CENTRO UNIVERSITÁRIO UNICARIOCA
MESTRADO PROFISSIONAL EM NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

Aloma Melo de Azevedo

DEMOCRATIZAÇÃO DA CIÊNCIA NUCLEAR COM O USO DE FERRAMENTAS DIGITAIS

Rio de Janeiro
2025

Aloma Melo de Azevedo

Democratização da Ciência Nuclear
Com o uso de ferramentas digitais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Novas Tecnologias Digitais na Educação do Centro Universitário UniCarioca como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Novas Tecnologias Digitais na Educação.

Orientadores: Prof. Jorge Mansur, D.Sc.
Prof. Antônio Carlos Mol, D.Sc.

Rio de Janeiro
2025

A994d Azevedo, Aloma Melo de
Democratização da ciência nuclear com o uso das tecnologias digitais / Aloma Melo de Azevedo; orientadores: Jorge Mansur Serzedello e Antônio Carlos de Abreu Mol. – Rio de Janeiro, 2026.
77 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digita na Educação) – Centro Universitário UniCarioca, Rio de Janeiro, 2026.

1.Ciência nuclear. 2. Divulgação científica. 3. Museu virtual. I. Serzedello, Jorge Mansur, prof. orient. II. Mol, Antônio Carlos de Abreu. III. Título.

CDD: 539

Aloma Melo de Azevedo

Democratização da Ciência Nuclear
Com o uso de ferramentas digitais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Novas Tecnologias Digitais na Educação do Centro Universitário UniCarioca como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Novas Tecnologias Digitais na Educação.

O Presidente da Banca, abaixo assinado, atesta que os membros da banca participaram desta defesa de dissertação.

Examinada por:

gov.br
Documento assinado digitalmente
JORGE EDUARDO MANSUR SERZEDELLO
Data: 02/03/2026 13:28:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Jorge Eduardo MansurSerzedello, D. Sc. – UniCarioca
Presidente da Comissão Examinadora

Prof. André Cotelli do EspíritoSanto, M. Sc. (UniCarioca)

Prof. Jefferson Leite Maia, D. Sc. (SME/RJ)

Rio de Janeiro

2025

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente, a Deus, que me deu força e fé. Aos estudantes que aceitaram o convite para explorar o Museu Virtual da Ciência Nuclear e, assim, ressignificar a relação entre arte, ciência e escola; e à minha família, por fazer do cuidado um gesto cotidiano de esperança...

A vida só é possível reinventada.

Cecília Meireles

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Marlene, dedico este trabalho em reconhecimento ao seu cuidado que me ensinou a persistir e à ética que orienta minhas escolhas. Ao pai dos meus filhos, Márcio, e aos meus filhos, Maria Clara e Davi, dedico também, pela paciência nas horas de silêncio, pela generosidade com o tempo e pela alegria que reequilibra a vida acadêmica.

Aos professores que me orientaram, Prof. Dr. Jorge Mansur e Prof. Dr. Antônio Carlos Mol, rendo agradecimento pela orientação exigente e acolhedora, pelo diálogo fecundo e pela confiança que sustentou as decisões teórico-metodológicas deste percurso.

Por fim, dedico aos/às estudantes da turma 3001 do Colégio Estadual João Proença, que acolheram a investigação com seriedade e entusiasmo, e aos amigos de caminhada, Guilherme, Mônica e Xico, cujas conversas, gestos de apoio e companheirismo discretamente imprescindível acompanharam cada passo desta dissertação

RESUMO

Esta dissertação investiga como a divulgação científica mediada por tecnologias digitais pode democratizar a compreensão da ciência nuclear no Ensino Médio. Parte-se do problema da escassez de práticas pedagógicas sistemáticas sobre a temática nuclear na escola, apesar de sua relevância social e das orientações da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). O objetivo geral foi promover a divulgação científica por meio de um museu virtual dedicado à temática nuclear. Metodologicamente, a pesquisa realizou revisão bibliográfica, delineou uma proposta didático-digital ancorada em um museu virtual e a aplicou com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, analisando dados de questionários e rodas de conversa via análise de conteúdo. Os resultados indicaram aumento de interesse, compreensão contextualizada de conceitos e maior motivação para aprender Ciências; apontaram também limites quanto à autonomia de navegação, sugerindo mais tempo de exploração e tutoria inicial. Conclui-se que a mediação digital, via museu virtual, é viável e potente para o letramento científico; articula Ciência–Tecnologia–Sociedade–Ambiente (CTSA) e BNCC e favorece uma aprendizagem ativa, inclusiva e replicável, culminando na produção de um e-book aberto para apoiar docentes.

Palavras-chave: Ciência nuclear, Divulgação científica, Museu virtual.

ABSTRACT

This professional master's dissertation examines how digitally mediated science communication can democratize high-school students' understanding of nuclear science. It addresses the lack of systematic pedagogical practices on nuclear topics in schools, despite their social relevance and the BNCC guidelines. The general aim was to promote science communication through a virtual museum focused on nuclear themes. The method combined a literature review, the design of a digital didactic proposal anchored in a virtual museum, and its application with 12th-grade students; data from questionnaires and focus-group discussions were analyzed using content analysis. Findings show increased interest, contextual understanding of scientific concepts, and higher motivation to learn Science; they also reveal limits regarding autonomous navigation, indicating the need for longer exploration time and initial guidance. The study concludes that a virtual-museum approach effectively fosters scientific literacy, aligns CTSA and BNCC principles, supports active and inclusive learning, and yields a reusable open e-book to assist teachers.

Keywords: Nuclear science, Science communication, Virtual museum.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: PERCURSO METODOLÓGICO **27**

FIGURA 2: CIDADE VIRTUAL **28**

FIGURA 3: MAPA DA LOCALIDADE DA UNIDADE ESCOLAR **29**

FIGURA 4: IMAGEM FRONTAL DA ESCOLA **29**

FIGURA 5: APROVAÇÃO DO PROJETO NA PLATAFORMA BRASIL **30**

FIGURA 6: APRESENTAÇÃO EM SLIDES **31**

FIGURA 7: SLIDE COM OBJETIVOS **31**

FIGURA 8: ALUNOS ASSISTINDO O VÍDEO "URÂNIA E A TECNOLOGIA NUCLEAR" **32**

FIGURA 9: VÍDEO "URÂNIA E A TECNOLOGIA NUCLEAR" **32**

FIGURA 10: CADA ALUNO COM O SEU CELULAR OU CHROMECAST DA ESCOLA **33**

FIGURA 11: ALGUNS ALUNOS UTILIZAM O ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL **33**

FIGURA 12: FORMULÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO **35**

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: FAIXA ETÁRIA DOS ALUNOS **37**

GRÁFICO 2: GÊNERO DOS ALUNOS **37**

GRÁFICO 3: IDENTIDADE RACIAL DOS ESTUDANTES **37**

GRÁFICO 4: A EXPERIÊNCIA VIRTUAL DESPERTOU O MEU INTERESSE **38**

GRÁFICO 5: A VISITA VIRTUAL AJUDOU A ENTENDER A CIÊNCIA NO DIA A DIA **39**

GRÁFICO 6: AMBIENTES/EXPOSIÇÕES: REFLEXÃO SOBRE IMPORTÂNCIA DA CIÊNCIA **39**

GRÁFICO 7: INTERAÇÃO COM O AMBIENTE VIRTUAL FACILITOU MEU APRENDIZADO **41**

GRÁFICO 8: SIMULAÇÕES/RECURSOS DIGITAIS TORNARAM A EXPERIÊNCIA MAIS ENVOLVENTE **41**

GRÁFICO 9: EXPOSIÇÃO ARGONAUTA: APRENDER DE FORMA DIFERENTE SOBRE A HISTÓRIA DA ENERGIA NUCLEAR **42**

GRÁFICO 10: A VISITA VIRTUAL ME DEU MAIS VONTADE DE APRENDER CIÊNCIA NA ESCOLA **43**

GRÁFICO 11: EXPLOREI OS AMBIENTES COM AUTONOMIA E FIZ MINHAS PRÓPRIAS DESCOBERTAS **44**

GRÁFICO 12: CONTEÚDO FÁCIL DE ENTENDER E ACESSÍVEL **45**

GRÁFICO 13: VISITA VIRTUAL: FORMA DIFERENTE E LEGAL DE APRENDER FORA DA ESCOLA **46**

GRÁFICO 14: CIDADE DA CIÊNCIA AJUDA A DIVULGAR CIÊNCIA DE FORMA MODERNA E INTERESSANTE **47**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D – Bidimensional

3D – Tridimensional

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

EAD – Ensino a Distância

MEC – Ministério da Educação e Cultura

RV – Realidade Virtual

RVI – Realidade Virtual Imersiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1. Inquietação 13

1.2. Caracterização do Problema 13

1.3. Tecnologia na Educação 15

1.4. Relevância 18

1.5. Objetivos 21
1.5.1. Objetivo Geral 21
1.5.2. Objetivos Específicos 21

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 22

2.1. A importância da divulgação da ciência no ambiente escolar 22

2.2. Ciência Nuclear e suas aplicações 23

2.3. Divulgação científica da área nuclear 24

2.4. Museu Virtual 24

2.5. Alunos da Geração Z 25

2.6. A Base Nacional Comum Curricular e a temática nuclear 26

3. PERCURSO METODOLÓGICO 27

3.1. ETAPAS DO PERCURSO METODOLÓGICO 28

3.2. Uso do Museu Virtual da Ciência Nuclear em sala de aula 30

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO 37

5. CONCLUSÃO 49

APÊNDICES 54

ANEXOS 67

1. INTRODUÇÃO

1.1. Inquietação

Sou professora de Artes e, no turno da noite, recebo meus alunos do Ensino Médio muitas vezes exaustos depois de um dia inteiro de trabalho. Fico pensando: como posso acender de novo a curiosidade deles? Como fazer a sala ganhar cor, brilho e vontade de aprender, mesmo quando o corpo pede descanso?

Daí nasce minha inquietação: e se a Arte virasse uma ponte para entender a Ciência? E se, usando um Museu Virtual sobre Energia Nuclear, a gente pudesse, por exemplo, desenhar ideias, contar histórias e olhar para imagens que explicam como os átomos funcionam, por que a radiação existe e onde tudo isso aparece no nosso dia a dia? Será que um “passeio” por esse museu na internet, com vídeos, maquetes e figuras, pode transformar “medo do assunto” em “uau, agora entendi”?

Quero misturar lápis de cor, música e imagens com perguntas simples: onde a energia nuclear ajuda na saúde? Como ela pode gerar luz? Que cuidados precisamos ter? A cada descoberta no museu, a turma cria um cartaz, um quadrinho, uma cena teatral curtinha — usando a Arte para explicar a Ciência com palavras claras.

Meu objetivo inicial é fazer a turma pensar com o coração e com a cabeça. Que eles sintam que a Ciência não é um bicho de sete cabeças e que a Arte é um jeito poderoso de aprender e ensinar. No fim, a grande pergunta que me guia é: como a Arte pode ajudar meus alunos do noturno a entender a energia nuclear de forma simples, segura e curiosa — usando um museu que cabe dentro do celular?

1.2. Caracterização do Problema

A divulgação científica tem adquirido crescente centralidade no debate educacional, sendo compreendida como uma prática indispensável para aproximar a sociedade do conhecimento científico, democratizando o acesso à informação qualificada e fomentando a construção de uma cidadania crítica e reflexiva (Sá, 2011; Bueno; Freire, 2019).

No âmbito escolar, especialmente no Ensino Médio, a divulgação científica desempenha papel estratégico ao oferecer aos estudantes instrumentos para

compreender a ciência como um fenômeno social e cultural, superando concepções reducionistas e descontextualizadas (Carvalho, 2001; Araújo; Machado, 2021). Como argumenta Chassot (2016), a popularização da ciência no contexto educacional é condição *sine qua non* para que os discentes sejam capazes de interpretar criticamente o mundo em que vivem, promovendo uma aprendizagem significativa, que vai além da mera memorização de conceitos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC**)** (MEC, 2017) reforça esse entendimento ao estabelecer que o Ensino de Ciências deve privilegiar a formação de sujeitos capazes de mobilizar conhecimentos científicos, tecnológicos e éticos para a compreensão e intervenção na realidade. A BNCC destaca que, no Ensino Médio, é imprescindível o desenvolvimento do letramento científico, compreendido como a capacidade de utilizar o conhecimento científico para tomar decisões conscientes e responsáveis em questões sociais, ambientais e tecnológicas (Sasseron; Carvalho, 2008).

Assim, a divulgação científica, ao ser incorporada como uma prática pedagógica sistemática, possibilita ao professor a criação de ambientes de aprendizagem inovadores, que promovem a articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), conforme defendem Auler e Delizoicov (2001).

Este cenário impõe desafios particulares aos educadores que atuam com estudantes do Ensino Médio, público-alvo desta pesquisa, que se caracteriza como uma geração imersa na era digital (Prensky, 2001; Tapscott, 2008). Tais estudantes nasceram e cresceram imersos em ambientes marcados pela presença ubíqua de tecnologias digitais, o que influencia suas formas de aprender, comunicar-se e relacionar-se com o conhecimento.

Segundo Kenski (2007), essa nova configuração demanda práticas pedagógicas que valorizem a mediação tecnológica, potencializando o uso de ferramentas digitais como elementos constitutivos do processo de ensino-aprendizagem. A utilização do Museu Virtual da Ciência Nuclear como recurso didático para a divulgação científica emerge, assim, como uma proposta inovadora, capaz de dialogar com as especificidades desse público e de explorar as potencialidades da educação em ambientes virtuais.

A escolha da ciência nuclear como objeto de estudo e divulgação justifica-se por sua complexidade e importância no cenário científico contemporâneo, bem como pelos desafios que sua abordagem impõe ao ambiente escolar. Historicamente, a

ciência nuclear está associada a eventos traumáticos, como o desenvolvimento de armas nucleares e desastres ambientais — a exemplo de Hiroshima, Nagasaki e Chernobyl — que produziram um imaginário social fortemente marcado pelo medo e pela desconfiança (Santos; Silva, 2020; Kasperkiewicz; Fialho, 2018).

Tal estigma pode gerar resistência por parte dos alunos e dificultar a compreensão das múltiplas dimensões da energia nuclear, incluindo suas aplicações pacíficas, como na medicina, na indústria e na geração de energia limpa (IAEA, 2020). Assim, conforme defendem Mortimer e Silva (2019), é fundamental promover práticas pedagógicas que possibilitem aos estudantes problematizar as implicações éticas e sociais da ciência, superando visões estereotipadas e possibilitando uma compreensão mais ampla e crítica desse campo de conhecimento.

Neste contexto, o problema da pesquisa consiste na insuficiência de práticas pedagógicas que possam contribuir com a divulgação científica, mediada pelas tecnologias digitais, para a construção do conhecimento científico de alunos do Ensino Médio, utilizando a ciência nuclear como estudo de caso.

A pesquisa visa compreender como a mediação pedagógica, por meio de um Museu Virtual da Ciência Nuclear, pode transformar as percepções dos estudantes acerca da ciência nuclear, promovendo o desenvolvimento do letramento científico, ou seja, aprender a usar a ciência no dia a dia, entender como as coisas funcionam e estimulando o protagonismo juvenil na apropriação crítica e responsável do conhecimento científico, inserindo o estudante na cultura da ciência, não na mera “decoreba”, em consonância com as orientações da BNCC e com as especificidades de uma geração de nativos digitais.

1.3. Tecnologia na Educação

A integração das tecnologias digitais no campo educacional representa uma das transformações mais significativas e complexas das últimas décadas, alterando não apenas os recursos disponíveis, mas também a própria estrutura epistemológica do processo de ensino e aprendizagem.

Para Moran (2013), essa mudança não consiste apenas na incorporação instrumental de novas ferramentas, mas numa reconfiguração profunda das práticas pedagógicas, promovendo a flexibilização dos tempos e espaços escolares, além da

emergência de novos papéis para professores e estudantes. As tecnologias digitais abrangem, segundo José Moran (2013), mídias, dispositivos e redes conectadas que, usadas com intencionalidade pedagógica, mudam tempos, espaços e papéis na educação: ampliam o acesso à informação, estimulam interação e autoria, permitem personalizar a aprendizagem e sustentam metodologias ativas e ensino híbrido — sempre como meios, não como fins, de uma multiplicidade de recursos — desde computadores e internet até ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), inteligência artificial, realidade aumentada e gamificação, os quais possibilitam experiências formativas mais dinâmicas, interativas e personalizadas (Bacich; Moran, 2018).

Nesse sentido, a personalização do aprendizado aparece como uma das maiores potencialidades proporcionadas pelas tecnologias. Kenski (2007) enfatiza que as tecnologias digitais rompem com o modelo pedagógico tradicional, pautado na homogeneidade e na temporalidade fixa, ao permitir que os processos educativos sejam ajustados às necessidades, interesses e ritmos individuais dos alunos.

A autora destaca ainda que o uso de recursos como vídeos, jogos interativos, simulações e ambientes imersivos, possibilita múltiplas formas de apreensão dos conteúdos, ampliando as possibilidades didáticas e tornando a aprendizagem mais inclusiva e significativa. Nessa mesma direção, Litto e Formiga (2008) destacam que a mediação tecnológica facilita a construção de trilhas de aprendizagem personalizadas, estimulando a autonomia e a corresponsabilidade dos estudantes em seu percurso formativo.

A ampliação do acesso ao conhecimento também configura um dos pilares centrais do debate sobre a integração das tecnologias na educação. Valente (2010) aponta que as plataformas de ensino a distância (EaD) e os Recursos Educacionais Abertos (REA) desempenham um papel fundamental na democratização do ensino, especialmente em contextos periféricos, onde o acesso à infraestrutura escolar tradicional é deficitário.

De modo semelhante, a disseminação dos MOOCs (Massive Open Online Courses) tem permitido que milhões de estudantes, em todo o mundo, tenham acesso gratuito a conteúdos de alta qualidade, muitas vezes produzidos por instituições de excelência (Peters, 2000). Esses movimentos são potencializados pela lógica da cultura digital, que, segundo Santaella(2008), é marcada pela ubiquidade das informações e pela possibilidade de aprendizagem em qualquer tempo e lugar, dissolvendo as fronteiras clássicas entre o espaço formal e informal da educação.

Outro aspecto relevante refere-se à promoção da colaboração e da comunicação no ambiente educacional. Selwyn (2022) argumenta que as tecnologias digitais transformaram radicalmente a maneira como os sujeitos interagem, favorecendo a criação de comunidades de aprendizagem colaborativas, nas quais o conhecimento é construído coletivamente.

Ferramentas como fóruns, chats, wikis e plataformas de coautoria estimulam o diálogo entre os estudantes, o que contribui para o desenvolvimento de competências essenciais no século XXI, como a capacidade de resolver problemas de forma criativa, trabalhar em equipe e exercer o pensamento crítico (Trilling; Fadel, 2009). Nesse cenário, a figura do professor também se transforma, assumindo cada vez mais o papel de mediador e facilitador das experiências de aprendizagem, conforme ressaltam Perrenoud (2021) e Moran *et al.* (2013).

Entretanto, a integração das tecnologias no processo educativo não está isenta de desafios. Conforme alerta Pierre Lévy (2010), é imprescindível atentar para as questões relacionadas à desigualdade de acesso às tecnologias, frequentemente referida como "brecha digital", que pode acentuar ainda mais as já existentes desigualdades sociais e educacionais. Segundo o autor, é necessário garantir políticas públicas que assegurem a universalização do acesso às ferramentas tecnológicas e à internet, de modo a evitar que a tecnologia se torne um vetor de exclusão, ao invés de inclusão.

Além disso, destaca-se a necessidade de formação docente contínua para que os professores possam apropriar-se criticamente das novas tecnologias e utilizá-las de forma pedagógica e ética (Kenski, 2007; Selwyn, 2022). Sem uma capacitação adequada, há o risco de que as inovações tecnológicas sejam subutilizadas ou aplicadas de maneira acrítica e superficial.

Ademais, é importante ressaltar que a tecnologia não deve ser concebida como um fim em si mesma, mas como um meio para potencializar os processos pedagógicos. Como enfatiza Moran *et al.* (2013), a verdadeira inovação educacional reside na capacidade de reconfigurar as metodologias de ensino, promovendo uma educação mais ativa, reflexiva, colaborativa e centrada no estudante. Dessa maneira, a integração das tecnologias no currículo precisa ser orientada por uma perspectiva crítica, que considere os contextos socioeconômicos, culturais e educacionais em que se insere, evitando uma adesão tecnicista e superficial.

Para Belloni *et al.* (2024), essa integração exige a elaboração de propostas pedagógicas que articulem intencionalidade educativa, recursos tecnológicos e metodologias inovadoras, visando ao desenvolvimento integral dos alunos, em consonância com as demandas de uma sociedade marcada pela complexidade, pela fluidez e pela constante transformação.

Assim, a integração das tecnologias digitais na educação representa não apenas uma necessidade contemporânea, mas uma oportunidade para a construção de uma escola mais inclusiva, dinâmica e sintonizada com os desafios e possibilidades dos nossos tempos. Contudo, esse processo demanda políticas públicas efetivas, investimentos em infraestrutura e formação docente, além de um compromisso ético e pedagógico com a promoção de uma educação de qualidade para todos.

1.4. Relevância

A presente pesquisa possui destacada importância social ao se debruçar sobre a promoção da divulgação científica no contexto da educação básica, particularmente no Ensino Médio. Em uma sociedade cada vez mais permeada por informações científicas e tecnológicas, torna-se imprescindível que os indivíduos sejam capazes de compreender criticamente as bases da ciência e suas implicações. Conforme Chassot (2016), a popularização da ciência é um elemento fundamental na construção de uma sociedade mais crítica, participativa e bem-informada, apta a deliberar sobre questões que impactam coletivamente o meio ambiente, a saúde pública e as políticas de desenvolvimento.

Assim, ao fomentar a democratização do conhecimento sobre um tema complexo e socialmente sensível, como a ciência nuclear, esta pesquisa contribui para a formação de sujeitos mais conscientes sobre os riscos e benefícios associados a esse campo, superando estigmas historicamente associados a ele, como o medo e a desinformação (Silva; Souza, 2021).

No âmbito educacional, o impacto desta investigação é expressivo, visto que propõe a inserção de práticas pedagógicas inovadoras e tecnologicamente mediadas que transformam a dinâmica tradicional de ensino-aprendizagem. De acordo com Kenski (2007), a incorporação das tecnologias digitais à educação favorece a criação

de ambientes mais interativos, personalizados e colaborativos, potencializando a aprendizagem significativa.

Essa perspectiva é particularmente relevante para os estudantes do Ensino Médio, que, como nativos digitais (Prensky, 2001; Tapscott, 2008), demandam metodologias alinhadas às suas vivências cotidianas e aos seus modos de interação com a informação. Ao utilizar recursos tecnológicos como o museu virtual da ciência nuclear, a pesquisa promove a articulação entre a educação científica e a cultura digital, respondendo às exigências formativas do século XXI, em consonância com as competências gerais previstas pela Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2017), como a competência científica, a responsabilidade socioambiental e o pensamento crítico.

Do ponto de vista acadêmico, a contribuição científica desta pesquisa se revela na proposição e validação de novas metodologias para a divulgação científica no ambiente formal de ensino, particularmente sobre temas tradicionalmente considerados áridos ou controversos, como a ciência nuclear. Conforme argumenta Valente (2010), a pesquisa no campo da educação tecnológica deve constantemente inovar, propondo soluções que ampliem as possibilidades de aprendizagem e promovam o letramento científico.

Neste sentido, ao utilizar a ciência nuclear como estudo de caso, esta investigação oferece subsídios teóricos e práticos para a compreensão de como conteúdos complexos podem ser abordados de forma didática e acessível, ampliando as fronteiras do campo da educação científica e contribuindo para a formação de uma cultura científica escolar mais sólida e abrangente (Massarani; Moreira, 2016).

No que se refere ao impacto na formação de indivíduos e cidadãos, esta pesquisa alinha-se à concepção de educação como instrumento para a emancipação social e o exercício pleno da cidadania. Moran (2013) defende que a função social da escola vai além da preparação para o mercado de trabalho, envolvendo também a formação ética, política e cultural dos sujeitos.

Ao possibilitar que os estudantes do Ensino Médio compreendam os fundamentos e os impactos da ciência nuclear, a pesquisa contribui para o desenvolvimento de uma cidadania mais consciente e crítica, sensível às questões socioambientais e éticas implicadas nas escolhas científicas e tecnológicas contemporâneas. Assim, fomenta-se uma educação científica humanizadora (Santos;

Mortimer, 2001), orientada não apenas para o domínio técnico, mas também para a reflexão sobre as consequências sociais e ambientais do progresso científico.

De forma específica, esta pesquisa oferece uma importante contribuição para o campo do ensino de Ciências e Tecnologias, ao propor a integração de práticas de divulgação científica com o currículo escolar, mediante o uso de ferramentas digitais inovadoras. Selwyn (2022) destaca a necessidade de aprofundamento de pesquisas que examinem como as tecnologias podem ser utilizadas efetivamente no ensino de conteúdos científicos, superando abordagens instrucionais tradicionais.

Ao articular a divulgação científica, a BNCC e o ensino da ciência nuclear, esta investigação fornece insights valiosos para a elaboração de propostas pedagógicas que promovam o desenvolvimento do letramento científico entre estudantes do Ensino Médio, fortalecendo, assim, o papel da escola como espaço de formação de sujeitos críticos e preparados para enfrentar os desafios impostos pela sociedade contemporânea e pelo avanço vertiginoso das ciências e tecnologias.

Dessa forma, esta pesquisa se justifica por sua relevância social ao democratizar o acesso ao conhecimento científico, por seu impacto na educação ao propor metodologias inovadoras alinhadas às demandas da cultura digital, por sua contribuição científica ao avançar nas discussões sobre práticas pedagógicas para temas complexos, e, finalmente, por seu potencial de transformar a formação de indivíduos e cidadãos mais críticos, participativos e preparados para os desafios do século XXI.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo Geral

Promover a divulgação científica para alunos do Ensino Médio por meio de um museu virtual que aborda a temática nuclear.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Contextualizar a importância da divulgação científica no ambiente escolar;
- Investigar a percepção dos alunos sobre a temática nuclear;
- Propor uma metodologia, por meio de um museu virtual, que contribua com a divulgação da temática nuclear para alunos do ensino médio;
- Analisar a eficácia do museu virtual como ferramenta didática**,** avaliando seu potencial para ampliar o letramento científico, promover o pensamento crítico e contribuir para a compreensão das aplicações, riscos e benefícios da ciência nuclear.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A importância da divulgação da ciência no ambiente escolar

A divulgação da ciência no ambiente escolar transcende a mera transmissão de informações, constituindo-se como uma ferramenta pedagógica fundamental para a formação de cidadãos críticos, conscientes e atuantes na sociedade contemporânea (Carvalho, 2019). Trata-se de um processo educativo dinâmico, que promove a construção de saberes e estimula o desenvolvimento do pensamento científico, favorecendo o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem (Just; Neckel, 2020).

Em um contexto caracterizado pela ampliação do acesso às tecnologias digitais e à informação, a popularização da ciência torna-se ainda mais necessária. A inserção de práticas de divulgação científica na escola contribui para despertar no estudante a curiosidade, a capacidade investigativa e o interesse pela compreensão dos fenômenos naturais, promovendo uma educação crítica, reflexiva e cidadã (Sasseron; Carvalho, 2008).

Assim, a escola transforma-se em um espaço propício à alfabetização científica, entendida como a capacidade de compreender, interpretar e utilizar conhecimentos científicos em situações cotidianas, sociais e pessoais. Segundo Sasseron e Carvalho (2008), alfabetizar cientificamente implica desenvolver não apenas a habilidade de consumir informações científicas, mas também de argumentar, tomar decisões conscientes e atuar de maneira responsável diante de questões que envolvem ciência e tecnologia, aproximando o conhecimento científico da vivência cotidiana dos alunos.

No cenário atual, conhecido como Era da Informação, a internet tem desempenhado um papel central na democratização e disseminação do conhecimento científico. Plataformas como blogs, podcasts, vídeos no YouTube e redes sociais, como Instagram e TikTok, vêm se consolidando como importantes canais de divulgação científica, tornando o conhecimento mais acessível e estimulando a capacidade crítica de professores e estudantes (Mateus; Gonçalves, 2017; Massarani, 2019).

De acordo com Imperador (2022), a divulgação científica, quando integrada ao contexto escolar, não apenas transmite conteúdos, mas também favorece a construção de um ambiente de aprendizagem ativo, em que os estudantes são motivados a participar, questionar e estabelecer conexões entre os conceitos científicos e sua realidade.

Importante ressaltar que, conforme argumenta Marandino (2011), os estudantes não são receptores passivos de informações, mas agentes capazes de discernir entre o lúdico e o rigor científico, desde que devidamente estimulados por práticas educativas adequadas e contextualizadas. Assim, a divulgação científica exerce um papel essencial na formação de competências como pensamento crítico, criatividade, colaboração e resolução de problemas — habilidades indispensáveis na sociedade contemporânea (OECD, 2018).

Entretanto, o uso de tecnologias digitais, embora importante, não se basta por si só. Conforme alertam Xavier e Gonçalves (2017), o papel do professor permanece central no processo educativo, sendo responsável por mediar, contextualizar e problematizar o conhecimento, promovendo aprendizagens significativas.

Portanto, a divulgação científica, ao simplificar e tornar mais atrativa a linguagem técnica, permite o acesso democratizado ao conhecimento científico, garantindo que ele não permaneça restrito aos especialistas, mas que seja socialmente compartilhado, promovendo a inclusão e a equidade educacional (Massarani, 2019).

2.2. Ciência Nuclear e suas aplicações

A ciência nuclear, embora frequentemente associada a riscos e controvérsias, possui uma vasta gama de aplicações benéficas, que impactam positivamente diversas áreas do conhecimento e da vida cotidiana (Lucena et al., 2017). No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) destaca múltiplos usos da energia nuclear, entre eles a geração de eletricidade, aplicações na medicina, na indústria e na agricultura.

A geração de energia elétrica por meio de usinas nucleares é uma das aplicações mais conhecidas. Esse processo envolve a conversão da energia liberada durante reações nucleares controladas em eletricidade, oferecendo uma fonte energética estável, de alta eficiência e com baixa emissão de gases do efeito estufa, quando comparada aos combustíveis fósseis (IAEA, 2020).

Na área da saúde, a Medicina Nuclear destaca-se pelo uso de radioisótopos em procedimentos diagnósticos e terapêuticos. Exames como a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) e a cintilografia permitem diagnósticos precoces e precisos de diversas patologias, enquanto a radioterapia, uma técnica consolidada, é amplamente utilizada no tratamento de cânceres, contribuindo para o aumento das taxas de sobrevivência (Oliveira et al., 2018).

Na agricultura, a aplicação de radiações ionizantes promove benefícios como a irradiação de alimentos, processo que aumenta sua vida útil, elimina microrganismos patogênicos e controla pragas, garantindo maior segurança alimentar (FAO/IAEA, 2019). Além disso, técnicas nucleares são empregadas para induzir mutações genéticas benéficas, visando ao melhoramento de plantas e aumento da produtividade agrícola.

Na indústria, a ciência nuclear viabiliza práticas de controle de qualidade por meio da radiografia industrial, que permite a inspeção não destrutiva de materiais e estruturas, assegurando a integridade e segurança de obras civis, oleodutos e equipamentos de transporte (CNEN, 2020).

Ademais, no campo das ciências humanas, destaca-se a datação por carbono-14, uma técnica amplamente utilizada na Arqueologia e Geologia para determinar a idade de fósseis, artefatos e materiais orgânicos, contribuindo significativamente para o avanço do conhecimento sobre a evolução humana e a história da Terra (Taylor; Bar-Yosef, 2014).

Esses exemplos demonstram a relevância e a versatilidade da ciência nuclear, cujas descobertas e aplicações são fundamentais para o desenvolvimento tecnológico e científico, além de contribuírem para a melhoria da qualidade de vida (IAEA, 2020).

2.3. Divulgação científica da área nuclear

Apesar de sua importância, a temática nuclear ainda é pouco explorada no currículo escolar, sendo muitas vezes alvo de preconceitos e desinformação (Silva, 2023). Tal lacuna compromete a formação de uma consciência crítica nos alunos acerca das potencialidades e riscos associados à ciência nuclear, restringindo sua participação em debates fundamentais para o futuro da sociedade, como questões relacionadas à matriz energética, sustentabilidade e segurança.

A ausência de uma abordagem educativa consistente sobre a temática nuclear gera desinteresse e medo, quando, na verdade, a compreensão dos fundamentos e aplicações da ciência nuclear é essencial para que os estudantes possam participar ativamente das discussões e decisões públicas relacionadas a essa área (Massarani & Moreira, 2020).

Por isso, torna-se imprescindível desenvolver estratégias de divulgação científica que promovam a compreensão dos conceitos nucleares de maneira clara e acessível, aproximando-os do cotidiano escolar. Exemplos de boas práticas incluem a realização de feiras de ciências com experimentos sobre radiações, a utilização de simuladores virtuais de reatores nucleares, visitas a instituições de pesquisa nuclear, além da promoção de debates interdisciplinares sobre o uso pacífico da energia nuclear (Silva, 2023; Massarani, 2019).

Assim, a popularização do conhecimento nuclear deve ser promovida com responsabilidade e rigor científico, ressaltando tanto seus benefícios quanto seus riscos, de modo a formar cidadãos informados e aptos a opinar sobre políticas públicas e avanços tecnológicos relacionados à energia nuclear (IAEA, 2020).

2.4. Museu Virtual

O museu virtual configura-se como uma estratégia inovadora e relevante na disseminação da ciência nuclear, proporcionando um ambiente interativo e imersivo para a aprendizagem. Conforme Henriques (2004), um verdadeiro museu virtual é aquele que

realiza ações museológicas no ambiente digital, promovendo a preservação, o estudo, a comunicação e o acesso ao patrimônio cultural e científico.

Por meio de recursos multimídia — como imagens em 3D, vídeos explicativos, podcasts e textos informativos — os museus virtuais possibilitam que usuários explorem acervos e exposições sobre ciência nuclear, superando as barreiras físicas e geográficas (Henriques, 2004).

Nesse contexto, o conceito de "ciberespaço", desenvolvido por Pierre Lévy (2010), é fundamental, pois define o ambiente digital como um novo espaço social, onde ocorre a interação, a colaboração e a construção coletiva do conhecimento. Para o autor, o ciberespaço amplia as possibilidades de democratização da informação, promovendo uma inteligência coletiva potencialmente transformadora.

Assim, os museus virtuais surgem como espaços de popularização do conhecimento científico, favorecendo a construção de uma cultura científica acessível e inclusiva. Além disso, essas plataformas digitais contribuem para aproximar ciência e sociedade, promovendo a valorização do patrimônio científico e estimulando o interesse de novos públicos pela temática nuclear (Lizama; Zavaski; Wachholz, 2021).

De forma significativa, museus virtuais especializados em ciência nuclear, por exemplo, permitem que estudantes e professores explorem conteúdos de maneira lúdica e interativa, complementando o ensino formal e potencializando a alfabetização científica (Massarani & Moreira, 2020).

2.5. Alunos da Geração Z

A chamada Geração Z, composta por indivíduos nascidos entre meados da década de 1990 e o início dos anos 2010, caracteriza-se por uma íntima relação com as tecnologias digitais. Esses jovens cresceram em um ambiente permeado por internet, redes sociais e dispositivos móveis, o que moldou significativamente seus modos de comunicação, aprendizagem e interação (Souza; Gomes, 2022).

Marc Prensky (2001) introduziu o conceito de "nativos digitais" para descrever essa geração, que utiliza com fluência recursos como computadores, smartphones, videogames e plataformas online. Na esfera educacional, essa característica traduz-se em uma preferência por métodos de aprendizagem autodirigidos e exploratórios, em que o estudante busca ativamente informações e conhecimentos por meio das tecnologias digitais (Pescador, 2010).

No contexto escolar, observa-se que os alunos da Geração Z valorizam práticas pedagógicas que promovam a interatividade, o protagonismo estudantil e a utilização de ferramentas digitais. Eles aprendem por meio de experiências práticas, jogos, simulações

virtuais e redes de colaboração, demandando dos professores estratégias de ensino que estejam alinhadas às suas expectativas e modos de aprendizagem (Gomes; Silva, 2020).

Nesse cenário, a divulgação científica — especialmente quando realizada por meio de plataformas digitais e interativas — mostra-se uma abordagem eficiente para engajar os estudantes da Geração Z, estimulando o interesse pelo conhecimento científico e promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Souza; Gomes, 2022).

2.6. A Base Nacional Comum Curricular e a temática nuclear

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017 e implementada a partir de 2018, estabelece os direitos de aprendizagem e desenvolvimento para todos os estudantes da Educação Básica no Brasil, orientando os currículos escolares e promovendo uma educação de qualidade, equitativa e inclusiva (MEC, 2018).

Embora a BNCC não trate explicitamente da temática nuclear, ela prevê a abordagem de conteúdos relacionados à energia, transformações químicas, radiações e tecnologias, especialmente nas áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o que abre espaço para a inserção de discussões sobre energia nuclear, seus usos e implicações sociais, ambientais e éticas (Carvalho; Gil-Pérez, 2018).

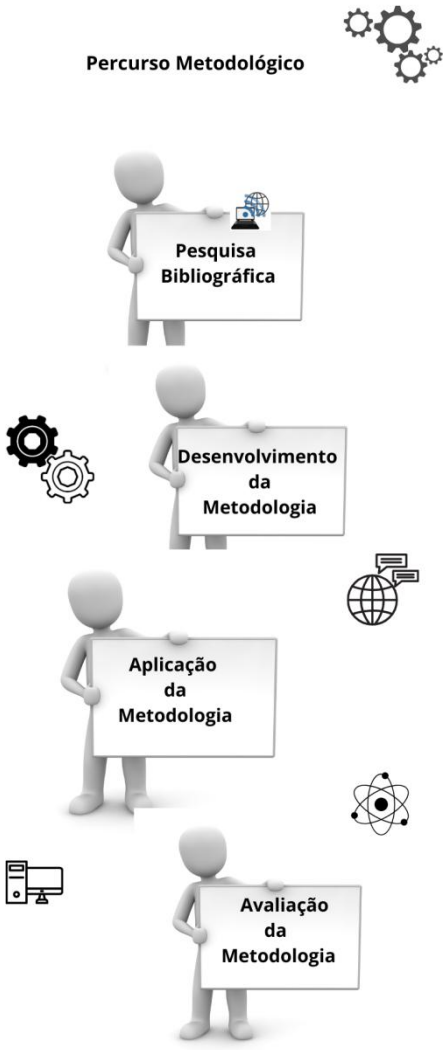
Além disso, a BNCC valoriza a abordagem interdisciplinar e contextualizada do conhecimento, incentivando que temas como a energia nuclear sejam discutidos não apenas sob a perspectiva científica, mas também sob aspectos históricos, geopolíticos, econômicos e ambientais. Dessa forma, a inserção da temática nuclear no currículo escolar contribui para a formação de cidadãos críticos, responsáveis e preparados para os desafios do mundo contemporâneo (Silva, 2023).

Portanto, ao explorar a temática nuclear nas escolas, promove-se uma educação científica que respeita os princípios da BNCC, ampliando o repertório cultural e científico dos estudantes, além de fomentar a construção de competências essenciais para a cidadania plena.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, é apresentado o percurso metodológico, o qual busca não apenas abordar os objetivos específicos propostos, mas também contribuir para a construção de um ambiente educacional onde a aprendizagem significativa seja uma realidade estimulante em relação à ciência nuclear. Diante disso, foi necessário estruturar a pesquisa em etapas distintas, garantindo a organização e o aprofundamento adequado em cada fase do estudo. Assim, foram planejadas 4 etapas, conforme a figura 1:

Figura 1: Percurso Metodológico



Fonte: Própria Autora, 2024.

3.1. ETAPAS DO PERCURSO METODOLÓGICO

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica, para investigar o que já se produziu na área. Para isso, foram consultadas bases de conhecimento, como Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO e o Portal de Periódicos Capes, adotando descritores combinados — “nuclear science education”, “virtual museum”, “digital learning environments”, entre outros — e filtrando publicações revisadas por pares dos últimos cinco anos em português, inglês e espanhol. Esses achados balizaram meus objetivos e fundamentaram a construção dos instrumentos de coleta que utilizaria adiante.

Na segunda etapa, avançamos do diagnóstico para a ação criativa: utilizei uma cidade virtual da ciência (mostrada na imagem abaixo) como metaverso - tema que abriga o Museu Virtual da Ciência Nuclear. Escolhi a metáfora de cidade porque ela sugere circulação, descoberta e convivência — elementos que julgo essenciais à democratização do conhecimento.

Figura 2: Cidade Virtual



Fonte: https://museu-do-conhecimento-nuclear.web.app/, 2025.

A Cidade Virtual da Ciência (CVC) foi desenvolvida pelo LAB/RV do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) sob a coordenação do professor Antônio Carlos de Abreu Mól.

A terceira etapa consistiu na aplicação da proposta no Colégio Estadual João Proença, localizado no sub bairro de Comari, mais precisamente em Campo Grande, junto a uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, com 20 alunos, em 14 de maio de 2025.

Planejei uma sequência de dois tempos de aula de 50 minutos cada. Em seguida, os estudantes exploraram livremente o museu em duplas, como mostrado na imagem abaixo.

Figura 3: Mapa da localidade da Unidade Escolar



Fonte: Google Maps, 2025.

Figura 4: Imagem frontal da escola



Fonte: Própria Autora, 2025.

Por fim, na quarta etapa, analisei os dados de modo qualitativo. Para as falas das rodas de conversa, adotei a análise de conteúdo de Bardin, identificando categorias como aumento da curiosidade, sensação de segurança ao manipular conceitos complexos e aprendizagem colaborativa.

Todo o procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer n.º 7.252.382), disposto logo abaixo, garantindo anonimato e consentimento esclarecido. Como desdobramento e estratégia de difusão, elaborei um e-book interativo que reúne os conceitos-chave, roteiros de atividades e links dinâmicos para as salas do museu virtual. O material — que disponibilizarei gratuitamente, em PDF acessível, no repositório institucional da UniCarioca após a defesa.

Figura 5: Aprovação do projeto na Plataforma Brasil

Pesquisador: ALOMA MELO DE AZEVEDO
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 82656924.4.0000.5235
Instituição Proponente: ASSOCIACAO CARIOCA DE ENSINO SUPERIOR
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.252.382

Fonte: Plataforma Brasil, 2024.

Dessa forma, consolido um recurso digital inovador, aberto e inclusivo, capaz de ampliar o acesso ao estudo da ciência nuclear e de apoiar professores e estudantes para além das fronteiras físicas da sala de aula.

3.2. Uso do Museu Virtual da Ciência Nuclear em sala de aula

A aplicação desta pesquisa ocorreu no Colégio Estadual João Proença, com estudantes do 3º ano do Ensino Médio (turma 3001). Mais precisamente no dia 14 de maio de 2025, e teve como eixo central o uso do Museu Virtual da Ciência Nuclear como recurso pedagógico e metodologia inovadora para a democratização do conhecimento científico. O desenho da intervenção buscou articular teoria e prática por meio de explorações interativas no ambiente virtual, discussões mediadas e atividades colaborativas, com foco no desenvolvimento do letramento científico e no engajamento ativo dos alunos.

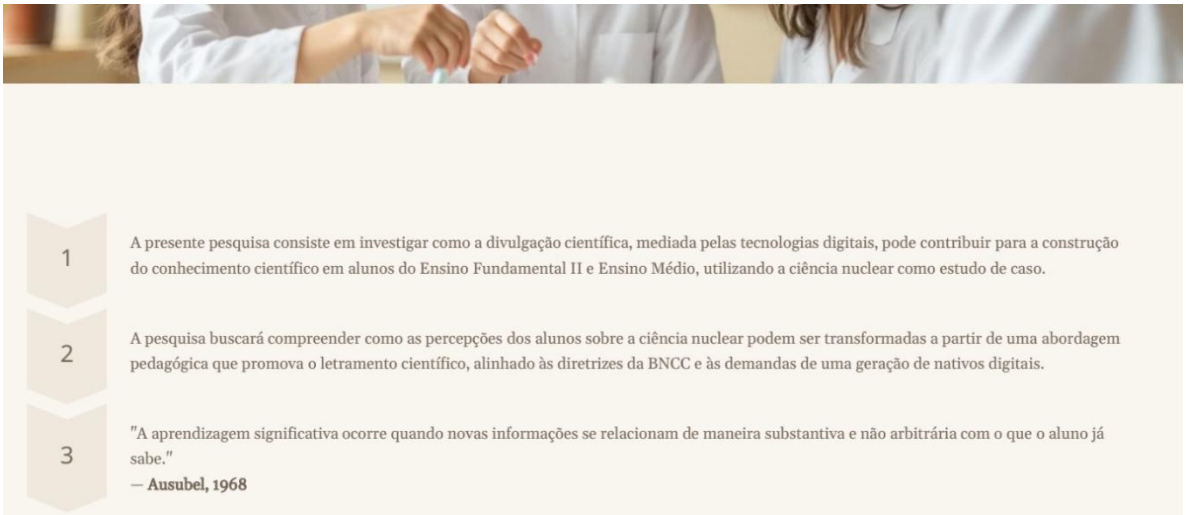
O ponto de partida foi a apresentação, em slides (figura 6), dos objetivos da pesquisa: investigar como a divulgação científica mediada por tecnologias digitais pode favorecer a construção do conhecimento em estudantes do Ensino Médio, tomando a ciência nuclear como estudo de caso. A mediação docente delineou o papel da escola como espaço estratégico de circulação do saber científico e introduziu a pergunta-guia: de que modo ferramentas digitais — como blogs, podcasts, redes sociais e museus virtuais — podem ampliar o acesso, qualificar a compreensão e promover aprendizagens mais autônomas e significativas? Esse enquadramento foi alinhado às competências e habilidades da BNCC, sobretudo no que se refere à leitura crítica de diferentes linguagens e à resolução de problemas em contextos reais.

Figura 6: Apresentação em slides



Fonte: Própria Autora, 2025.

Figura 7: Slide com objetivos



Fonte: Própria Autora, 2024.

Na sequência, problematizamos a presença da ciência nuclear no cotidiano, frequentemente invisibilizada nos currículos: irradiação de alimentos, radiografia industrial, datação por carbono, geração de energia elétrica, diagnóstico e tratamento médico. A partir de exemplos concretos e próximos da realidade dos estudantes, construímos pontes entre conceitos, aplicações e implicações sociais, econômicas e ambientais. O propósito foi

deslocar a ideia de que “nuclear” é um tema distante ou exclusivamente técnico, reafirmando que compreender seus fundamentos ajuda a tomar decisões informadas no cotidiano e a desenvolver pensamento crítico sobre tecnologias e políticas públicas, como visualizado na Figura 8, abaixo.

Figura 8: Alunos assistindo o vídeo “Urânia e a Tecnologia Nuclear”



Fonte: Própria Autora, 2025.

Como atividade de sensibilização, exibimos o episódio “Urânia e a Tecnologia Nuclear”, animação produzida pela Amazul, que apresenta benefícios e usos da tecnologia nuclear em linguagem acessível, exposta na imagem abaixo. A exibição funcionou como texto motivador para levantar hipóteses, mapear concepções prévias e iniciar um debate sobre riscos, benefícios, mitos e evidências científicas. A escuta ativa do professor-mediador orientou a organização das falas, encorajando que os estudantes justificassem suas posições e buscassem informações no material de apoio para sustentar argumentos.

Figura 9: Vídeo “Urânia e a Tecnologia Nuclear”



Fonte: youtube.com

O núcleo da intervenção foi o tour guiado pelo Museu Virtual da Ciência com foco na temática Nuclear. Em pequenos grupos, os alunos exploraram seções do ambiente digital com o apoio de celulares, Chromecasts e óculos de realidade virtual (figura 10 e 11), favorecendo uma experiência imersiva e multimodal. A proposta de navegação combinou momentos de exploração livre com tarefas orientadas (checklists, perguntas-desafio e registros em quadros colaborativos), de modo a equilibrar curiosidade e foco investigativo. A intencionalidade pedagógica foi tornar visível o percurso de aprendizagem: o que o grupo procurou, o que encontrou, como interpretou e como conectou as descobertas ao problema inicial.

Figura 10: Cada aluno com o seu celular ou Chromecast da escola



Fonte: Própria Autora, 2024.

Figura 11: Alguns alunos utilizam o óculos de realidade virtual



Fonte: Própria Autora, 2025.

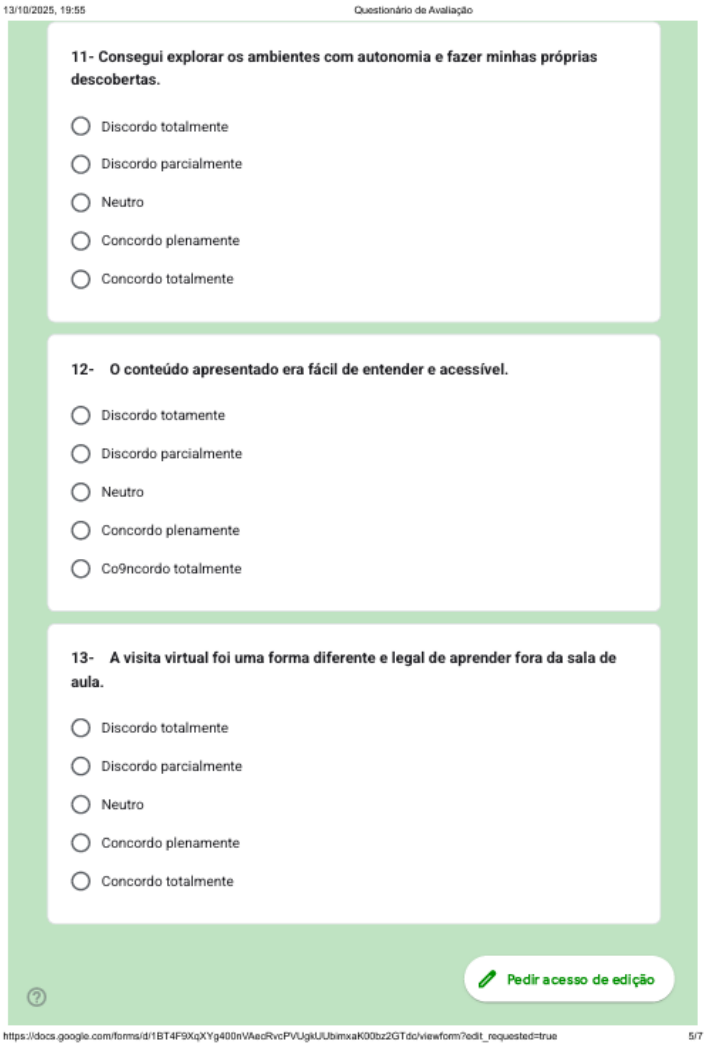
Para potencializar a aprendizagem entre pares, cada grupo assumiu a responsabilidade de curadoria temática (por exemplo: “aplicações na saúde”, “energia e sociedade”, “alimentos e segurança”, “métodos de datação”), sistematizando evidências do museu (textos, imagens, gráficos, modelos 3D) e preparando uma breve devolutiva ao coletivo. Esse movimento reforçou competências de síntese, comunicação científica e uso ético de fontes digitais. Ao final, fizemos uma roda de conversa para consolidar conceitos e registrar aprendizagens, tensões e dúvidas que permaneceram.

Do ponto de vista didático, a sequência articulou quatro estratégias complementares: (1) contextualização e problematização (slides e debate inicial); (2) modelização e mediação (vídeo disparador e perguntas orientadoras); (3) investigação guiada e imersiva (tour no museu com dispositivos digitais e RV); e (4) socialização e metacognição (apresentações dos grupos e reflexão final). Em todas as etapas, o professor atuou como mediador, não como transmissor exclusivo, favorecendo a autonomia investigativa dos estudantes e a construção coletiva de significados.

A avaliação formativa ocorreu em dois níveis. No processo, observamos engajamento, colaboração, qualidade dos registros e a capacidade de relacionar informações do museu com situações reais. Ao final, aplicamos um formulário (Figura 12) com questões abertas e fechadas para captar percepções dos estudantes sobre a metodologia, a clareza conceitual alcançada, o interesse pelo tema e a autoavaliação do próprio percurso de aprendizagem. Esses dados subsidiam análises quantitativas

(tendências de resposta, frequências) e qualitativas (categorias emergentes, evidências de letramento científico), compondo o quadro de resultados da pesquisa.

Figura 12: Formulário de autoavaliação



Fonte: Própria Autora, 2024.

Em termos de acessibilidade e inclusão, a adoção de recursos visuais, navegação autônoma, múltiplas linguagens e dispositivos diversos favoreceu diferentes perfis de aprendizagem. O caráter aberto do museu virtual ampliou a participação de estudantes que se beneficiam de interações mais exploratórias, ao passo que as tarefas orientadas e os

checklists apoiaram aqueles que preferem trilhas mais estruturadas. O uso de realidade virtual, em particular, aumentou a motivação e a sensação de presença no ambiente expositivo, contribuindo para a compreensão de conceitos considerados abstratos quando apresentados apenas em texto.

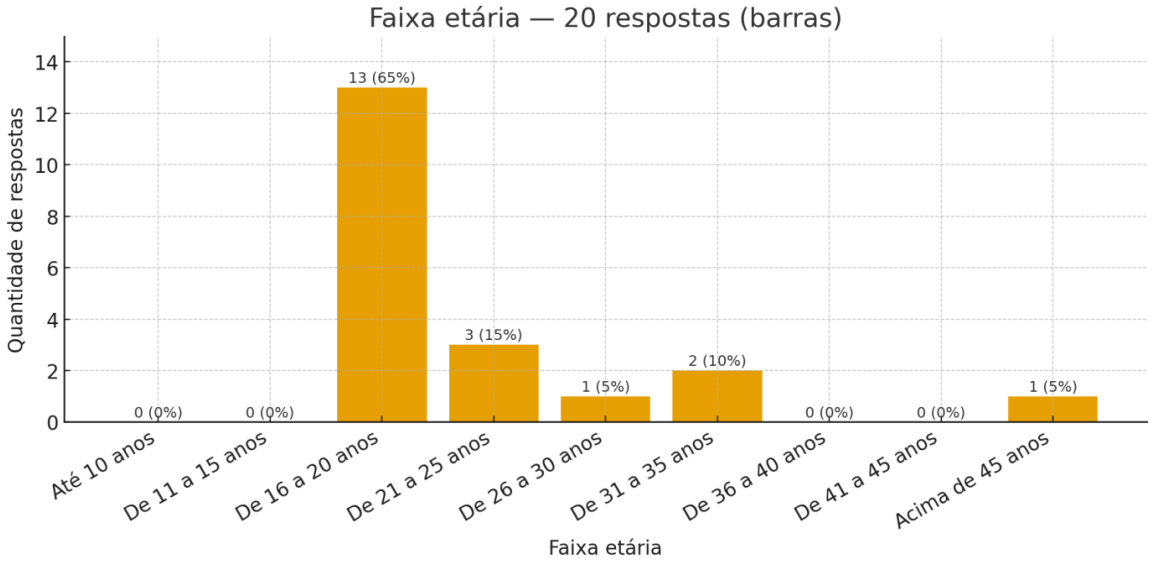
A intervenção também explicitou um diagnóstico pedagógico relevante: embora os conteúdos de ciência nuclear permeiem o cotidiano, recebem pouca ênfase nos currículos, gerando lacunas conceituais e imaginários marcados por estereótipos. Ao inserir o tema por meio de uma experiência digital imersiva e socialmente situada, a escola cumpre papel central na democratização do conhecimento, aproximando ciência e sociedade e fortalecendo a formação cidadã crítica — especialmente em uma geração de nativos digitais que aprende, cria e socializa saberes em ecossistemas conectados.

Por fim, destacamos que o uso pedagógico do Museu Virtual da Ciência Nuclear mostrou-se potente e replicável: facilita o aprendizado autônomo, amplia a participação, conecta conteúdos a problemas reais, e torna compreensíveis conceitos complexos sem diluir rigor. Como desdobramentos, propomos novas iterações com rubricas avaliativas mais finas, integração com projetos interdisciplinares (Física, Química, Geografia, História) e a produção de artefatos estudantis (podcasts, infográficos, miniexposições virtuais), consolidando a divulgação científica como prática escolar sistemática.

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

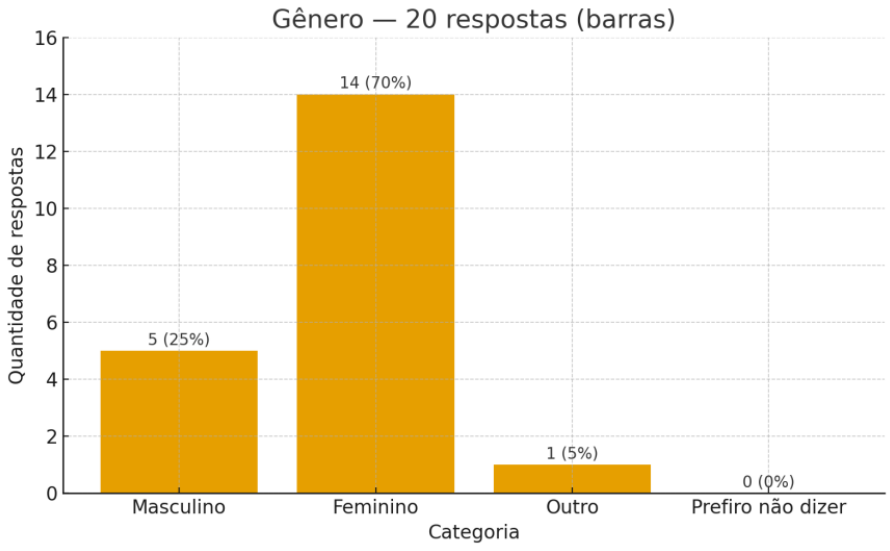
A análise do perfil dos participantes revela uma turma composta predominantemente por alunos da Geração Z, com idade típica de 16 a 18 anos (Gráfico 1), majoritariamente do sexo feminino (Gráfico 2) e de diversidade racial (abrangendo estudantes brancos, negros e pardos, mostrada no Gráfico 3). Esse contexto é relevante, pois se trata de uma geração de “nativos digitais” (Prensky, 2001; Tapscott, 2008) já familiarizada com tecnologias digitais no cotidiano.

Gráfico 1: Faixa etária dos alunos



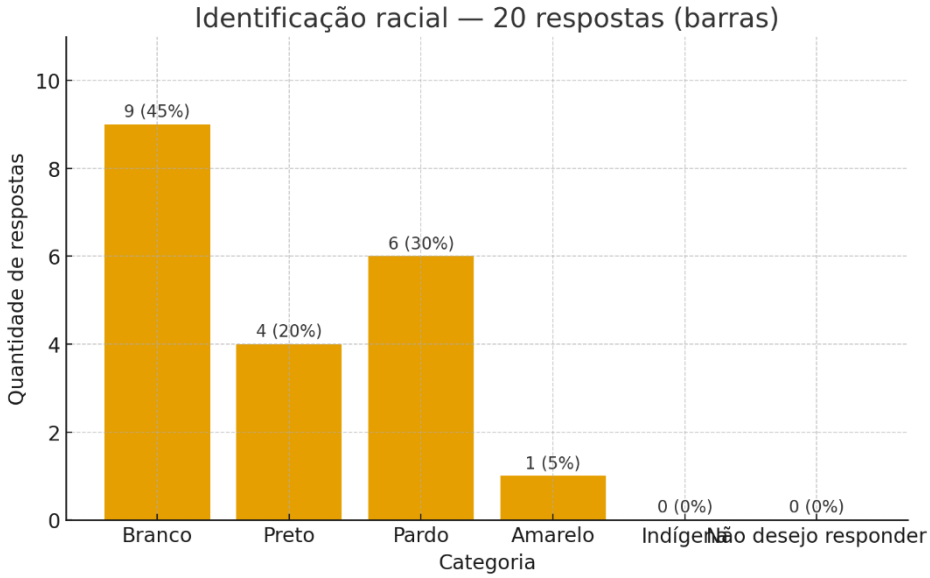
Fonte: Própria Autora, 2025.

Gráfico 2: Gênero dos alunos



Fonte: Própria Autora, 2025.

Gráfico 3: Identidade racial dos estudantes



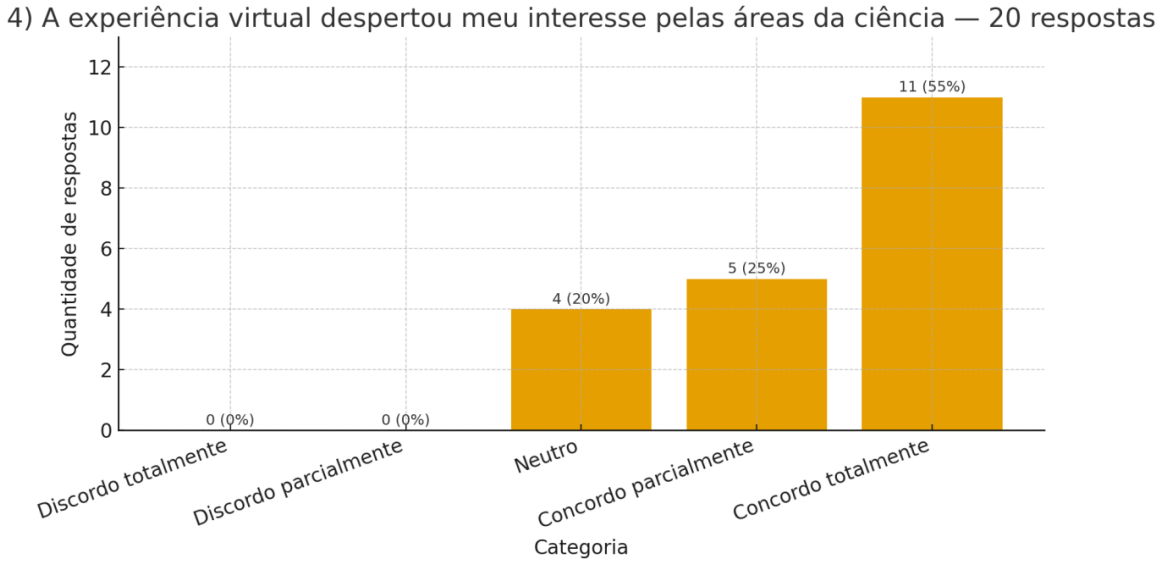
Fonte: Própria Autora, 2025.

De fato, os jovens da Geração Z tendem a valorizar práticas pedagógicas interativas e uso de ferramentas digitais, mostrando preferência por aprendizagens autodirigidas e exploratórias. Kenski (2007) salienta que educar esses nativos digitais requer a mediação tecnológica e a incorporação de ferramentas digitais no processo de ensino, de modo a alinhar-se aos interesses e ritmos dessa geração.

Considerar esse público-alvo é crucial para interpretar os resultados à luz de suas características: espera-se que uma intervenção como a visita ao Museu Virtual da Ciência Nuclear dialogue bem com suas expectativas de aprendizagem dinâmica e conectada.

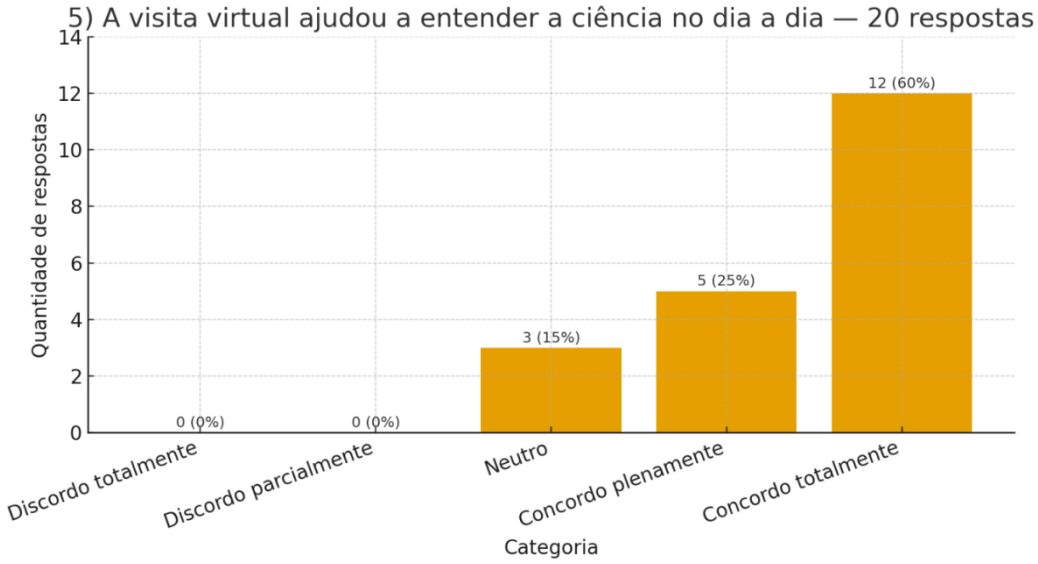
Os primeiros resultados do questionário mostram que a grande maioria dos estudantes concordou que a experiência virtual despertou seu interesse por diferentes áreas da ciência, ajudou a entender melhor a presença da ciência no dia a dia e fomentou reflexões sobre a importância da ciência para a sociedade (questões 4, 5 e 6, nos Gráficos 4, 5 e 6, respectivamente). Esses achados indicam que a intervenção conseguiu aproximar a ciência do cotidiano do aluno e ampliar sua visão sobre o papel social do conhecimento científico.

Gráfico 4: A experiência virtual despertou o meu interesse



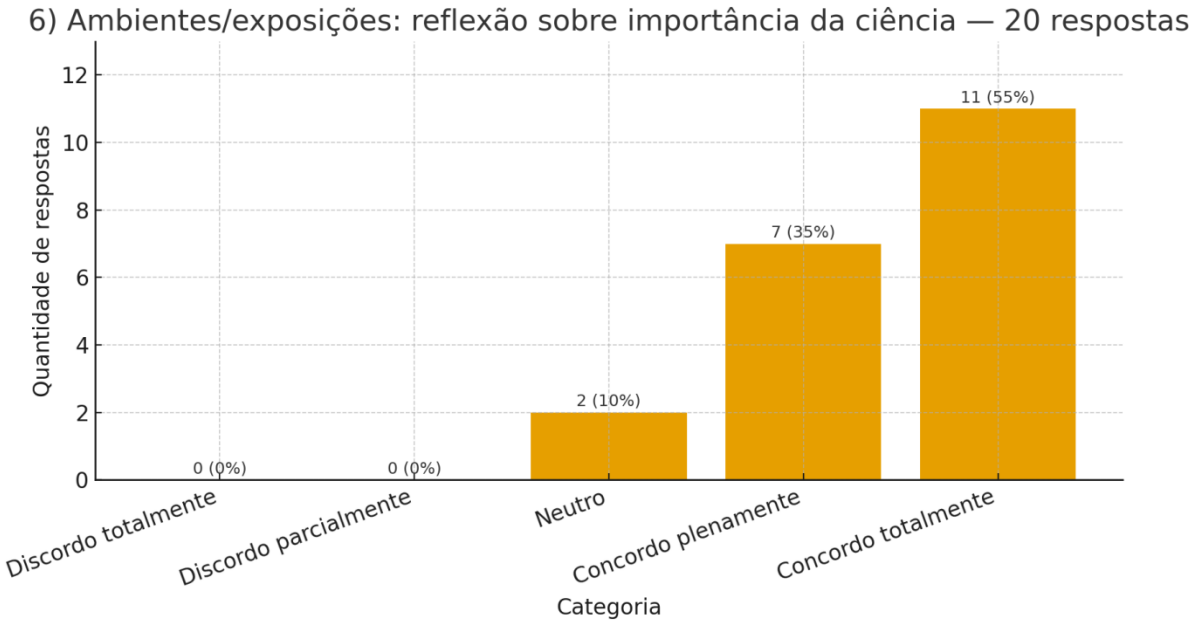
Fonte: Própria Autora, 2025.

Gráfico 5: A visita virtual ajudou a entender a ciência no dia a dia



Fonte: Própria Autora, 2025.

Gráfico 6: Ambientes/exposições: reflexão sobre importância da ciência



Fonte: Própria Autora, 2025.

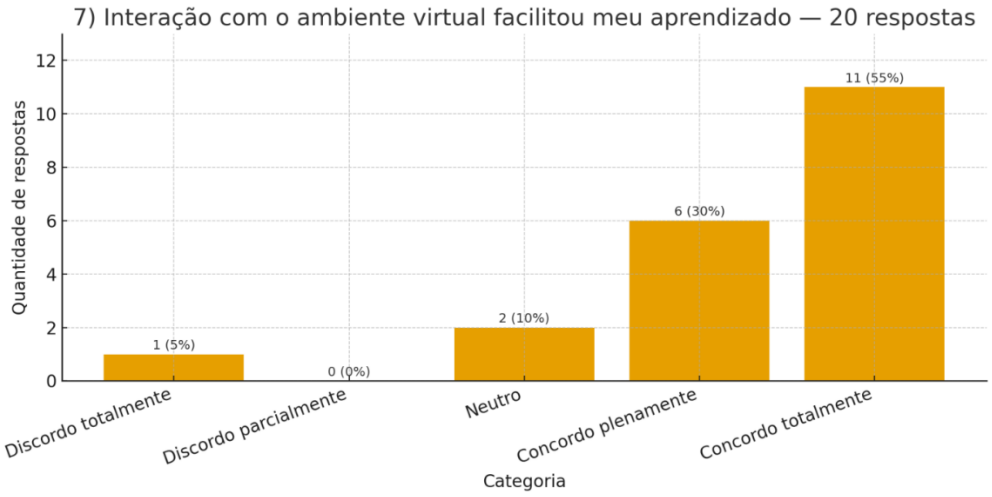
Tal resultado está em sintonia com os objetivos do letramento científico descritos na literatura: Sasseron e Carvalho (2008) argumentam que inserir práticas de divulgação científica no ambiente escolar desperta a curiosidade, o pensamento investigativo e o interesse dos estudantes pelos fenômenos naturais, contribuindo para uma educação crítica e cidadã. Chassot (2016) enfatiza, nesse mesmo sentido, que alfabetizar cientificamente implica conectar o saber científico à realidade vivida pelo aluno, rompendo com a visão de ciência enciclopédica e descontextualizada.

Desse modo, o entusiasmo demonstrado pelos alunos após a visita virtual confirma o poder de iniciativas contextualizadas: ao verem a ciência aplicada em situações do dia a dia, eles passam a percebê-la como relevante e significativa. Esse efeito corrobora as perspectivas de Auler e Delizoicov (2001), que defendem a integração entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (perspectiva CTSA) no ensino para superar abordagens reducionistas e abstratas.

Ou seja, os estudantes, ao reconhecerem conexões da ciência com questões sociais e cotidianas, vivenciaram na prática aquilo que a literatura aponta como caminho para uma aprendizagem mais significativa e voltada à formação da cidadania científica.

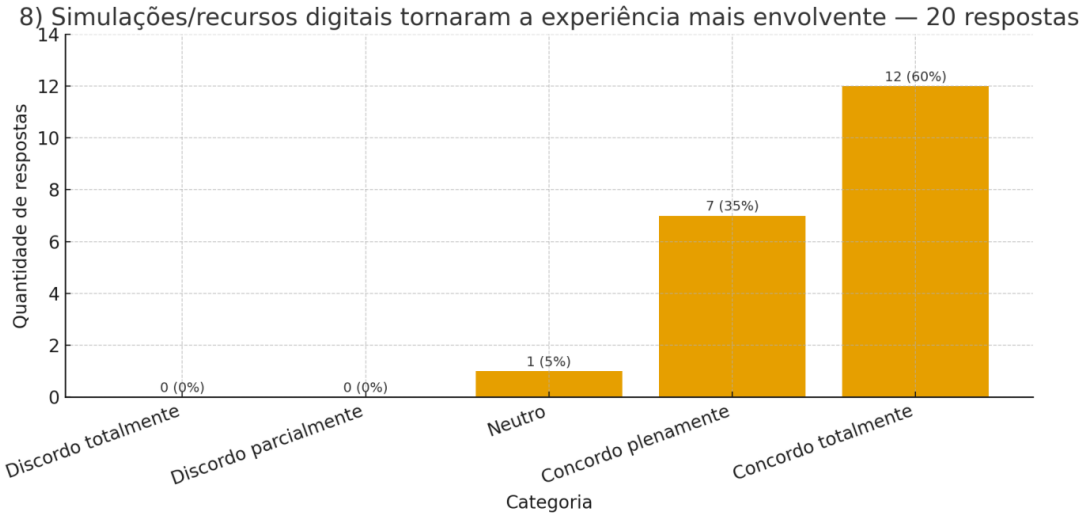
Outro conjunto de resultados refere-se à percepção sobre o processo de aprender no ambiente virtual. A maioria dos alunos relatou que a interação com o museu virtual facilitou seu aprendizado (questão 7, gráfico 7) e que as simulações e recursos digitais tornaram a experiência mais interessante e envolvente (questão 8, figura 20). Essa avaliação positiva corrobora a literatura sobre tecnologias digitais na educação, segundo a qual recursos multimídia interativos podem potencializar a aprendizagem.

Gráfico 7: Interação com o ambiente virtual facilitou meu aprendizado



Fonte: Própria Autora, 2025.

Gráfico 8: Simulações/recursos digitais tornaram a experiência mais envolvente



Fonte: Própria Autora, 2025.

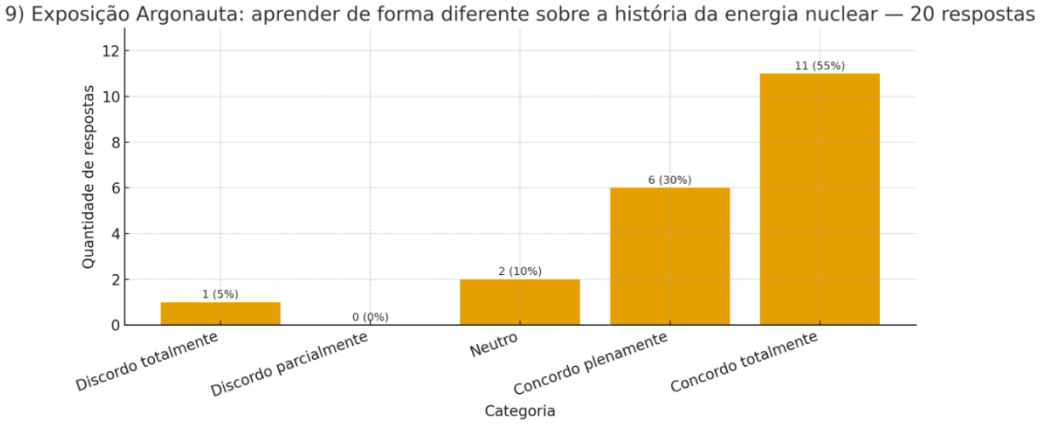
Kenski (2007) destaca que o uso de vídeos, jogos, simulações e ambientes imersivos diversifica as formas de apreensão dos conteúdos e torna a aprendizagem mais inclusiva e significativa. Ou seja, a presença de elementos visuais, sonoros e lúdicos no museu virtual atende a diferentes estilos de aprendizagem e promove maior engajamento do aluno. Moran (2018) e colaboradores argumentam, ademais, que a integração de tecnologias permite experiências formativas mais dinâmicas e personalizadas, flexibilizando os tempos e espaços da aprendizagem tradicional.

Na visita virtual, os alunos puderam aprender em um ritmo próprio e de forma exploratória, o que se reflete na opinião positiva sobre a facilidade e o interesse da experiência. Em suma, os resultados das questões 7 e 8 reforçam que a adoção de metodologias ativas apoiadas em tecnologia pode aumentar significativamente o

envolvimento e a compreensão dos estudantes – em consonância com autores como Valente (2010), que enfatiza o papel das ferramentas digitais na democratização e ampliação do acesso ao conhecimento.

Em relação à Exposição Argonauta, voltada à história da energia nuclear, os estudantes igualmente tiveram uma impressão positiva: a maior parte concordou que aprenderam de forma diferenciada sobre esse conteúdo histórico-científico (questão 9, Gráfico 9). Esse resultado sugere que o formato expositivo virtual – combinando narrativa histórica com recursos interativos – ofereceu uma aprendizagem complementar à sala de aula tradicional.

Gráfico 9: Exposição Argonauta: aprender de forma diferente sobre a história da energia nuclear



Fonte: Própria Autora, 2025.

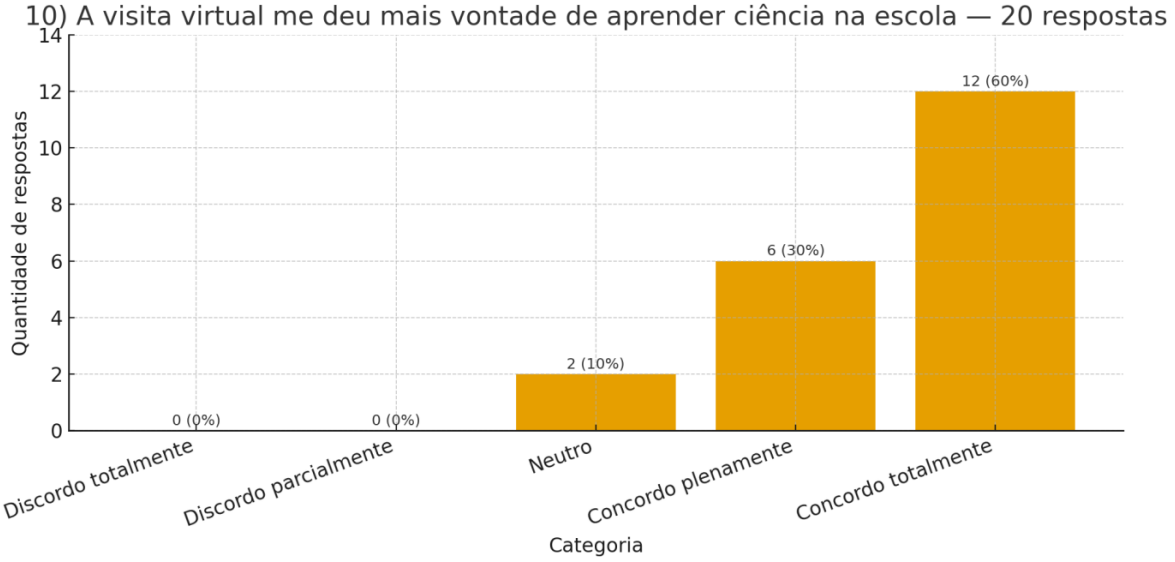
Segundo Massarani e Moreira (2020), museus virtuais de ciência permitem que estudantes e professores explorem conteúdos de maneira lúdica e interativa, complementando o ensino formal e potencializando a alfabetização científica. Ou seja, a experiência na exposição virtual agregou valor ao currículo, possibilitando aos alunos enxergar a história da ciência nuclear por uma nova perspectiva.

Além disso, Mortimer e Silva (2019) ressaltam a importância de proporcionar aos alunos oportunidades de problematizar as dimensões históricas e sociais da ciência, superando visões estereotipadas e fragmentadas. A Exposição Argonauta, ao contextualizar a evolução da energia nuclear de forma interativa, atende a essa recomendação ao tornar o aprendizado mais contextualizado e crítico. Os dados da questão 9 demonstram que os alunos valorizaram essa abordagem inovadora, ratificando a relevância de espaços de aprendizagem não formais – como museus virtuais – no enriquecimento do ensino de Ciências.

Um efeito pedagógico particularmente notável emergiu na questão 10 (Gráfico 10): muitos alunos afirmaram que a visita virtual lhes deu mais vontade de aprender Ciência na

escola. Esse aumento de motivação intrínseca é um forte indicativo do impacto positivo da intervenção, pois mostra uma transferência do entusiasmo gerado no ambiente virtual para o contexto da sala de aula.

Gráfico 10: A visita virtual me deu mais vontade de aprender ciência na escola



Fonte: Própria Autora, 2025.

Autores no campo da divulgação científica e educação já apontavam esse potencial: Carvalho (2001) defendia que aproximar o ensino de Ciências das estratégias de popularização da ciência é essencial para engajar os estudantes e superar a apatia em relação aos temas científicos. Do mesmo modo, Bueno e Freire (2019) discutem os desafios e a importância de levar a divulgação científica para a escola como forma de popularizar o conhecimento e torná-lo mais atrativo aos jovens.

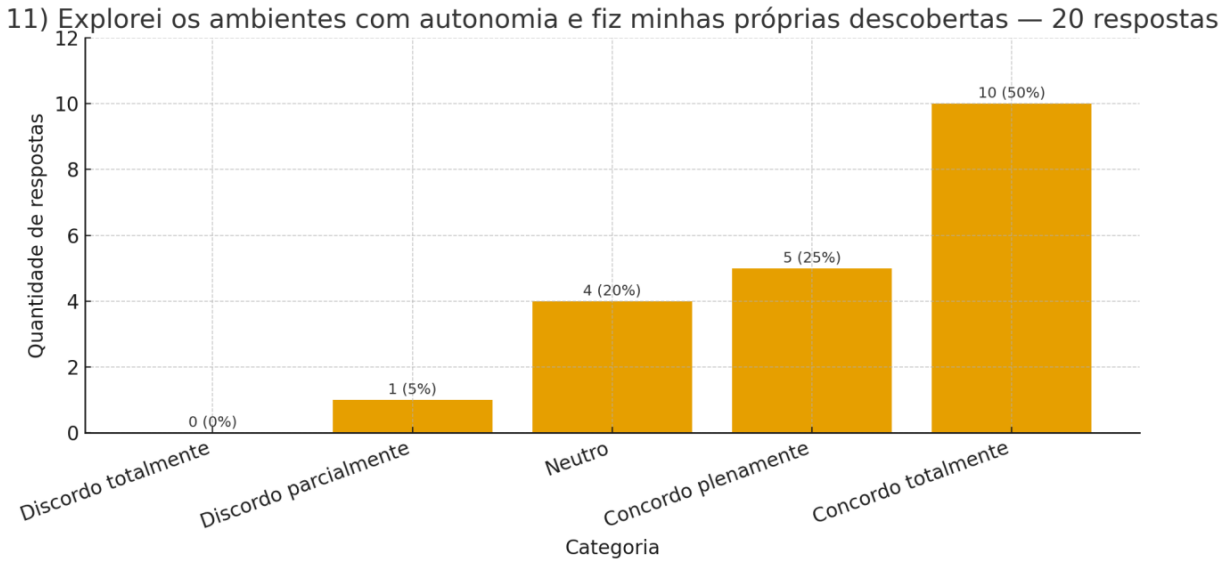
O depoimento dos alunos, de que passaram a querer aprender mais, corrobora a visão de Chassot (2016) de que a alfabetização científica exige despertar o encantamento pela ciência nos educandos, transformando-os em protagonistas ativos e interessados na construção do próprio conhecimento. Em suma, a intervenção atuou como um catalisador de interesse: ao vivenciarem a ciência de maneira envolvente no museu virtual, os alunos passaram a enxergar suas aulas regulares de ciências com outro olhar, mais curioso e engajado.

Esse resultado converge com a literatura que propõe uma integração entre experiências de educação não formal e o currículo escolar para fortalecer a motivação e a aprendizagem em Ciências, articulando os dois mundos em benefício do aluno.

Nem todos os achados, porém, foram uniformemente positivos: a questão 11 (Gráfico 11), que indagava se os alunos conseguiram explorar os ambientes virtuais com autonomia e fazer suas próprias descobertas, apresentou um percentual significativo de

respostas neutras ou discordantes. Aproximadamente metade dos estudantes não se sentiu totalmente à vontade para afirmar que explorou o museu livremente por conta própria.

Gráfico 11: Explorei os ambientes com autonomia e fiz minhas próprias descobertas



Fonte: Própria Autora, 2025.

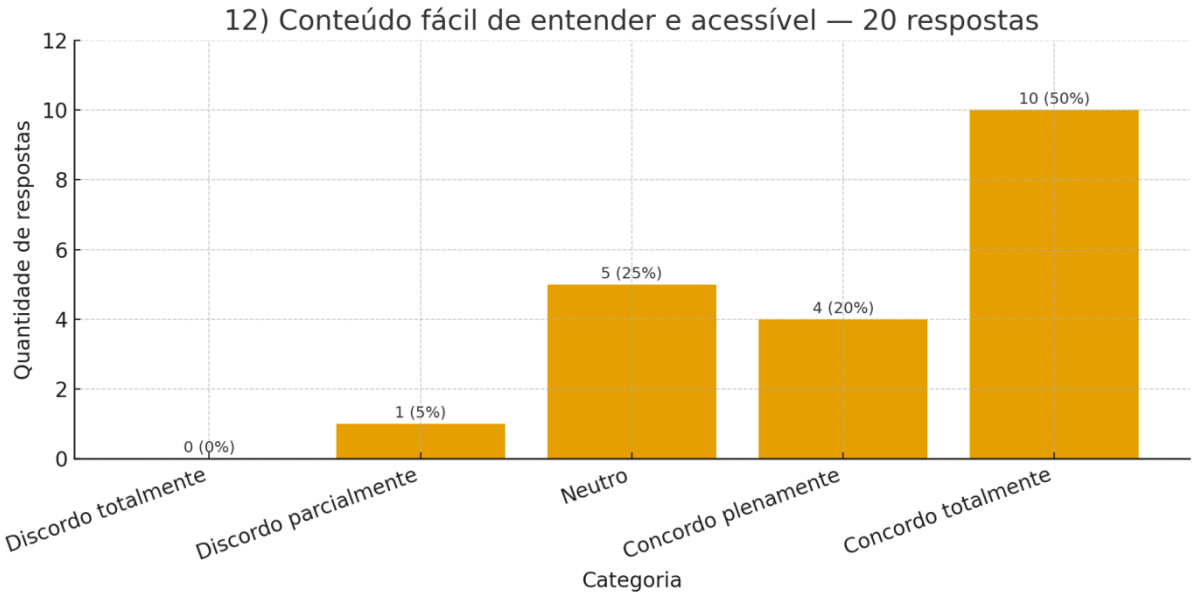
Esse dado pode refletir algumas limitações práticas da intervenção – por exemplo, o tempo relativamente curto destinado à exploração livre (alguns alunos chegaram a comentar que precisariam de mais tempo) – ou mesmo a necessidade de mediação pedagógica adicional. Vale lembrar que, embora os nativos digitais tendam a ser mais independentes no uso de tecnologias, isso não elimina a importância do papel do professor como facilitador.

Conforme alertam Xavier e Gonçalves (2017), a tecnologia por si só não garante aprendizagem; é imprescindível a orientação docente para contextualizar e promover aprendizagens significativas. Selwyn (2022) corrobora essa visão, enfatizando que a presença do professor-mediador é central mesmo em ambientes digitais de aprendizagem.

Assim, a menor concordância em torno da autonomia sugere que implementações futuras poderiam dedicar um tempo maior para a navegação autônoma e oferecer tutoria inicial mais robusta, garantindo que todos os alunos – inclusive os com menor familiaridade com jogos 3D ou museus virtuais – se sintam capazes de explorar e aprender de forma independente. Em termos práticos, trata-se de equilibrar a liberdade exploratória, que é motivadora, com o suporte estruturado, de modo que a experiência seja proveitosa para todos os perfis de aluno.

A avaliação da facilidade de compreensão do conteúdo apresentado (questão 12, Gráfico 12) também foi amplamente positiva. A maioria dos discentes considerou que o conteúdo do museu virtual era fácil de entender e acessível, indicando que a linguagem e os recursos explicativos empregados foram adequados ao seu nível de conhecimento. Esse resultado reflete uma efetiva preocupação em traduzir o conhecimento científico para o público jovem, um princípio fundamental na divulgação científica.

Gráfico 12: Conteúdo fácil de entender e acessível



Fonte: Própria Autora, 2025.

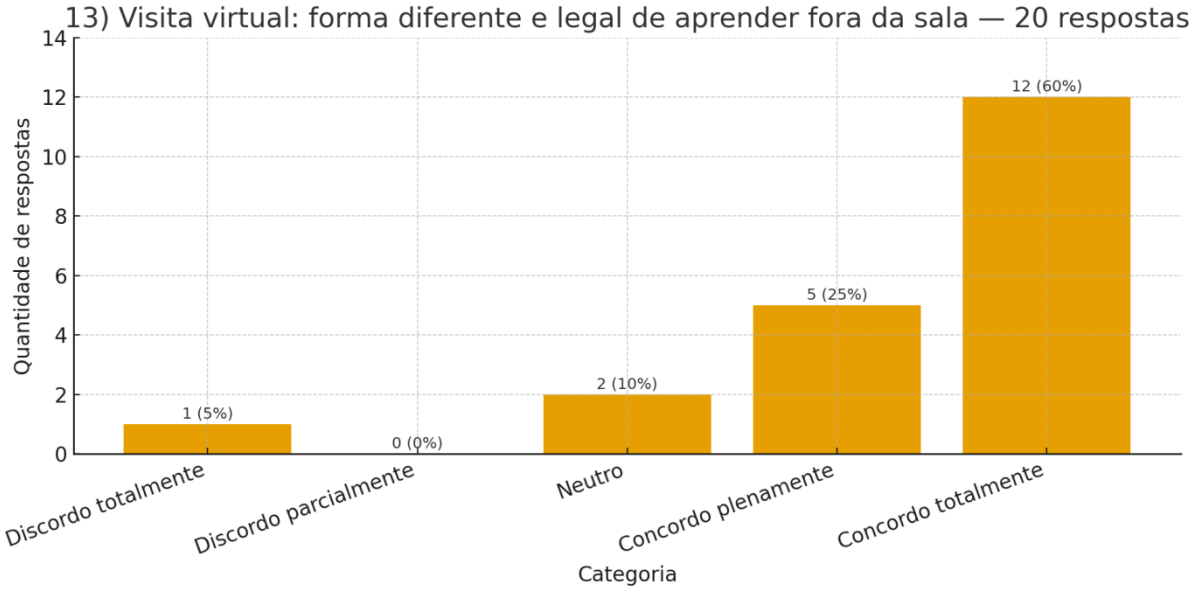
Massarani (2020) enfatiza que simplificar a linguagem técnica e torná-la atraente é crucial para democratizar o acesso ao conhecimento científico, garantindo inclusão e equidade educacional. De modo semelhante, Chassot (2016) aponta o desafio de tornar conceitos de ciência compreensíveis sem diluir seu rigor – parte essencial do processo de alfabetização científica. Pelos dados obtidos, o museu virtual conseguiu equilibrar precisão conceitual e clareza expositiva, pois os estudantes se sentiram capazes de entender temas potencialmente complexos (e.g., energia nuclear) apresentados ali.

Essa adequação do material didático ao público converge com a ideia de personalização e inclusão na aprendizagem mediada por tecnologia, destacada por Kenski

(2007) ao afirmar que as tecnologias digitais permitem ajustar os processos educativos aos ritmos e necessidades individuais dos alunos. Não obstante, a existência de uma minoria de alunos que não expressou total concordância quanto à facilidade do conteúdo indica que devemos manter atenção à acessibilidade: oferecer diferentes formatos de informação (texto, vídeo, animações, infográficos) e suporte adicional pode ser importante para atingir todos os perfis de aprendizagem, assegurando que nenhum estudante fique para trás.

A respeito da forma de aprender fora da sala de aula, os alunos consideraram quase unanimemente que a visita virtual foi uma maneira diferente e “legal” de adquirir conhecimento (questão 13, gráfico 13). Esse entusiasmo reforça o valor educativo de espaços de educação não formal mediados por tecnologia, os quais complementam o ensino regular. Segundo Henriques (2018), um verdadeiro museu virtual é aquele que realiza ações museológicas no ambiente digital, promovendo a preservação, o estudo, a comunicação e o acesso ao patrimônio científico de forma interativa e acessível.

Gráfico 13: Visita virtual: forma diferente e legal de aprender fora da escola



Fonte: Própria Autora, 2025.

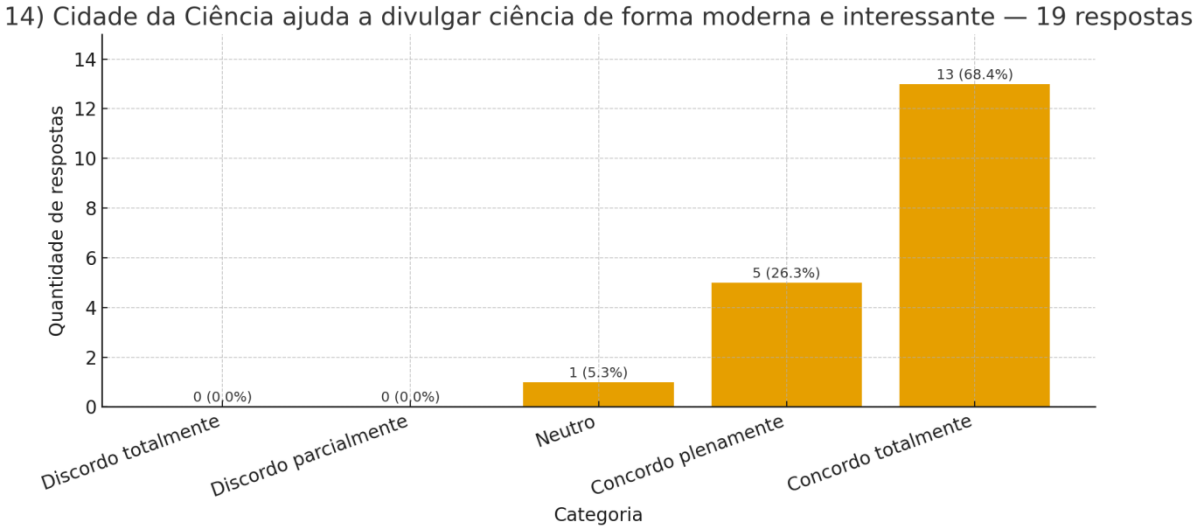
Em outras palavras, trata-se de um ambiente de aprendizagem alternativo que, embora fora da sala de aula física, oferece experiências educacionais ricas e significativas. Os resultados mostram que os alunos reconheceram esse valor: a atividade extraclasse foi vista como algo atrativo e relevante, não apenas um entretenimento vazio. Isso está alinhado ao conceito de aprendizagem ubíqua – a possibilidade de aprender a qualquer hora e lugar –, proporcionado pelas tecnologias digitais (Santaella, 2013), o qual dissolve as fronteiras entre educação formal e informal.

Pierre Lévy (2010), precursor desse conceito, define o *ciberespaço* justamente como um novo espaço social de interação e construção coletiva do conhecimento, que amplia as possibilidades de democratização da informação – aspecto evidente em uma iniciativa virtual como esta. Além disso, pela própria afirmação dos discentes de que a experiência foi “legal”, depreende-se um componente lúdico importante.

Prensky (2001) já observava que os jovens imersos na cultura digital se engajam mais quando as estratégias educacionais incorporam elementos de jogo, interatividade e desafio – exatamente o que um museu virtual pode oferecer. Assim, a excelente recepção da visita virtual enquanto forma de aprender demonstra que iniciativas educacionais diferenciadas, que fogem do tradicional, têm grande potencial de engajamento junto aos estudantes da Geração Z.

Finalmente, quanto à afirmação de que a plataforma “Cidade da Ciência” ajuda a divulgar a ciência de forma moderna e interessante (questão 14, gráfico 14), os alunos manifestaram acordo quase unânime. Do ponto de vista discente, o museu virtual cumpriu claramente sua função como ferramenta eficaz de popularização da ciência.

Gráfico 14: Cidade da Ciência ajuda a divulgar ciência de forma moderna e interessante



Fonte: Própria Autora, 2025

Os adjetivos “moderna” e “interessante” empregados pelos estudantes conectam-se diretamente às características das tecnologias digitais no ensino: autores como Kenski (2007) e Selwyn (2022) apontam que as ferramentas tecnológicas, quando bem integradas, podem renovar práticas pedagógicas tradicionais e tornar a aprendizagem mais atraente para as novas gerações. No caso da Cidade da Ciência, sua interface interativa e uso de recursos de vanguarda concretizam essa modernização do ensino de Ciências, “falando a língua” do público jovem.

Além disso, a percepção dos alunos confirma o que estudos recentes indicam**:** Lizama, Zavaski e Wachholz (2021) verificaram que museus virtuais e plataformas digitais interativas conseguem atrair novos públicos e estimular o interesse por temas científicos específicos, como a própria temática nuclear. Ou seja, nossos dados empíricos mostram convergência com a literatura: a democratização do conhecimento científico passa, necessariamente, pela adoção de linguagens e meios atuais que dialoguem com os estudantes e rompam barreiras geográficas e institucionais.

Chassot (2014) já defendia que tornar a ciência acessível e próxima é condição *sine qua non* para formar cidadãos capazes de interpretar o mundo criticamente – e os resultados aqui discutidos evidenciam justamente essa aproximação entre ciência e sociedade. Em síntese, o conjunto de respostas do questionário reforça que os objetivos da pesquisa foram atingidos: a visita ao Museu Virtual da Ciência Nuclear ampliou o interesse dos alunos pela ciência**,** aprimorou sua compreensão de conceitos científicos em contexto e motivou-os a continuar aprendendo, tudo em consonância com as melhores práticas apontadas pela literatura nas áreas de educação, tecnologia e divulgação científica.

Do ponto de vista das implicações para a prática docente, esses resultados positivos – fundamentados teoricamente conforme exposto – sugerem caminhos claros. Primeiro, evidenciam que a integração de metodologias inovadoras – como visitas virtuais a museus de ciência, simulações computacionais e outras atividades interativas – pode enriquecer o ensino de Ciências, tornando-o mais atrativo e conectado à realidade dos estudantes. Cabe aos professores, portanto, buscarem capacitação e apoio para incorporar tais recursos em suas estratégias didáticas.

Como advertem Kenski (2007) e Selwyn (2022), a formação docente contínua é essencial para que as tecnologias sejam utilizadas de forma crítica e eficaz, evitando usos superficiais ou meramente recreativos. Em segundo lugar, a experiência relatada reforça a importância de se romper com a isolação da sala de aula**:** parcerias com espaços não formais – museus, centros de ciência virtuais ou presenciais – e projetos de divulgação científica podem ser sistematicamente integrados ao currículo.

Isso não apenas eleva o engajamento dos alunos, como também atende às orientações de documentos educacionais oficiais que enfatizam a contextualização e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências (MEC, 2017). Por fim, destaca-se que a democratização da ciência por meio de ferramentas digitais – mote central desta pesquisa – traz benefícios palpáveis ao engajamento e à aprendizagem dos jovens.

Para além dos ganhos de conteúdo, há um efeito inspirador: os estudantes se percebem como participantes ativos na cultura científica, desenvolvendo competências de investigação, reflexão crítica e colaboração que levarão para sua vida cidadã. A prática

docente, diante disso, é convidada a se reinventar, incorporando cada vez mais esses recursos digitais e interativos não como complementos esporádicos, mas como parte integrante de uma pedagogia efetivamente voltada ao século XXI.

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa demonstrou que a divulgação científica mediada por tecnologias digitais — materializada aqui no uso pedagógico de um Museu Virtual da Ciência Nuclear — é um caminho viável e potente para democratizar conhecimentos complexos no Ensino Médio. Ao aproximar a temática nuclear do cotidiano, em linguagem acessível e multimodal, a proposta favoreceu o letramento científico, ampliou o interesse dos estudantes por ciência e desencadeou formas de aprendizagem mais ativas, colaborativas e significativas, em consonância com a BNCC e com a perspectiva CTSA.

Os dados coletados indicaram ganhos de engajamento, compreensão conceitual e motivação intrínseca, especialmente quando a experiência combinou exploração guiada do museu, debates mediados e socializações entre pares. O desenho didático — que integrou sensibilização, investigação imersiva e metacognição — reforçou o papel do professor como mediador de percursos, não mero transmissor de conteúdos, e mostrou que ambientes virtuais de aprendizagem podem ressignificar temas usualmente marcados por estigmas (medos, desinformação) sem abrir mão do rigor científico.

Destaca-se, também, o caráter inclusivo e replicável da proposta: o uso de múltiplas linguagens, recursos interativos e dispositivos diversos atendeu a perfis de aprendizagem variados e pode ser transposto para outras áreas (Física, Química, Geografia, História), articulando escola e espaços não formais de educação científica. O produto educacional desenvolvido (e-book interativo) amplia esse alcance, oferecendo trilhas, atividades e curadorias temáticas que apoiam docentes na adoção do museu virtual em contextos distintos.

Ao mesmo tempo, emergiram limites importantes que orientam melhorias futuras. Parte dos estudantes não se sentiu plenamente autônoma na navegação, sugerindo a necessidade de maior tempo de exploração, sequências mais graduais de tutoria e materiais de apoio para quem tem menor familiaridade com ambientes 3D. Há, ainda, condicionantes logísticos (disponibilidade de internet e dispositivos) e metodológicos (amostra circunscrita a uma turma e tempo curto de intervenção) que restringem generalizações e recomendam cautela na extrapolação dos resultados.

Dessas evidências decorrem recomendações práticas: (i) ampliar o tempo de exploração livre com checklists e desafios progressivos; (ii) fortalecer a tutoria inicial (vídeos curtos de “como navegar”, guias rápidos, rotas sugeridas por interesse); (iii) adotar rubricas avaliativas que captem avanços em curiosidade, argumentação e transferência para problemas reais; (iv) planejar atividades integradas entre disciplinas, culminando em produtos autorais (podcasts, infográficos, miniexposições virtuais); (v) garantir acessibilidade (multiformatos, leitura fácil, legendas) e (vi) investir em formação docente continuada para uso crítico e ético das TDIC.

Como agenda de investigação, sugerem-se estudos com acompanhamento longitudinal (retenção e transferência de aprendizagem), comparações entre estratégias (visita virtual vs. sequência tradicional vs. híbridos), análises de impacto em diferentes perfis de estudantes (inclusive recortes de inclusão e equidade) e mensurações mais finas de competências científicas e socioemocionais associadas à proposta.

Em síntese, o percurso empreendido confirma que “abrir” o museu — e a ciência — no ciberespaço é abrir janelas de sentido para além das paredes da sala de aula. Ao transformar medo em curiosidade informada e distância em presença interativa, a experiência cumpre sua finalidade formativa e social: democratizar o conhecimento científico, fortalecer a cidadania e inspirar professores e estudantes a aprender, criar e decidir com base em evidências. Este trabalho deixa, assim, um protocolo pedagógico claro, um produto educacional aberto e uma trilha de pesquisa promissora para que outras escolas possam, igualmente, “habitar” a cidade do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. M. S.; MACHADO, D. P. **Divulgação científica e ensino de ciências**: aproximações e perspectivas. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 21, p. 1–30, 2021.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Ciência-Tecnologia-Sociedade**: relações estabelecidas por professores de ciências. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 1, n. 2, p. 1–17, 2001.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**: Uma Abordagem Teórico-Prática. Penso, 2018.

BELLONI, M. L. *et al.* **Educação a Distância**. Autores Associados, 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Aplicações da energia nuclear**. 2020. Disponível em: http://antigo.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-da-energia-nuclear.pdf. Acesso em: 9 mar. 2022.

BUENO, S.; FREIRE, C. **Divulgação científica e escola**: desafios para a popularização do conhecimento científico. Educação e Pesquisa, v. 45, 2019.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de ciências e divulgação científica**: aproximações necessárias. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 131–144, 2001.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: Questões e Desafios Para a Educação. Editora Unijuí, 2016.

HENRIQUES, R. M. N. **Os museus virtuais**: conceito e configurações. Cadernos de Sociomuseologia, v. 56, n. 12, 2018.

IAEA. **Nuclear Power and the Clean Energy** Transition. Miklos Gaspar, 2020. Disponível em: http://www.iaea.org/bulletin/61-3. Acesso em: 19 nov. 2025.

IMPERADOR, A. M. **Divulgação científica no contexto escolar**: construindo um ambiente de aprendizagem ativo. [Trabalho apresentado em evento acadêmico], 2022.

JUST, M. C.; NECKEL, L. **Popularização científica e tecnológica**: experimentos de física itinerantes no ambiente escolar. Revista de Extensão (UNESC), v. 5, n. 1, p. 114–124, 2020.

KASPERKIEWICZ, T.; FIALHO, F. **Aplicações e riscos da energia nuclear**: um debate necessário na educação científica. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 5, p. 1–12, 2018.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: O novo ritmo da informação. [*S. l.*]: Papirus Editora, 2007.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 7. ed. São Paulo (SP): Editora 34, 2010.

LITTO, F. M.; FORMIGA, M. (Org.). **Ead**: O Estado Da Arte. São Paulo: Prentice Hall, 2008.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica e cidadania**: superando reducionismos. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

MARANDINO, M. **Por uma didática museal**: propondo bases sociológicas e epistemológicas para a análise da educação em museus. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MASSARANI, L.; LEAL, T.; WALTZ, I. **O debate sobre vacinas em redes sociais**: uma análise exploratória dos links com maior engajamento. Cadernos de Saúde Pública, v. 36, supl. 2, e00148319, p. 1–13, 2020.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. **Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil**. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (orgs.). **Ciência e público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2016.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. **Desafios da divulgação científica no Brasil**. [Texto de referência], 2020.

MATEUS, W. D.; GONÇALVES, C. B. **Discutindo a divulgação científica**: o discurso e as possibilidades de divulgar ciência na internet. Revista Areté.

MEC. **Base Nacional Comum Curricular** - Educação é a Base. Brasília: República Federativa do Brasil, 15 dez. 2017. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79611-anexo-texto-bncc-aprovado-em-15-12-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 18 nov. 2025.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Papirus Editora, 2013.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. In: BACICH, L.; MORAN, J. M. (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26–44.

MORTIMER, E.; SILVA, C. C. da. A **formação do pensamento científico e o letramento científico no ensino de ciências**. Ciência & Educação, v. 25, n. 1, p. 215–234, 2019.

PERRENOUD, P. **Construir as Competências Desde a Escola**. Penso, 2021.

PETERS, O. **Digital Learning Environments**: New Possibilities and Opportunities. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, v. 1, n. 1, 1 jun. 2000. Disponível em: http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/3. Acesso em: 19 nov. 2025.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants Part 1**. On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1–6, set. 2001.

SÁ, E. P. **Divulgação científica**: comunicação pública da ciência. São Paulo: Contexto, 2011.

SANTAELLA, L. **Culturas e Artes do Pós-humano**: da Cultura das Mídias à Cibercultura. São Paulo: Paulus Editora, 2008.

SANTOS, J. L.; SILVA, D. F. O **ensino da energia nuclear**: desafios e perspectivas. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 20, p. 1–18, 2020.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1–22, 2001.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental**: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, p. 333–352, 2008.

SELWYN, N. **Education and Technology**: Key Issues and Debates. London New York Oxford New Delhi Sydney: Bloomsbury Academic, 2022.

SILVA, R. R.; SOUZA, A. K. S. **Superando o medo e a desinformação**: desafios na popularização da ciência nuclear. [Manuscrito acadêmico], 2021.

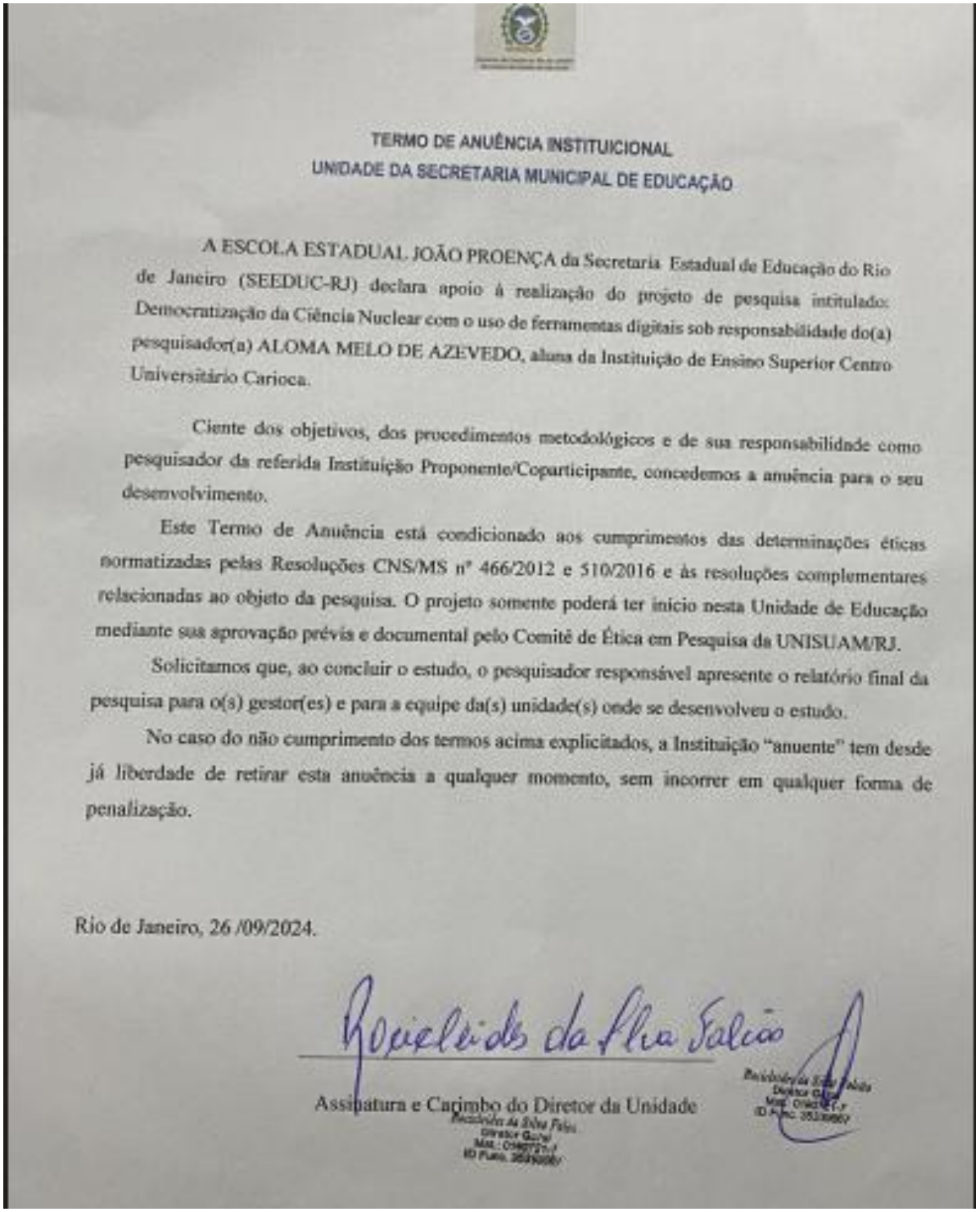
TAPSCOTT, D. **Grown Up Digital**: How the Net Generation is Changing Your World. McGraw Hill Professional, 2008.

TRILLING, B.; FADEL, C. **21st Century Skills**: Learning for Life in Our Times. San Francisco, Calif: Jossey-Bass, 2009.

VALENTE, J. A. **Tecnologias na educação**: potencialidades e desafios. In: KENSKI, V. M.; PIMENTA, S. G. (orgs.). Tecnologias e educação: o futuro já chegou?. São Paulo: Loyola, 2010. p. 13–30.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Anuência Institucional (TAI)



TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUICIONAL
UNIDADE DA SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO

A ESCOLA ESTADUAL JOÃO PROENÇA da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) declara apoio à realização do projeto de pesquisa intitulado: Democratização da Ciência Nuclear com o uso de ferramentas digitais sob responsabilidade do(a) pesquisador(a) ALOMA MELO DE AZEVEDO, aluna da Instituição de Ensino Superior Centro Universitário Carioca.

Ciente dos objetivos, dos procedimentos metodológicos e de sua responsabilidade como pesquisador da referida Instituição Proponente/Coparticipante, concedemos a anuência para o seu desenvolvimento.

Este Termo de Anuência está condicionado aos cumprimentos das determinações éticas normatizadas pelas Resoluções CNS/MS nº 466/2012 e 510/2016 e às resoluções complementares relacionadas ao objeto da pesquisa. O projeto somente poderá ter início nesta Unidade de Educação mediante sua aprovação prévia e documental pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNISUAM/RJ.

Solicitamos que, ao concluir o estudo, o pesquisador responsável apresente o relatório final da pesquisa para o(s) gestor(es) e para a equipe da(s) unidade(s) onde se desenvolveu o estudo.

No caso do não cumprimento dos termos acima explicitados, a Instituição "anuente" tem desde já liberdade de retirar esta anuência a qualquer momento, sem incorrer em qualquer forma de penalização.

Rio de Janeiro, 26 /09/2024.

Assinatura e Carimbo do Diretor da Unidade

APÊNDICE B – Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD)

UNISUAM

Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD)

Eu, ALOMA MELO DE AZEVEDO, no intuito de realizar pesquisa científica no COLÉGIO ESTADUAL JOÃO PROENÇA, da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, com o projeto de pesquisa intitulado **Democratização da Ciência Nuclear com o uso de ferramentas digitais** e tendo como orientador Prof. Dr. Jorge Eduardo Mansur Serzedello, declaro que: (i) Assumo compromisso com a utilização criteriosa e restrita aos objetivos da pesquisa acima referida em relação aos dados nela contidos; (ii) Os dados somente serão processados após receber a aprovação do sistema CEP-CONEP; (iii) Os dados coletados se destinarão à dar suporte aos objetivos da pesquisa . **Democratização da Ciência Nuclear com o uso de ferramentas digitais**
Esclareço que os dados a serem coletados se referem a **informações sobre a Democratização da Ciência Nuclear com o uso de ferramentas digitais,** no período compreendido entre **20 e 21/02/2025.**

Declaro ser de minha inteira responsabilidade cuidar da integridade das informações e dados coletados, garantindo, por todos os meios, a confidencialidade desses dados, bem como a privacidade dos indivíduos que terão suas informações disponibilizadas. Da mesma forma, me comprometo a não transferir os dados coletados, ou o banco de dados em sua íntegra, ou parte dele, à pessoa não envolvida na equipe da pesquisa.
Os compromissos ora assumidos são extensivos aos cuidados no manuseio, na guarda, na utilização e no descarte das informações coletadas, sendo reiterada a finalidade de seu uso unicamente para cumprimento dos objetivos indicados na pesquisa mencionada acima.

Rio de janeiro, 23 de novembro de 2024 .

gov.br

APÊNDICE C – Parecer Consubstanciado da Plataforma Brasil

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa:
Despertando o Interesse pela Ciência Nuclear no Ensino Médio através de Recursos Tecnológicos: Uma Abordagem para a Aprendizagem Significativa.

2. Número de Participantes da Pesquisa: 20

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra , Grande Área 3. Engenharias , Grande Área 7. Ciências Humanas

PESQUISADOR

5. Nome:
ALOMA MELO DE AZEVEDO

6. CPF:	7. Endereço (Rua, n.º):		
077.731.347-23	ARATANHA CAMPO GRANDE casa RIO DE JANEIRO RIO DE JANEIRO 23050470		
8. Nacionalidade:	9. Telefone:	10. Outro Telefone:	11. Email:
BRASILEIRA	21964869362		alomazevedo@gmail.com

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Documento assinado digitalmente
gov.br
ALOMA MELO DE AZEVEDO
Data: 24/06/2024 09:03:34-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Data: _____ / _____ / _____

Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

12. Nome:	13. CNPJ:	14. Unidade/Órgão:
ASSOCIACAO CARIOCA DE ENSINO SUPERIOR	31.886.146/0001-00	MESTRADO PROFISSIONAL EM NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DA EDUCAÇÃO

15. Telefone:	16. Outro Telefone:
(21) 2563-1919	

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: ANA PAULA LEGEY DE SIQUEIRA CPF: 024.930.507-03

Cargo/Função: Coordenadora Geral do Programa de Mestrado

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANA PAULA LEGEY DE SIQUEIRA
Data: 24/06/2024 09:36:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

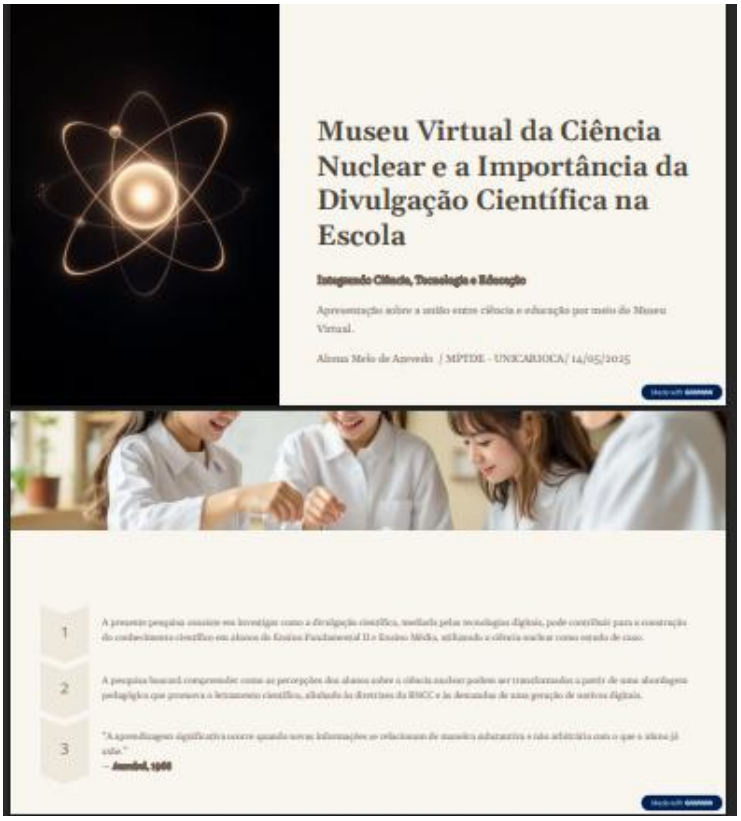
Data: 24 / 06 / 2024

Assinatura

PATROCINADOR PRINCIPAL

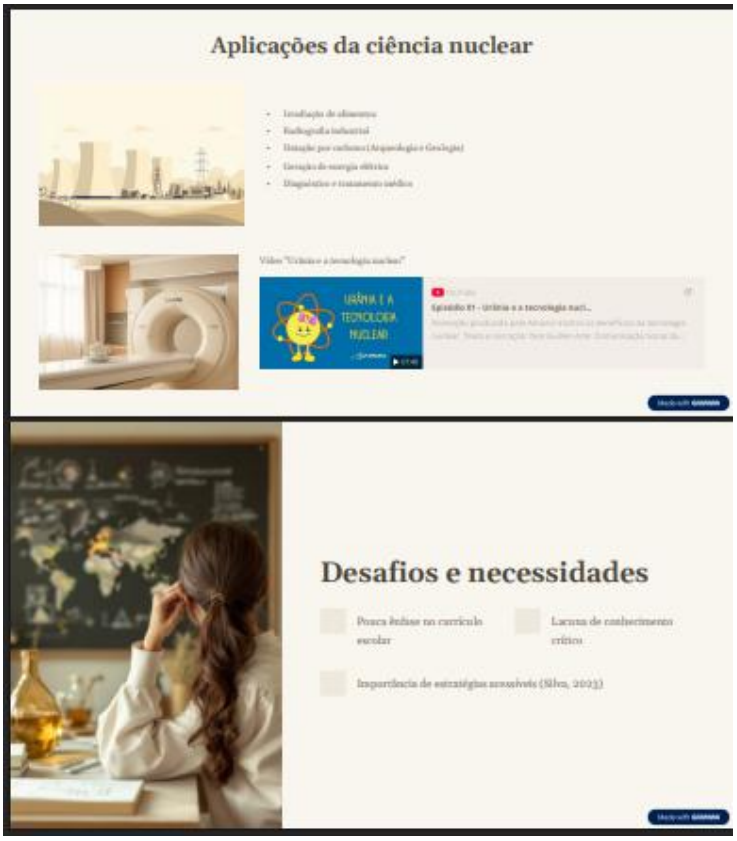
Não se aplica.

APÊNDICE D – Slides da Aplicação da Pesquisa





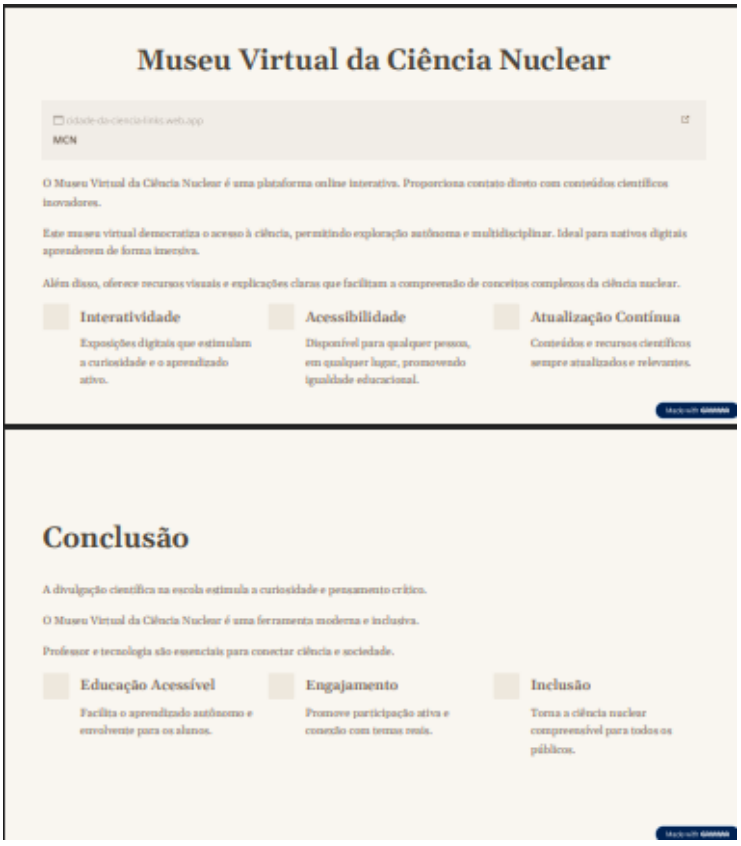
APÊNDICE D – Slides da Aplicação da Pesquisa (cont.)





APÊNDICE D – Slides da Aplicação da Pesquisa (cont.)





APÊNDICE E – Questionário de Avaliação

Questionário de Avaliação

Este questionário tem como objetivo avaliar a experiência de visita ao MUSEU VIRTUAL DA CIÊNCIA NUCLEAR.

Para cada afirmação, marque a opção que melhor representa sua opinião.

1. **1- Identificação racial**

   Marcar apenas uma oval.

   - ◯ Branco
   - ◯ Preto
   - ◯ Pardo
   - ◯ Amarelo
   - ◯ Indígena
   - ◯ Não desejo responder

2. **2- Qual o seu gênero?**

   Marcar apenas uma oval.

   - ◯ Masculino
   - ◯ Feminino
   - ◯ Prefiro não dizer
   - ◯ Outro:

APÊNDICE E – Questionário de Avaliação (cont.)

3. **3- Qual a sua idade?**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Até 10 anos
- ◯ De 11 a 15 anos
- ◯ De 16 a 20 anos
- ◯ De 21 a 25 anos
- ◯ De 26 a 30 anos
- ◯ De 31 a 35 anos
- ◯ De 36 a 40 anos
- ◯ De 41 a 45 anos
- ◯ Acima de 45 anos

4. **4- A experiência virtual despertou meu interesse pelas diferentes áreas da ciência.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo parcialmente
- ◯ Concordo totalmente

APÊNDICE E – Questionário de Avaliação (cont.)

5. **5- A visita virtual me ajudou a entender melhor como a ciência está presente no nosso dia a dia.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

6. **6- Os ambientes e exposições me fizeram refletir sobre a importância da ciência para a sociedade.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo Parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

7. **7- A interação com o ambiente virtual facilitou meu aprendizado.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

APÊNDICE E – Questionário de Avaliação (cont.)

8. **8- As simulações e recursos digitais tornaram a experiência mais interessante e envolvente.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

9. **9- A Exposição Argonauta me permitiu aprender de forma diferente sobre a história da energia nuclear.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

10. **10- A visita virtual me deu mais vontade de aprender ciência na escola.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

APÊNDICE E – Questionário de Avaliação (cont.)

11. **11- Consegui explorar os ambientes com autonomia e fazer minhas próprias descober tas.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

12. **12- O conteúdo apresentado era fácil de entender e acessível.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totamente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Co9ncordo totalmente

13. **13- A visita virtual foi uma forma diferente e legal de aprender fora da sala de aula.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

APÊNDICE E – Questionário de Avaliação (cont.)

14. **14- A Cidade da Ciência é uma ferramenta que ajuda a divulgar a ciência de forma moderna e interessante.**

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Discordo totalmente
- ◯ Discordo parcialmente
- ◯ Neutro
- ◯ Concordo plenamente
- ◯ Concordo totalmente

15. **15- Descreva, com suas palavras, o que mais chamou sua atenção durante a visita virtual à Cidade da Ciência e à Exposição Argonauta.**

16. **16- Na sua opinião, como esse tipo de atividade pode ajudar no seu aprendizado dentro e fora da escola?**

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

ANEXOS

ANEXO A – Capítulo de Livro (Ciência Nuclear para Todos: O Papel de um Museu Virtual na Disseminação do Conhecimento)

1 Ciência Nuclear para Todos: O Papel de um Museu Virtual na Disseminação do Conhecimento

Aloma Melo de Azevedo
Jorge Eduardo Mansur Serzedello
Antônio Carlos de Abreu Mól

Resumo

O presente estudo aborda a relevância da divulgação do saber científico, destacando as tecnologias digitais como mecanismos de disseminação desse conhecimento, que frequentemente é limitado a especialistas. Além disso, sublinha a importância da ciência nuclear, apontando suas potenciais vantagens e ressaltando a necessidade de abordá-la de maneira crítica e esclarecida. Ao traduzir a linguagem complexa da ciência em termos mais simples e cativantes, a divulgação científica torna a informação acessível a todos os estudantes, independente do seu nível de habilidade ou interesse inicial por esta temática. O museu virtual da ciência nuclear é proposto como uma ferramenta para democratizar o acesso ao conhecimento científico, contribuindo para tornar a ciência mais inclusiva e acessível. O objetivo do estudo é explorar a ciência nuclear por meio das ferramentas digitais, proporcionando uma experiência que estimule o interesse pela ciência e contribua para um aprendizado acessível e significativo para todos os interessados.

Palavras-chave: Ciência Nuclear, Divulgação Científica, Museu virtual.

ANEXO B – Capítulo de Livro (A Realidade Virtual como Ferramenta Pedagógica na Educação Escolar)

A REALIDADE VIRTUAL COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO ESCOLAR

Aloma Melo de Azevedo[1‡]
Ana Paula Moreira Machado[2]
Monica Delfino do Couto[3]

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologias digitais ao cotidiano escolar tem impulsionado reconfigurações curriculares e metodológicas orientadas à aprendizagem ativa, à exploração de conteúdos complexos e à mediação docente qualificada. Nesse cenário, a Realidade Virtual (RV) emerge como interface avançada de interação homem-máquina, capaz de articular imersão, interatividade e simulação em ambientes responsivos, favorecendo experiências de investigação, visualização e manipulação de objetos e dados em tempo real — atributos que reposicionam o espaço da aula como ambiente investigativo e experiencial. Do ponto de vista conceitual, a RV pode ser entendida como forma de interação mediada por interfaces sensoriais, que projeta o(a) usuário(a) em contextos tridimensionais manipuláveis, potencializando a compreensão de fenômenos e a construção ativa do Conhecimento (Ramos; Junior, 2024; Netto; Machado; Oliveira, 2002).

A literatura educacional sublinha razões recorrentes para a adoção da RV: ampliação da motivação, facilitação da compreensão de conceitos abstratos, exploração de novos temas e incremento do engajamento discente quando integrada a metodologias ativas e avaliações formativas (Pantelidis, 1995; Oliveira; Cruz, 2007). Tais efeitos são observados sobretudo quando a tecnologia é mobilizada como ferramenta pedagógica — e não como fim em si — e quando o(a) professor(a) atua como designer e mediador(a) de experiências,

1 Bacharel em Direito licenciada em Letras e Educação Artística, Unicarioca – RJ, alomazevedo@gmail.com.
‡ *Autor correspondente.*
2 Pedagoga, Mestre em Novas Tec. Digitais na Educação, UERJ, a.paula_machado12@yahoo.com.br.
3 Física, Mestre em Novas Tec. Digitais na Educação, Unicarioca – RJ, monicacouto.mc@gmail.com.

ANEXO C – Capa do E-book

