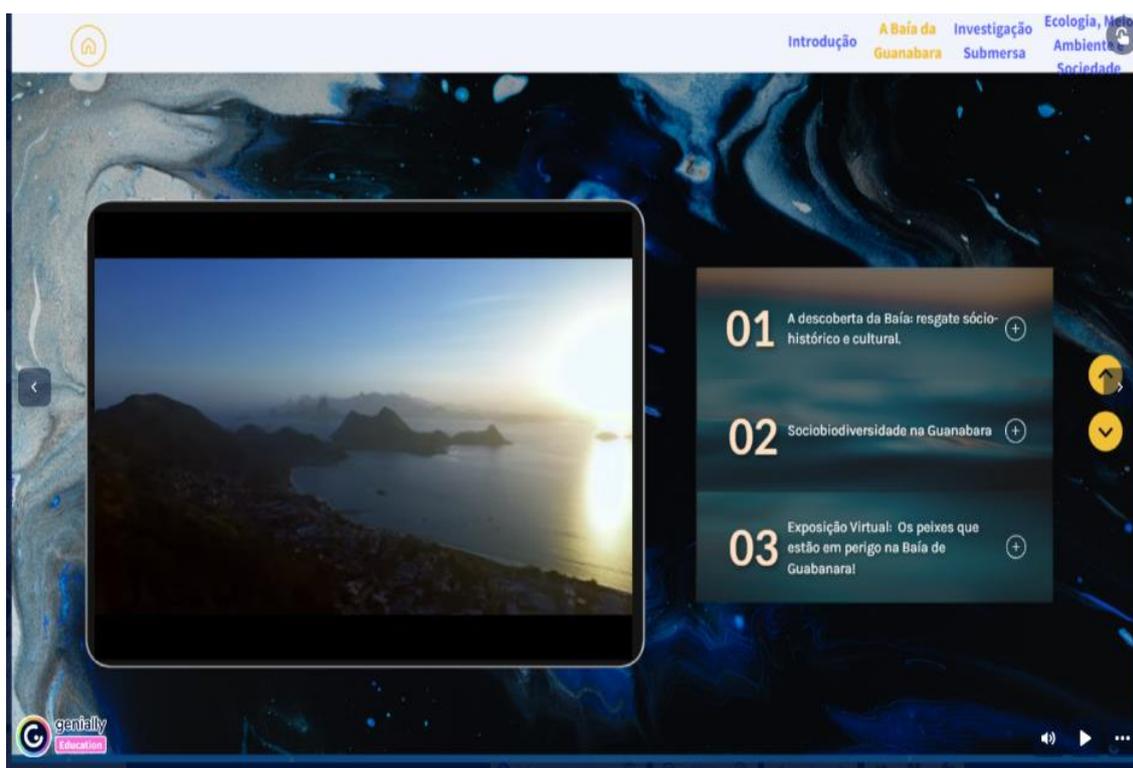


Figura 9. Aba- “A Baía de Guanabara” do Guia Didático Interativo. Detalhe dos três blocos de textos

Buscou-se abordar nesses 3 blocos de textos a relação do ser humano com o mundo, assim como a desafios e possibilidades das questões socioambientais da Baía de Guanabara, estratégia fundamental para estimular o desenvolvimento de sujeitos sociais críticos e de um mundo mais humano. Assim, sob a luz de uma pedagogia da

sustentabilidade, amparada em Freire (2005), é possível a construção de realidades sustentáveis a partir da reflexão crítica em termos de melhoria da qualidade de vida de todos os seres vivos e garantindo a sustentabilidade. Contudo, na proposta do recurso interativo, as informações encontram-se disponíveis por meio de hipertextos e elementos multimídia (áudio, imagens e vídeos) associados à interatividade.

Outro recurso proposto no Guia Didático interativo é o jogo: “Conhecer para preservar: um desafio subaquático” do tipo *escape room*. Esse jogo permite que os alunos resolvam questões a partir dos conteúdos abordados (localizado na Aba – Investigação Submersa) (Figura 10). Essa aba foi elaborada para o produto educacional a partir de um modelo já existente da plataforma *Genially*. O *escape room*, conforme Gutiérrez-Fallas (2024), é um tipo de jogo em que a partir da resolução de pistas, enigmas e problemas, os participantes conseguem liberar-se de uma sala fechada. Apesar de ser uma brincadeira, que vem crescendo com a ampliação dos jogos virtuais, de acordo com os autores a experiência pode ser muito positiva no campo educativo.

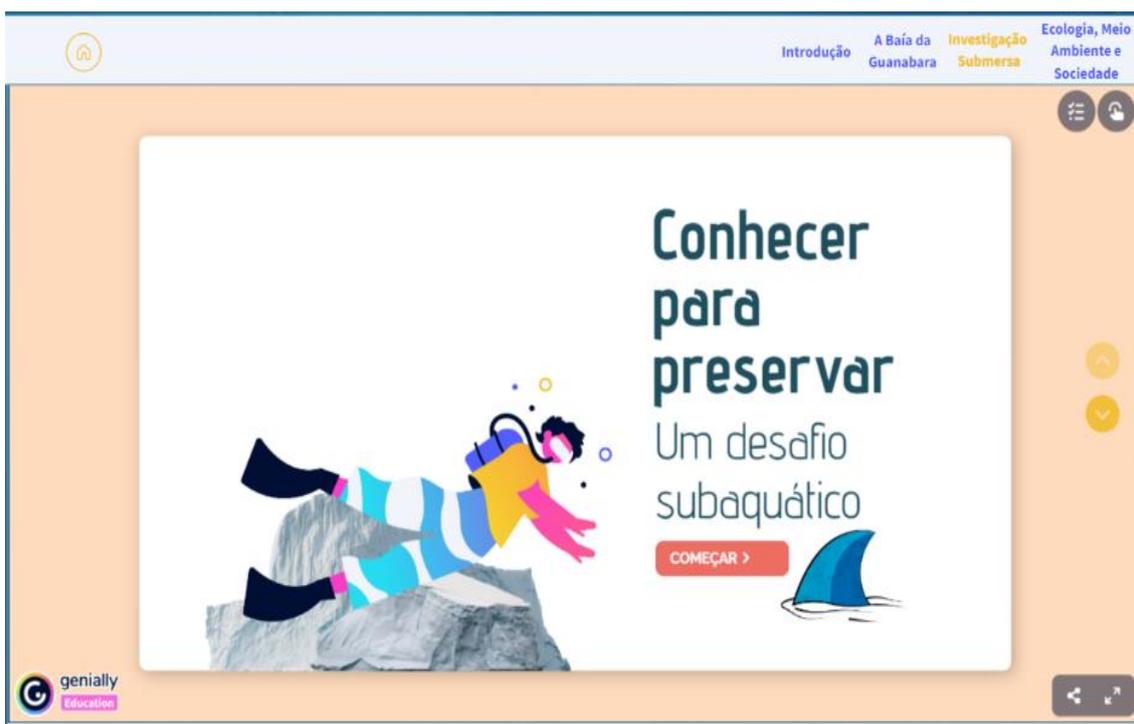


Figura 10. Jogo: “Conhecer para preservar: Um desafio subaquático” disponível na Aba - Investigação Submersa do Guia Didático Interativo.

Outro jogo disponibilizado no Guia Didático interativo é o caça-palavras interativo. Este jogo se encontra na aba – “Ecologia, Meio Ambiente e Sociedade”. O jogo tem como objetivo facilitar o aprendizado e a revisão dos conhecimentos abordados (Figura 11). O caça-palavras interativo permite selecionar palavras que estão

relacionadas à Educação Ambiental. Além disso, possibilita também desenvolver a coordenação motora, pois os participantes têm que selecionar a palavra adequada.

Apesar de serem entendidos como uma atividade lúdica, os jogos seguem regras que devem ser observadas. De acordo com Maluf (2006), a incorporação de jogos, brincadeiras e brinquedos, na prática, leva ao desenvolvimento de diversas capacidades, as quais contribuem com a aprendizagem, amplificando a rede de significados construtivos tanto para as crianças como para os jovens.



Figura 11. Jogo - Caça-palavras interativo

Ao apresentamos uma proposta de atividades com o uso do jogo Caça- Palavras, envolvendo conteúdos com abordagem de Educação Ambiental, busca-se despertar o interesse no assunto, além de fornecer informações básicas sobre o tema em questão. Campos, Bortoloto e Felício (2008) defendem que as atividades lúdicas podem ser utilizadas na promoção da aprendizagem escolar ao possibilitarem uma aproximação dos alunos com conhecimentos científicos, sendo, assim, um importante recurso didático para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, na apropriação de conceitos, além de atender as características da infância e da adolescência.

O acesso ao Guia Didático interativo será realizado no *site* do espaço Ciência Viva, por meio do conteúdo digital temático. Esse acesso será feito a partir de um convite aos leitores para explorar a baía de Guanabara, em uma jornada interativa e de Educação Ambiental. Assim, os visitantes virtuais terão acesso a um link, direcionando-os ao

endereço eletrônico para acesso online do Guia ou poderão baixar uma versão off-line para usá-lo sem necessidade de conexão de internet.

8.4.3 Sequência didática para professor

Na página que se encontra o conteúdo digital temático também está disponível outro link para *download* de material em pdf com uma proposta de atividade investigativa elaborada como sugestão para os professores de aplicação para o conteúdo digital temático e o Guia didático interativo em sala de aula.

Nessa proposta para os professores é apresentada a sequência didática com base nos três momentos pedagógicos (Anexo 4), que se inicia com a problematização inicial. Sugere-se aos professores para promover a discussão de uma situação-limite, vivenciada pelos alunos e/ou comunidade. Em seguida os professores podem estimular os alunos a visitarem o Museu Virtual do Espaço Ciência Viva. No segundo momento pedagógico – sistematização e organização do conhecimento – busca-se propor aos professores que orientem os estudantes a iniciarem uma investigativa com base nos elementos do ENCI tratado por (SOLINO; GEHLEN, 2014; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017; SCARPA; CAMPOS, 2018), e que o professor realize uma contextualização com estudo da realidade e o contexto social, por meio do “Guia Didático interativo – Uma investigação embaixo d’água”. Dessa forma, os professores podem utilizar o Guia como referência para aprofundar os conhecimentos sobre o tema em questão. É neste momento que os alunos podem elaborar hipóteses, assim como buscar formas para testar essas hipóteses. Para auxiliar nesta etapa, os alunos podem acessar o Guia Didático interativo e explorar algumas metodologias de diagnóstico ambiental, a partir da coleta de dados e informações sobre o meio ambiente. Na última etapa do processo investigativa, os alunos devem aplicar as metodologias escolhidas por eles e anotar os resultados encontrados.

No último momento pedagógico – aplicação do conhecimento – sugere-se aos professores que promova um debate em sala de aula, com opiniões baseadas nos estudos e atividades realizadas. Os alunos devem também realizar o registro individual, por meio de escrita ou desenho, da conceituação científica, de acordo com as situações vivenciadas para a discussão coletiva.

Depreende-se que o Produto Educacional, proposto, é um material pedagógico elaborado com auxílio das tecnologias e mídias digitais, os quais estão disponíveis para domínio público e aplicadas à educação. Possui o objetivo de contribuir e incentivar no processo de ensino e aprendizagem com a formação voltada à cidadania e da cultura

científica. Além disso, o produto educacional, a partir da sequência didática para os professores, busca dar um suporte para que os professores possam ter uma abordagem com o uso do conteúdo digital temático disponibilizado no *site* Espaço Ciência Viva.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui desenvolvido reforça a importância da temática escolhida. Quando o iniciamos, partimos do pressuposto de que os museus virtuais de Ciências podem ser utilizados como dispositivos/recursos complementares que contribuam no ensino de Ciências e Biologia na educação básica. Entretanto, por meio do estudo exploratório e avaliação dos *sites* dos museus virtuais encontrados na internet, identificou-se que a maioria dos *sites* dos museus virtuais apresenta apenas informações/dados sobre a instituição (horário de funcionamento, endereço, exposições, atividades no museu, redes sociais, entre outros), o que revela, que a utilização dos ambientes virtuais dos museus ainda não tem sido utilizada em todas as suas potencialidades

Observaram-se problemas como a dificuldade na organização, confiabilidade das fontes de informação e desigualdades de acesso e utilização dos Museus Virtuais. Ainda, assim, enfatizamos que o museu virtual pode ser considerado um meio de se promover a Cultura Científica, na medida em que possibilita o acesso àquelas pessoas que não conseguem visitar um museu físico e só possuem a disponibilidade de visitá-lo por meio da internet, que pode ainda comportar-se como um importante instrumento de divulgação do Museu físico, despertando o interesse do visitante em conhecer também o Museu físico.

No entanto, quando tratamos da inserção em uma Cultura Científica, no caso dos Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências, não se trata apenas de uma mera reprodução de conteúdos do ambiente físico para o virtual. Consideramos que é necessário um conjunto de novas linguagens, capazes de potencializar a participação, a construção e a interatividade, contribuindo para envolver os visitantes virtuais nos processos de comunicação, e tornando-os produtores e difusores do conhecimento científico. A presente pesquisa reforça a Divulgação Científica como sendo um ponto de encontro entre a Ciência e a Sociedade, sendo os Museus Virtuais ambientes propícios para abordar temas variados de interesse da população, de forma interativa e atrativa, proporcionando experiências educativas para que os usuários compreendam princípios científicos e tecnológicos, despertando um interesse pela Ciência.

Na perspectiva educacional dos Museus e Centros de Ciências, ao longo deste estudo buscamos evidenciar a existência de características particulares dos espaços de educação não formal, que os diferem dos espaços formais, mas também considerando as especificidades da navegabilidade web. Essas especificidades referem-se às estratégias de comunicação com o público, como a abordagem lúdica que os Museus Virtuais de Ciências oferecem, visto que tem por objetivo principal alcançar todos os tipos de público, e apoiar o processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que torna a prática pedagógica mais harmônica e agradável. Esses espaços devem ter uma abordagem mais contextualizada dos temas cotidianos, ligados a fenômenos naturais com leveza e de forma prazerosa, contribuindo para que ocorra a aprendizagem crítica e significativa desejada.

Assim como os objetos museológicos digitais, tais como, os elementos multimídia (imagens, sons, animações, vídeos e realidade virtual) são capazes de envolver o visitante, ao permitir certo controle das ações e do fluxo de informações, como o clique do mouse ou o toque na tela. Portanto, entendemos que os Museus Virtuais de Ciências, por meio da interatividade como processo de comunicação entre as pessoas e com relação entre seres humanos e máquina, proporcionam o enfoque dos visitantes virtuais os incentivando na construção de seu próprio conhecimento.

Neste sentido, é crucial para uma boa experiência do usuário a qualidade dos recursos técnicos de navegação, pois pode facilitar a compreensão dos conceitos apresentados aos visitantes virtuais e a busca por informações. Além disso, é interessante mencionar que a disponibilidade da inclusão e acessibilidade nos espaços museais ciber culturais, garante acesso a todos os usuários, eliminando barreiras na Web. A presença de recursos assistidos nas páginas dos museus virtuais de Ciências pode aumentar o acesso ao site, promovendo a democratização do acesso.

Em síntese, os aspectos acima destacados se configuram como elementos essenciais para se pensar as dimensões educativa e comunicativa nos museus virtuais de Ciências na atualidade, em especial no contexto brasileiro. Enfatizamos a importância da constante atividade de pesquisa e da reflexão sobre a prática como compromisso básico e indispensável aos profissionais da área de educação e comunicação em museus.

Diante desses apontamentos, e conforme foi discutido, as ações pedagógicas partem das ações dos navegadores e das estratégias de comunicação e Divulgação Científica com o público. Nesse contexto, a partir dos espaços virtuais encontrados, compreende-se que, apesar dos Museus de Ciências brasileiros explorarem pouco os

recursos tecnológicos em seus sites, é possível encontrar materiais interessantes e ricos, que podem servir de apoio às aulas de Ciências e Biologia. Destaca-se que a maioria dos materiais presentes nos Museus Virtuais pesquisados é de caráter de Divulgação Científica e se apresentam de forma bastante interdisciplinar.

Somados a essa reflexão, trazemos alguns aspectos dos Museus Virtuais e Cibermuseus de Ciências, a partir dos relatos coordenadores dos seus sites. Neste sentido, o estudo evidenciou que apesar das discussões a respeito desta temática, compreender essa tipologia de Museu, de fato, requer inúmeras relações e contrastes, além de trazer múltiplas interpretações, por não serem temas fechados ou acabados. Diante dessas concepções, aliadas às funções atribuídas aos Museus Virtuais de Ciências, é possível pensar que o Museu assume o papel de ser um espaço pedagógico no qual, diferentes discursos estão imbricados e por onde são disseminados valores, padrões históricos e culturais.

As narrativas dos coordenadores dos sites revelaram que o desenvolvimento de Museus e exposições virtuais de Ciências contribui para a qualificação do ensino das Ciências, com ênfase na criatividade e experimentação, utilizando técnicas mais modernas de comunicação com o público, que podem oferecer oportunidades aos visitantes de adquirir uma compreensão da Ciência como um processo de construção de explicações sobre fenômenos naturais na maneira como eles são contextualizados pela cultura prevalecente.

Convém destacar que os resultados aqui obtidos reforçam o papel social dos museus virtuais de Ciências para democratização dos conhecimentos científicos, através do seu papel na popularização da Ciência, Divulgação Científica e ensino de Ciências, já mencionados, e em conjunto com variedade de recursos tecnológicos assistidos, para aumentar o acesso ao conhecimento científico e promover a geração/formação da cultura científica.

Nesse contexto, evidencia-se a necessidade de mais estudos no sentido de explorar os espaços dos museus virtuais e cibermuseus de Ciências como ambientes de apropriação, criação, reconstrução e de compartilhamento de conhecimentos científicos, de modo que os conhecimentos sejam significativos ao grande público e também para os estudantes (em propostas pedagógicas), e no caso de serem usados em processos de ensino e aprendizagem que eles possam levá-los a experienciar novas formas de aprender Ciências.

Espera-se que o produto educacional, proposto por essa pesquisa, possa assumir o caráter permanente de centro de difusão e popularização da ciência, utilizando tecnologias abertas e ampliando a base de pesquisa para o desenvolvimento de inovações semelhantes. Através da disponibilização de artefatos científicos, tecnológicos, históricos, culturais e pedagógicos, integrando textos, material iconográfico, vídeo e áudio, buscou-se contribuir para a Divulgação Científica. O Guia Didático e a sequência didática disponibilizados para ser usado pelo professor em sala de aula podem contribuir no processo de ensino e aprendizagem de temáticas relacionadas ao meio ambiente e sociedade, permeadas pela abordagem da Educação Ambiental crítica.

Ressalta-se que não validamos o produto educacional. Dessa forma, deseja-se como perspectivas futuras avaliar a potencialidade do conteúdo digital temático para a popularização da Ciência. Além disso, se faz necessário em uma próxima pesquisa, um estudo da aplicação da sequência didática (com base nos textos e das atividades propostas disponibilizados no conteúdo digital temático e Guia Didático) pelos professores. Essas análises podem possibilitar uma avaliação mais completa do produto educacional, proposto neste estudo de pesquisa, e eventuais ajustes realizados no material para alcançar maior potencialidade de divulgação científica e também educativa.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Eliane Fernandes Gadelha. **Concepções de diversidade na base nacional comum curricular - anos iniciais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestre em Educação). 134p. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2020.

AQUINO, Miriam de Albuquerque; COSTA, Antonio Roberto Faustino; WANDERLEY, Alba Cleide Calado; BEZERRA, Leblam Tamar Silva; LIMA, Izabel França; SANTIAGO, Stella Moraes. A ciência em ação: o museu virtual de imagens da cultura africana e afrodescendente. **Inclusão Social**, v. 2, n. 1, p. 18-29, 2007.

ABCMC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA; CASA DA CIÊNCIA; MUSEU DA VIDA. **Centros e museus de ciências do Brasil**. Rio de Janeiro: ABCMC, 2015.

BARBIERI, Loris; BRUNO, Fabio; MUZZUPAPPA, Maurizio. Virtual museum system evaluation through user studies. **Journal of Cultural Heritage**, 26, 101-108, 2017.

BARBOSA, Cátia Rodrigues; PORTO, Renata Maria Abrantes Baracho; MARTINS, Cesar Eugenio Macedo de Almeida. **Museus: sistemas de informação para uma realidade**

virtual. In: **XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (ENANCIB)**, Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, Fernanda Costa; DE PAULA VIEIRA, Darlene Ana. Os Desafios da Educação no Período de Pandemia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p.826-849 jan. 2021.

BARROS, Kazue Saito Monteiro de; CRESCITELLI, Mercedes Fátima de Canha. **Prática docente virtual e polidez na interação**. In: MARQUESI, Sueli Cristina; ELIAS, Vanda Maria da Silva; CABRAL, Ana Lúcia Tinoco. São Carlos: Editora Clara Luz, p. 73-92, 2008.

BASSANI, Patrícia B. Scherer et al. Usabilidade e acessibilidade no desenvolvimento de interfaces para ambientes de educação à distância. **Renote**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, 2010.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Museus. Guia dos Museus Brasileiros**. Brasília: Instituto Brasileiro de Museus, 2011.

BRASIL. **Ministério da Educação e do Desporto**. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais. Brasília, 1997

BRISA, Zamana. Virtual ou não: eis a questão! – Conceitos fundamentais para a (des) construção de um museu dito “virtual”. **Cadernos de Sociomuseologia**, [S.l.], v. 53, n. 9, 2017.

CAMPOS, Lucrecia Chumpitaz; HERMOZA, Feijoo Angel; ROMANÍ, Llaullipoma José Alberto; PANAQUÉ, Rivero Caro. Percepciones de estudiantes de secundaria sobre el uso del museo virtual 3d para el aprendizaje de la ciencia. **Campus Virtuales**, v. 5, n 1, p. 30- 35, 2016.

CAMPOS, Luciana Maria Lunardi; BORTOLOTO, Tânia Mara; FELÍCIO, Ana Karina. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos núcleos de Ensino**, v. 47, p. 47-60, 2008.

CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 89–104, 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa Infantsi; BARROS, Marcelo Alves; GONÇALVES, Maria Elisa Rezende; REY, Renato Casal de. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CAZAUX, Diana. **Origen y desarrollo de los Museos Interactivos de Ciencia y Tecnología**. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano. 220 p, 2019.

CENTROS E MUSEUS DE CIÊNCIA DO BRASIL 2015. Rio de Janeiro: **Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência (ABCMC)**: UFRJ.FCC. Casa da Ciência; Fiocruz. Museu da Vida, 2015.

CGEE. **Percepção pública da C&T no Brasil**. Resumo executivo. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019.

CHASSOT, Ático. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. 368 p., Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ, 2011.

CHONG, Cordelia; SMITH Diantha. Interactivi Learnigs Units on Museum Websites. **Journal of Museum Education**, p. 169-178, 2017.

COLL, César; MAURI, Teresa; ONRUBIA, Javier. **A incorporação das tecnologias da informação e da comunicação na educação: do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso**. In: COLL, César; MONEREO, Carles. *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, p. 66-93, 2010.

COSTA, Edith Gonçalves; ALMEIDA, Ana Cristina Pimentel. Ensino de ciências na educação infantil: uma proposta lúdica na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS). **Ciência & Educação**, v. 27, 2021.

DANIELA, Linda. Museus Virtuais como Agentes de Aprendizagem. **Sustentabilidade**, v. 12, n. 7, 2020.

DANTAS, Luiz Felipe Santoro; DE SÁ ALVES, Thiago Rodrigues; DECCACHE-MAIA, Eline. A importância dos centros e museus de ciências: a contribuição de suas atividades. **International Journal Education And Teaching**, 2020.

DUARTE, Mónica Marcela Sánchez. Acercamiento al patrimonio urbano difuso de Tunja (Colombia) a través de una experiencia enmarcada en los museos virtuales para el aprendizaje. **El Ágora USB**, v.18, n. 2, p. 414–425, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio. **Concepção Problematizadora do Ensino de Ciências na Educação Formal**. Dissertação de Mestrado. FE/USP, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física? Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DIAS-TRINDADE, Sara; RIBEIRO, Ana Isabel; MOREIRA, José Antonio. Museus virtuais interativos enquanto artefactos digitais para a aquisição de competências e conhecimentos: o projeto UC Digital. **Museus virtuais e jogos digitais–novas linguagens para o estudo da História**, p. 193-214, 2019.

DÍAZ, Luis Alfredo Baratas; DEL EGIDO, Angeles. Science museums on the Internet. **Museum International**, v. 51, n. 4, p. 35-41, 1999.

DUMBRA, Camila Nataly Pinho. **Museu virtual interativo: perspectivas e possibilidades de educativas não-formais em ambiente museológico virtual**. 133 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2013.

EGUZ, Şule. Disponibilidade de aplicativos de museus virtuais em cursos com base nas visões dos professores de sala de aula. **Revista Cipriota de Ciências da Educação**, 2020.

EICHLER, Marcelo Leandro; DEL PINO, José Claudio. Museus virtuais de ciências: uma revisão e indicações técnicas para o projeto de exposições virtuais. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2007.

ELISONDO, Romina; MELGAR, María Fernanda. Museos y la Internet: contextos para la innovación. **Innovación educativa**, v. 15, n. 68, p. 17-32, 2015.

FOLADOR, Heloisa de Faria; JUNIOR, Pedro Donizete Colombo; OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta. Museus virtuais de Ciências: divulgação científica e interatividade no ciberespaço. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 7, n. 3, p. 79-99, 2023.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salete Linhares. Textos de divulgação científica no ensino de Ciências: uma revisão. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 148p. 1975.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 2002.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREITAS, André Luis Castro de; FREITAS, Luciane Albernaz de. A educação problematizadora em Paulo Freire: Desafios para a sociedade contemporânea. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**, p. e022120-e022120, 2022.

FRONZA-MARTINS, Aglay Sanches. **Realidade virtual & educação não-formal: experiências fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. 364p.

GADOTTI, Moacir. **A questão da educação formal/não-formal**. 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Eduardo Andrade; CATÃO, Vinícius; SOARES, Charley Pereira. Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 81-97, 2015.

GOMES Natasha PIMENTA; DE FARIA, Fernanda Luiza. Um estudo dos espaços virtuais de museus de ciências no contexto do ensino de química. # **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2022.

GOMES, Isabel; CAZELLI, Sibebe. Formação de mediadores em museus de ciência: saberes e práticas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, p. 23-46, 2016.

GUSMÃO, Zilma da Silva. Hipertexto e dialogismo: uma análise do caráter dialógico na leitura de hipertextos da Folha de São Paulo realizada por dois alunos do curso de Sistemas de Informação. **Encontro Nacional de Hipertexto e Tecnologias Educacionais**, v. 6, 2015.

GUTIÉRREZ-FALLAS, Luis Fabián. Escape Room no ensino das funções: uma experiência de gamificação. **Debates em Educação**, v. 16, n. 38, p. e16081-e16081, 2024.

HAWKEY, Roy. The science of nature and the nature of science: Natural history museums on-line. **Electronic Journal of Science Education**, v. 5, n. 4, 2001.

HENRIQUES, Rosali. Museus virtuais e cibermuseus: a internet e os museus. **Museu da Pessoa**, v. 1, p. 1-17, 2014.

HENRIQUES, Rosali. Os museus virtuais: conceitos e configurações. **Cadernos de Sociomuseologia**, v. 56, n. 12, p. 53-70, 2018.

HENRIQUES, Rosali. **Museus virtuais e cibermuseus: A Internet e os museus**. Lisboa. 2004.

HENRIQUES, Rosali; DE LARA, Lucas Ferreira. Os museus virtuais e a pandemia do covid 19: a experiência do Museu da Pessoa. **Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 10, n. Especial, p. 209-220, 2021.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS. **Os Museus**. Disponível em: <https://www.gov.br/museus/pt-br> Acesso em: 29 de março de 2021.

ICOM. Descubriendo el mundo de los pequeños museos regionales y sus comunidades en Europa, América Latina y el Caribe. **Conselho Internacional de Museus (ICOM)**, 2019.

ICOM. Museos, profesionales de los museos y COVID-19: resultados de la encuesta. **Conselho Internacional de Museus (ICOM)**, 2020.

JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em extensão**, v. 7, n. 1, p. 55-66, 2008.

KAPLÚN, Gabriel. Material educativo: a experiência de aprendizado. **Comunicação & Educação**, n. 27, p. 46-60, 2003.

KAZANIS, Sophia; KONTOGIANNI, Georgia; CHLIVEROU, Regina; GEORGOPOULOS, Andreas. Developing a virtual museum for the ancient wine trade in eastern mediterranean. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 42, p. 399-405, 2017.

LASALVIA, Vania Cristina; GOMES, Anderson Stevens Leônidas; DA SILVA, José Antônio Aleixo. Programa governamental professor conectado: uma análise não pedagógica das TIC na região do médio São Francisco. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 7, n. 12, 2017.

LEITE, Clara Velloso Teixeira; LIMA, Adriano Paulo; MACIEL, Thaís Rodrigues; SANTOS, Sergio Ricardo Brito; VIANNA, Marcelo. A baía de Guanabara é um ambiente importante para a conservação neotropical? Uma abordagem ictiológica. **Diversidade e Gestão**, v. 2, n. 2, p. 76-89, 2018.

LEITE, Priscila Souza Chisté. Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. **7º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa**, v. 1, 2018.

LEITE, Maycon Batista; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Contextualização: para além das narrativas sistêmicas a favor da interdisciplinaridade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 2, p. 56, 2021.

LEMOS, André. **Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. Editora Sulina, 2008.

LÉVY, Pierre. **A conexão planetária: o mercado, o ciberespaço, a consciência**. São Paulo: Editora 34, 2001.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo, ED.34 Ltda, 1999.

LIMA, Guilherme; ROCHA, Jessica Norberto. Interações discursivas entre educadores museais e estudantes: um estudo de caso em um museu de ciências a partir das contribuições de Bakhtin e do Círculo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e21788-33, 2021.

NASCIMENTO, Viviane Briccia. **Fundamentos e metodologia do ensino das ciências da natureza**. Ilhéus: EDITUS, 2012.

MALUF, Ângela Cristina Munhoz. **Atividades lúdicas como estratégias de ensino aprendizagem**. Editora Vozes Limitada, 2006.

MARANDINO, Martha. **Educação em Museus e Divulgação Científica**. São Paulo. GEENF/FEUSP, 2003.

MARANDINO, Martha. Museus de ciências como espaços de educação. In: FIGUEREDO, B. G.; VIDAL, D. G. Museus: dos gabinetes de curiosidades à museologia moderna. Belo Horizonte: **Argumentum**, p. 165-176, 2005.

MARANDINO, Martha. **Educação em Museus: a Mediação em Foco**. São Paulo: GEENF/FEUSP, 2008.

MARANDINO, Martha; CONTIER, Djana; NAVAS, Ana Maria; BIZERRA, Alessandra; NEVES, Ana Luiza Cerqueira das. **Controvérsias em museus de ciências: reflexões e propostas para educadores**. São Paulo: FEUSP, 2016.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010. 312 p.

MENDES, Cleuber Fabiano Pereira; DE CASTRO, Denise Leal. A contribuição dos espaços não formais de educação na formação dos licenciandos em química do IFRJ-nilópolis. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 2, p. 190-209, 2019.

MORAES, Roque; DO CARMO GALIAZZI, Maria. **Análise textual: discursiva**. Editora Unijuí, 2007.

MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física". **Ciência & Educação**, v. 20, p. 617-638, 2014.

MUSEUSBR. **Plataforma Museusbr**. Disponível em: <http://museus.cultura.gov.br/>. Acesso em: 04 mai. 2023.

OLIVEIRA, Marizete Pinheiro; ALVES, Lynn Rosalina Gama. Museus digitais e ensino de ciências: uma revisão da literatura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 197-221, 2022.

PEREIRA, Cristiano de Cunha. **Guia de Linguagem Simples: para comunicação acessível em museus**. Porto Alegre, Marcavisual, 2023.

PEZZO, Mariana. Cultura científica e cultura de mídia: relações possíveis (e necessárias) na prática de divulgação da ciência. **ComCiência e divulgação científica**, p. 87, 2018.

PIACENTE, Maria. **Surf's up: Museum and the World Wide Web**. Toronto, ON: University of Toronto. MMST Research Paper, 1996.

PIEROBON, Jorge Luiz. **Museus e centros culturais virtuais: uma análise sobre o nível de interação e mediação entre o sujeito e o conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Multidisciplinar) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

PINILLA, Carmen Tejera. **La cibermuseografía didáctica como contexto educativo para la enseñanza y el aprendizaje del patrimonio: estudio de páginas web educativas de museos virtuales de arte**. (Tese de doutorado). Universidade de Sevilha, Sevilha, Espanha, 2012.

RAMOS, Daniela Karine; CAMPOS, Taynara Rubia. O uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 19, n. 2, p. 450-473, 2023.

RASINO Micaela del Valle, BROIERO, Ximena Ayelén; GARCIA-ROMANO, Leticia. Museos virtuales iberoamericanos en español como contextos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 1-26, 2020.

REBOUÇAS, Davi; INOCÊNCIO, Luana. Do ler ao navegar: a construção do conhecimento a partir do hipertexto. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 14, n. 34, p. 177-199, 2017.

REMELGADO, Ana Patrícia Soares Lapa. **Estratégias de Comunicação em Museus**. Instrumentos de Gestão em Instituições Museológicas. Tese de doutoramento em Museologia – FLUP, 2015.

RIBEIRO, Renata A.; KAWAMURA, Maria Regina D. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v. 5, 2005.

ROCHA, Marcelo Borges. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 47-68, 2012.

SABBATINI, Marcelo. **Museos y centros de ciencia virtuales. Complementación y potenciación del aprendizaje de ciencias a través de experimentos virtuales**. Tesis Doctoral: Universidad de Salamanca. 2004.

SABBATINI, Marcelo. Museus e centros de ciência virtuais: uma nova fronteira para a cultura científica. **Com Ciência**, v. 45, sem paginação, 2003.

SANTOS, Edmea; MARTI, Frieda; DOS SANTOS, Rosemary. O Museu como espaço multirreferencial de aprendizagem: Rastros de aprendizagens ubíquas na cibercultura. **Revista Observatório**, v. 5, n. 1, p. 182-201, 2019.

SANTOS, Graciela Vargas dos; FALAVIGNA, Gládis. Uso de museu virtual como recurso didático para auxiliar no processo e ensino e aprendizagem de Ciências e Química para alunos da EJA. **In Anais do IV Colóquio LusoBrasileiro de Educação – COLBEDUCA**, 2018.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36, p. 474-550, 2007.

SASSERON, Lucia Helena. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 180 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, p. 25-41, 2018.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SCHIEL, Dietrich; ORLANDI, Angelina Sofia. Ensino de Ciências por Investigação. **Centro de Divulgação Científica e Cultural**, USP, 2009.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de games: uma abordagem prática**. Cengage Learning, 2008.

SEÁRA, Everton; BENITTI, Fabiane; RAABI, André. A construção de um museu virtual 3D para o ensino fundamental. **INFOCOMP Journal of Computer Science**, v. 4, n. 1, p. 78-83, 2004.

SILVA, Ariane Abrunhosa da. **Educação & museus brasileiros: práticas educativas online e a potencialidade de uma cultura participativa**. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília. DF, 2018.

SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 141-162, 2014.

SOUZA, Tatiane Rezende Nunes et al. **Guia de acessibilidade para Ações Educativas na Fiocruz em versão leitura fácil**. Rio de Janeiro/RJ: Comitê Fiocruz pela

Acessibilidade e Inclusão das pessoas com Deficiência, 2023. 125p. Disponível em: <https://www.portal.fiocruz.br/documento/guia-acessibilidade-para-aco-es-educativas-na-fiocruz-em-versao-leitura-facil>

VALLIS, Mariana; PINTO, Benjamin Carvalho Teixeira. Um olhar sobre as bioexposições e divulgação científica em um aquário de visitação no Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Ciências & Ideias**, v 14, p. 1-18, 2023.

VASCONCELOS, Karla Colares. **As práticas educativas digitais nos museus virtuais**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2014.

VILLARREAL, Ana Bertha Hernández. **Contribuciones filosóficas para una nueva definición de museo**. In: Tereza Cristina Scheiner; Marcus Granato. (Org.). *Museus e museologia na América Latina: compartilhando ações para a pesquisa, a qualificação profissional e a valorização de estratégias inclusivas*. Rio de Janeiro, RJ: Unirio/ 2020.

VIRILIO, Paul. **Cibermundo: a política do pior**. Lisboa: Teorema, 2000.

VOGT, Carlos; MORALES, Ana Paula. O discurso dos indicadores de C&T e de percepção de C&T. **Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura e Los Libros de la Catarata**, Madri, 2016

VOGT, Carlos. **Cultura científica: desafios**. São Paulo: Edusp, 2003.

ZHENG, Ying et al. 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**, v. 14, n. 2, p. 69, 2019.

ZUIN, Antonio. O plano nacional de educação e as tecnologias da informação e comunicação. **Educação & Sociedade**, v. 31, p. 961-980, 2010.

11. ANEXOS

Anexo 1. Roteiro das Entrevistas

ENTREVISTA/QUESTIONÁRIO COORDENADOR DO MUSEU VIRTUAL

INFORMAÇÕES PESSOAIS

NOME:

e-mail:

CARGO/SETOR:

INSTITUIÇÃO:

FORMAÇÃO:

PERGUNTAS DIRECIONADAS AOS COORDENADORES DOS CIBERMUSEUS

1. Como podemos definir os museus virtuais da Ciência e Tecnologia, no seu ponto de vista?
- 2- Qual o papel dos museus virtuais no contexto de uma atividade complementar em ensino em relação aos professores da educação básica?
- 3- Você (senhor) considera que o site promove atividades educativas? Na sua experiência, o site possibilita aprender Ciências? Ou tem papel apenas na divulgação científica?
4. Os conhecimentos científicos apresentados nas exposições virtuais passam por um processo de transposição didática para melhor compreensão do público?
- 5- Por meio do museu virtual, você (senhor) considera que o conhecimento científico se encontra disponível através dos objetos virtuais museológicos (tour virtual, software, jogos, materiais didáticos)?
- 6- Como você avalia a comunicação e a divulgação científica oferecida pela plataforma do museu virtual de ciências?
7. Entrando no tema do museu que você trabalha, por que é importante conhecer a tema em questão?
8. Como foi sua experiência na gestão e desenvolvimento da plataforma do museu virtual ?
9. Quais atividades você acha interessante que o museu virtual disponibilize?
10. Tendo em vista a interdisciplinaridade da museologia, como essas áreas do conhecimento se encontram dando origem ao museu virtual?
11. O último levantamento da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências -ABCMC, divulgado em 2015, mapeou 268 museus e espaços voltados para a divulgação da ciência no país, quase 60% deles localizado no Sudeste e apenas 4% no Norte. Você acredita que o desenvolvimento das plataformas dos museus virtuais, seria uma solução para reverter a desigualdade na distribuição das instituições com caráter de museu?
12. Como a relação museu-escola pode favorecer o ensino de ciências, mais especificadamente como os museus virtuais podem favorecer o ensino de Ciências como proposta de novos espaços educativos?

Anexo 2. Termo de consentimento livre e esclarecido.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE TEORIA E PLANEJAMENTO DE ENSINO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Prezado,

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa denominada: PROPOSTA DE USO DE VISITAS VIRTUAIS A MUSEUS DE CIÊNCIAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA” que faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo denominado: “ATIVIDADES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS PARA INTEGRAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA: POSSIBILIDADES E DESAFIOS PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PÓS-PANDEMIA DA COVID-19”. A proposta do presente estudo de pesquisa é desenvolver proposta educativa em um Museu Virtual de Ciências e Tecnologia, como ferramenta de ensino na Educação Básica

Durante o desenvolvimento da pesquisa será realizado entrevistas com os responsáveis pela gestão e desenvolvimento do site de internet do Museu Virtual que será abordado, como objeto de estudo e campo de pesquisa. A entrevista semiestruturada contém 12 questões abertas, com o objetivo de fazer um levantamento sobre as concepções pessoais, e objetivos educacionais do museu virtuais através de suas plataformas online e de livre acesso. Os riscos relacionados com sua participação são mínimos de cansaço e/ou fadiga durante as entrevistas. A fim de diminuir esses riscos, as questões do roteiro serão mais objetivas possíveis, evitando perguntas com dupla interpretação e vocabulário acessível. A pesquisa também contará com visitas virtuais as plataformas campo, para posterior análise e compreensão destes espaços como possibilidade educativa no ensino em Ciências. Além disso, conforme determinada a necessidade da pesquisa em realizar visitas aos espaços físicos dos museus.

As ações das entrevistas poderão ocorrer de forma presencial ou remota (online), considerando a distância que os entrevistados se encontram da pesquisadora.

Os benefícios relacionados com a sua participação, contribuirá para o trabalho de conclusão de curso da discente de Mestrado Mariana Vallis. Os resultados obtidos serão utilizados para propor discussões educacionais que garantam um ensino integral associados a espaços educativos não formais.

Gostaria de esclarecer que as informações serão utilizadas exclusivamente para fins de investigação científica. Será garantido total anonimato e nomes fictícios serão utilizados na divulgação dos resultados da pesquisa. Em qualquer momento você pode retirar o consentimento da participação da pesquisa, sem qualquer prejuízo pessoal ou institucional, sem lhe acarretar quaisquer custos ou danos. Sua recusa em participar da pesquisa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição de ensino. Não haverá compensação alguma, seja ela financeira ou não, pela sua participação.

Pesquisador responsável: Benjamin Carvalho Teixeira Pinto

E-mail: benjamin@ufrj.br; Telefone: (21) 996839943;

Colaboradora: Mariana Vallis

E-mail: vallismariana@gmail.com; Telefone: (21) 998300374

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIGRANRIO, localizado na Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160 – CEP 25071-202 TELEFONE (21).2672-7733 – ENDEREÇO ELETRÔNICO: cep@unigranrio.com.br

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 20____.

Pesquisador Responsável

Participante da pesquisa

Pai / Mãe ou Responsável Legal (Caso o participante seja menor de idade)

Anexo 3. Parecer aprovado da Comissão de Ética na Pesquisa da Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO, via Plataforma Brasil

UNIVERSIDADE DO GRANDE
RIO PROFESSOR JOSÉ DE
SOUZA HERDY - UNIGRANRIO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Atividades didático-pedagógicas em espaços não formais para integração no ensino e aprendizagem de estudantes da Educação Básica: possibilidades e desafios para Educação Ambiental no pós-pandemia da COVID-19.

Pesquisador: BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 61153222.7.0000.5283

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.164.195

Apresentação do Projeto:

"O projeto de pesquisa "Atividades didático-pedagógicas em espaços não formais para integração no ensino e aprendizagem de estudantes da Educação Básica: possibilidades e desafios para Educação Ambiental no pós-pandemia da COVID-19" tem como proposta principal avaliar o potencial das atividades didático-pedagógicas em diversos espaços não formais (em espaços físicos e no ciberespaço) aliadas as atividades em espaços formais de ensino. Busca-se, também, avaliar o processo de ensino e aprendizagem por meio de atividades didáticas-pedagógicas de investigação temática com base em "temas-geradores" em diferentes espaços educativos. Por fim, o projeto tem também como objetivo investigar, refletir e apontar possibilidades no desenvolvimento de uma Educação Ambiental problematizadora às questões vivenciadas pelos estudantes em seu cotidiano e em diferentes espaços no pós-pandemia."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Este projeto tem como objetivo avaliar o potencial das atividades didático-pedagógicas em espaços não formais (em espaços físicos e no ciberespaço) aliadas as atividades em espaços formais de ensino por meio de atividades didáticas-pedagógicas de investigação temática com base em "temas-geradores".

Objetivo Secundário:

Endereço: Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160
Bairro: 25 de Agosto **CEP:** 25.071-202
UF: RJ **Município:** DUQUE DE CAXIAS
Telefone: (21)2672-7733 **Fax:** (21)2672-7733 **E-mail:** cep@unigranrio.com.br

Continuação do Parecer: 6.164.195

Proporcionar o contato e aprendizagem dos estudantes por meio de diferentes espaços educativos; Estimular os estudantes da Educação Básica a contextualizar e estabelecer novas maneiras de se pensar o meio ambiente; Ampliar o espaço pedagógico unindo a educação formal com a educação não-formal (tanto em espaços físicos como no ciberespaço); Avaliar como o ciberespaço e os seus dispositivos tecnológicos podem ser utilizados para reflexão e discussão crítica da Educação Ambiental; Garantir o envolvimento dos estudantes de Educação Básica na produção de conhecimento científico, aproximando Universidade e Escola.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Riscos:

Durante o desenvolvimento da pesquisa serão aplicados questionários sobre a temática Educação Ambiental, com o objetivo de fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Apresentando-se riscos mínimos de cansaço e/ou fadiga no preenchimento do questionário. As visitas de campo, em espaços não formais do entorno da escola, acontecerão mediante a liberação de órgãos governamentais e autorização da escola. Um dos espaços escolhidos para a visita é a Floresta Nacional Mário Xavier (FLONA MX). É uma Unidade de Conservação (UC) aberta ao público, com declividades bem suaves, não apresentando dessa forma riscos durante o seu percurso e fica localizada nas proximidades das escolas onde será desenvolvida a pesquisa. Todas as atividades teóricas e práticas terão como parâmetro/base as Diretrizes

Curriculares Nacionais da Educação Ambiental (Parecer CNE/CP nº 14/2012. DOU. 15.6. 2012. Brasília, DF, 2012), as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica de 2013 e a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999), não tendo, portanto, qualquer tipo de caráter ideológico.

Benefícios:

A pesquisa contribuirá para o trabalho de conclusão de curso da discente de Graduação Sarah Accacio Ferreira e de outros alunos/estagiários envolvidos na pesquisa como da aluna Mariana Vallis do programa de mestrado profissional em educação em Ciências e Matemática (PPGEDUCIMAT). Os resultados obtidos serão utilizados para propor discussões educacionais que garantam um ensino integral associados a espaços educativos não formais, podendo ser utilizado para a mobilização de movimentos políticos e sociais que favoreçam a comunidade envolvida."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto bem consolidado e importante para a Educação Básica, devidamente

Endereço: Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160
Bairro: 25 de Agosto **CEP:** 25.071-202
UF: RJ **Município:** DUQUE DE CAXIAS
Telefone: (21)2672-7733 **Fax:** (21)2672-7733 **E-mail:** cep@unigranrio.com.br

Continuação do Parecer: 6.164.195

avaliado pelo CEP. Entretanto, o pesquisador apresenta um pedido de inclusão de três alunos de graduação na equipe, conforme documento intitulado "carta pedido de emenda".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados são: informações básicas do projeto; 2 termos de consentimento de pesquisadores; 1 termo de assentimento de pesquisador menor de idade; carta pedido de emenda; orçamento; cronograma; projeto final; ata de aprovação do projeto em colegiado; carta de anuência da Escola Valtair GABI.

Recomendações:

Recomenda-se a aprovação da emenda referente à inclusão de alunos da graduação como pesquisadores no projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2147843_E1.pdf	24/05/2023 15:33:12		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Pesquisa_Mariana_Vallis_2023.pdf	24/05/2023 15:25:39	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_ASSENTIMENTO_ALUNO_MENOR_DE_IDADE_Ana_Alessandra_Rafaela.pdf	24/05/2023 15:25:05	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_CONSENTIMENTO_ALUNO_MAIOR_DE_IDADE_Ana_Alessandra_Rafaela.pdf	24/05/2023 15:24:30	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Carta_pedido_emenda.pdf	24/05/2023 15:23:37	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Orçamento	Orçamento_de_projeto_de_pesquisa.pdf	02/08/2022 09:00:58	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito

Endereço: Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160
Bairro: 25 de Agosto **CEP:** 25.071-202
UF: RJ **Município:** DUQUE DE CAXIAS
Telefone: (21)2672-7733 **Fax:** (21)2672-7733 **E-mail:** cep@unigranrio.com.br

UNIVERSIDADE DO GRANDE
RIO PROFESSOR JOSÉ DE
SOUZA HERDY - UNIGRANRIO



Continuação do Parecer: 6.164.195

Cronograma	Cronograma_cep.pdf	02/08/2022 09:00:38	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_FINAL_PROF_BENJAMIN.pdf	02/08/2022 09:00:19	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ATA_com_Projeto_Aprovado_em_colegiado.pdf	11/06/2022 11:09:58	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_Escola_Valtair_Gabi.jpeg	11/06/2022 11:07:25	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_Escola_Pastor_Gerson.jpeg	11/06/2022 11:07:04	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto_Benjamin.pdf	11/06/2022 10:54:22	BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

DUQUE DE CAXIAS, 05 de Julho de 2023

Assinado por:
SERGIAN VIANNA CARDOZO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160
Bairro: 25 de Agosto **CEP:** 25.071-202
UF: RJ **Município:** DUQUE DE CAXIAS
Telefone: (21)2672-7733 **Fax:** (21)2672-7733 **E-mail:** cep@unigranrio.com.br

Anexo 4. Sequência Didática como sugestão de aplicação do Produto Educacional

Sequência Didática de Ensino de Ciências por Investigação – uma aplicação para os meios digitais.

1º MOMENTO – Problematização Inicial. O professor pode oportunizar nesta etapa o primeiro momento pedagógico (MP) (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011), e formular problemas sobre as questões reais que os alunos presenciem e que estão envolvidas, e situações que confrontem os alunos.

Objetivos da Aula:

- Estudo da realidade e o contexto social;
- Promover a discussão de uma “situação-limite” vivenciada pelos alunos e/ou comunidade;
- Visita ao Museu Virtual – Espaço Ciência Viva.

Professor(a):

Sugestão de Atividades para o Primeiro Momento Pedagógico

- Apresente o tema aos alunos de uma maneira que desperte seu interesse. Por exemplo, se o tema for “poluição por esgoto na Baía de Guanabara prejudica”, o(a) professor(a) poderá começar com perguntas como: Qual a importância da água limpa para o meio ambiente e a sociedade? Questionar sobre as causas, origens e soluções a curto, médio e longo prazo das adversidades ambientais vivenciadas pela sociedade em geral. O importante é fazer algumas problematizações (perguntas) que permeiam o tema.
- Peça para que os alunos formulem suas próprias hipóteses sobre as questões apresentadas. Eles podem usar seus conhecimentos prévios para fazer isso. Todas as hipóteses devem ser anotadas para posterior análise.
- Após levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Peça para os alunos navegarem pela página do conteúdo digital temático (link...) e faça em conjunto com os alunos a leitura do episódio I, da série: “Os defensores da Baía de Guanabara”.

Tempo estipulado da Aula: 1 a 2 horas.

Material Utilizado: Projetor, internet, computador, smartphones e tablets.

2º MOMENTO – Organização do Conhecimento. É o momento de aprofundamento do tema com orientação do(a) professor(a). Ocorre a sistematização e contextualização do conhecimento. Os conceitos e conhecimentos científicos são estudados. É o momento adequado para trabalhar os problemas das “situações-limites” com base no ensino por investigação.

Objetivos da Aula:

- Utilizar o recurso interativo: “Guia Didático interativo – Uma investigação embaixo d’água” como referência para aprofundar os conhecimentos sobre o tema, e para iniciar o processo investigativo.

Sugestão de Atividades para o Segundo Momento Pedagógico

a) Primeira Parte do processo Investigativo – tempo aproximado de 30 min

- Realização de um diagnóstico ambiental considerando o contexto social. Peça aos alunos que façam a leitura do texto introdutório do recurso interativo do episódio II, contido no Conteúdo Digital Temático: “Baía Viva, Rumo a um Futuro Sustentável”. Este momento deve ser mediado pelo(a) Professor(a), conduzindo o grupo à reflexão e discussão sobre questões socioambientais abordados na aula. Neste momento o(a) professor(a) poderá fazer novas problematizações (perguntas): “Será que este problema tem solução?” “Quem são os envolvidos?”
 - Como forma de contextualização. Peça aos alunos que acessem o recurso interativo disponível no link... e entrem na aba “A Baía de Guanabara” e vejam o vídeo: “Guanabara: Baía que resiste – Episódio I” (disponível em exposição no painel interativo). Em seguida, faça leitura em conjunto com a turma das três seções (A descoberta da Baía, resgate sócio-histórico e cultural; Sociobiodiversidade na Guabaraba e a Exposição Virtual: Peixes que estão em perigo na Baía de Guanabara) . Essa leitura tem como objetivo aprofundar as reflexões realizadas na problematização inicial e observar os fatores envolvidos no problema socioambiental, como causas, classes sociais participantes, empresas relacionadas, consequências dos problemas ambientais e sociais, assim como conceitos desconhecidos para os alunos.

b) Segunda Parte do processo Investigativo: tempo aproximado de 60 min

- Após os alunos apresentarem as hipóteses criadas, questione-os em como poderiam descobrir ou confirmar seus questionamentos. Para auxiliar nesta etapa, peça que os alunos acessem a aba “Educação, Meio Ambiente e Sociedade” para explorar algumas metodologias de diagnóstico ambiental, a partir da coleta de dados e informações sobre o meio ambiente, que serão posteriormente analisados e interpretados pelos alunos;
- Estabeleça um tempo para que os alunos estudem as metodologias e escolham uma delas para descobrir o que propuseram. Divida a turma em grupos para que cada grupo utilize uma metodologia de diagnóstico ambiental diferente.

Dica: No recurso interativo são apresentados três tipos de diagnósticos ambientais, o qualitativo – onde a coleta de dados é feita por descrições e observações. Neste caso, o(a) professor(a) pode sugerir aos alunos que visitem um trecho da baía de Guanabara. Mas se não for possível realizar a visita, a pesquisa pode ser feita por intermédio de vídeos, filmes, reportagens que abordem sobre a área estudada. No diagnóstico do tipo quantitativo – os dados utilizados são numéricos e estatísticos, portanto, o(a) professor(a) deve auxiliar o grupo indicando a base de dados ou referências para a pesquisa. Na última metodologia indicada é o diagnóstico participativo, que envolve a participação da comunidade local e demais partes interessadas no processo investigativo. Pode ser realizado através de entrevistas na escola, entrevista com familiares, com a comunidade local. O objetivo é levantar as expectativas da população com relação à área da baía de Guanabara.

c) Terceira Parte do processo Investigativo. Tempo aproximado de 120 minutos

- Aplicação pelos alunos das metodologias escolhidas.

Proposta de Avaliação: Participação nas atividades.

Tempo estipulado da Aula: 2h.

Material Utilizado: Projetor, internet, computador e caixa de som, tablets, smartphones.

3º MOMENTO - Aplicação do Conhecimento. Almeja-se avaliar se o aluno construiu o conhecimento ao longo das atividades realizadas nos momentos anteriores. É o momento que eles podem articular os diferentes conhecimentos apreendidos para solucionar o problema inicial e fazer correlações com as diversas situações cotidianas.

Objetivo da Aula:

- Discussão, diálogo e relato oral (coletivo) das opiniões baseadas nos estudos e atividades realizadas;
- Registro individual e realização da conceituação científica com as situações vivenciadas, que pode ser individual ou coletiva, por meio de escrita e/ou desenho.

Sugestão de Atividades para o Terceiro Momento Pedagógico

- Após os alunos concluírem suas investigações, discuta os resultados em sala de aula. Isso pode levar a mais questões/perguntas e hipóteses, alimentando o ciclo do processo de aprendizagem. Dessa forma, busque estabelecer uma relação entre a teoria e prática, e identificar e/ou apontar (em conjunto com a turma) onde aquele conhecimento apreendido, por meio do processo investigativo, poderá ser aplicado no cotidiano, verificando se é possível intervir socialmente de uma forma ativa.
É importante realizar a troca de experiências e envolvimento da comunidade escolar, como, por exemplo, grupos de alunos podem apresentar a ação investigativa aos outros colegas da turma ou para outras turmas da escola. Podem organizar apresentações em outras escolas, mostras científicas com a participação dos pais e comunidade geral, entre outras possibilidades.
- Para praticar os conhecimentos adquiridos sobre Educação Ambiental. Peça para os alunos entrarem na aba: “Investigação Submersa” e, em grupo, participarem do jogo de perguntas e respostas interativo: “Conhecer para preservar: Um desafio subaquático”. Neste jogo os alunos devem acertar as respostas das perguntas para liberarem novas fases do jogo. Ao final do desafio, recebem um código para liberar mais conhecimentos que ajudam a pensar e conservar o meio ambiente.

Tempo estipulado da Aula: 2h.

Material Utilizado: Projetor, computador e caixa de som, tablets, smartphones e internet.

Desafios de acesso à Internet: Como alguns alunos podem não ter acesso à internet pelo celular ao conteúdo digital.

Sugestão: O conteúdo Digital Temático e o Recurso Interativo podem ser acessados por qualquer computador, desde que tenha acesso à internet. É possível formar duplas e/ou trios para realizar as atividades. Se a internet da escola estiver inviável para atividade online, é possível rotear os dados móveis com os alunos. Também é possível baixar o recurso interativo para trabalhar de maneira *off-line*.

Acessibilidade: O conteúdo Digital Temático e o Guia Didático Interativo contêm recursos de tecnologia assistida para deficientes visuais com áudio descrição dos textos, imagens e vídeo-aulas, com bom contraste de cores. Para deficientes auditivos está disponível o recurso *VLibras*, que é um conjunto de ferramentas gratuitas de código aberto que traduz conteúdo digital (texto, áudio e vídeo) em Português para Libras.