CENTRO UNIVERSITÁRIO UNICARIOCA
MESTRADO PROFISSIONAL EM NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

Ezequiel Santos da Conceição

Divulgação e Popularização da Temática Nuclear por Meio de uma Cidade Virtual da Ciência

Rio de Janeiro
2025

Ezequiel Santos da Conceição

Divulgação e Popularização da Temática Nuclear por Meio de uma Cidade Virtual da Ciência

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 Eduardo Mansur Serzedello, titulação (D. Sc)
Prof Antônio Carlos de Abreu Mól, titulação (D. Sc)

Rio de Janeiro
2025

C743d Conceição, Ezequiel Santos da
Divulgação e popularização da temática nuclear por meio de uma cidade virtual da ciência / Ezequiel Santos da Conceição; orientador: Jorge Eduardo Mansur Serzedello; coorientador: Antônio Carlos de Abreu Mól - Rio de Janeiro, 2025.
175 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação) – Centro Universitário UniCarioca, Rio de Janeiro, 2025.

1. Divulgação científica. 2.Ciência nuclear. 3. Tecnologias digitais. 4. Educação científica. 5.Cidade virtual da ciência.. I. Serzedello, Jorge Eduardo Mansur, prof. orient. II. Mól, Antônio Carlos de Abreu, prof. coorient. III. Título.

CDD 539.7

EZEQUIEL SANTOS DA CONCEIÇÃO

DIVULGAÇÃO E POPULARIZAÇÃO DA TEMÁTICA NUCLEAR POR MEIO DE UMA CIDADE VIRTUAL DA CIÊNCIA

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.

Examinado por:

gov.br Documento assinado digitalmente
JORGE EDUARDO MANSUR SERZEDELLO
Data: 23/06/2025 13:26:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof. Jorge Eduardo Mansur Serzedello, D. Sc. (UniCarioca)
Presidente da Comissão Examinadora

Prof. Cláudio Henrique dos Santos Grecco, D. Sc. (UniCarioca)

Prof. Eugenio Rangel Marins, D. Sc. (IEN)

Rio de Janeiro

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho com todo o meu amor e gratidão à minha esposa, Thayssa, que, com sua paciência, apoio incondicional e dedicação, foi uma fonte constante de força e inspiração durante todo esse processo.

À nossa filha, Lavínia, que chegou iluminando os meus dias e se tornou a motivação que me impulsiona a sempre dar o meu melhor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao Professor Mansur pela orientação e apoio incondicional durante toda esta jornada. Sua paciência, conhecimento e incentivo foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao Professor Mol, meu profundo reconhecimento pelo desafio instigante de pesquisar e escrever sobre a Cidade da Ciência. Sua visão inovadora ampliou meus horizontes acadêmicos.

Aos Professores Cotelli e Yuri, minha gratidão pelo suporte essencial com os equipamentos e infraestrutura que tornaram possível a aplicação prática desta pesquisa junto às turmas de mestrado e doutorado.

À Júlia, meu carinho especial pela participação enriquecedora no podcast, trazendo vivências que complementaram este estudo de forma singular.

Aos colegas de curso, familiares e amigos que me acompanharam com incentivo e compreensão nos momentos mais desafiadores - cada palavra de apoio foi um combustível para seguir em frente.

Por fim, minha eterna gratidão a Deus, pela força, sabedoria e bênçãos que me guiaram em cada etapa deste processo. Que este trabalho possa honrar todas as oportunidades que me foram dadas.

RESUMO

Esta pesquisa teve como problema a insuficiência na divulgação e popularização da ciência nuclear nas escolas, evidenciada pela falta de estratégias pedagógicas eficazes e materiais didáticos adequados, o que compromete o conhecimento dos alunos sobre suas aplicações e impactos. O objetivo geral foi promover a divulgação científica por meio da Cidade Virtual da Ciência, uma plataforma interativa dedicada à temática nuclear, visando torná-la acessível e atraente para alunos, professores e a comunidade. O método adotado incluiu uma abordagem qualitativa, com levantamento bibliográfico, aplicação de questionários a professores e desenvolvimento da plataforma digital, além da criação de um eBook didático. Os resultados demonstraram que a Cidade Virtual da Ciência foi eficaz em despertar o interesse pelo tema, facilitar a compreensão dos conceitos científicos e promover a alfabetização científica, com alta aceitação entre os participantes. A conclusão apontou que a iniciativa contribuiu significativamente para a democratização do conhecimento nuclear, incentivando a reflexão crítica e a participação ativa dos usuários, além de oferecer um modelo replicável para o ensino de ciências complexas.

Palavras-chave: Divulgação científica; Ciência nuclear; Tecnologias digitais; Educação científica; Cidade Virtual da Ciência.

ABSTRACT

This research addressed the problem of insufficient dissemination and popularization of nuclear science in schools, evidenced by the lack of effective pedagogical strategies and adequate teaching materials, which hinders students' understanding of its applications and impacts. The general objective was to promote scientific communication through the Science Virtual City, an interactive platform dedicated to nuclear science, aiming to make it accessible and engaging for students, teachers, and the community. The methodology combined qualitative and quantitative approaches, including a literature review, teacher surveys, and the development of the digital platform, along with the creation of an educational eBook. The results demonstrated that the Science Virtual City effectively sparked interest in the topic, facilitated comprehension of scientific concepts, and promoted scientific literacy, with high approval among participants. The study concluded that the initiative significantly contributed to democratizing nuclear knowledge, encouraging critical thinking and active user engagement, while also providing a replicable model for teaching complex scientific subjects.

Keywords: Science communication; Nuclear science; Digital technologies; Science education; Science Virtual City.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Infográfico do Percurso Metodológico 43
Figura 2 - Mapa da Cidade da Ciência 47
Figura 3 - Interface da Cidade da Ciência 48
Figura 4 - Site da Cidade da Ciência 48
Figura 5 - E-book Temática Nuclear Na Educação 49
Figura 6 - Espaço Maker 50
Figura 7 - Simulações Interativas 51
Figura 8 - Demonstração da Cidade Virtual 52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Idade dos Professores 33
Gráfico 2 - Gênero dos Professores 34
Gráfico 3 - Tipo de Escola 34
Gráfico 4 - Tempo de experiência em sala de aula 35
Gráfico 5 - Visita em Museus de Ciência e Tecnologia 35
Gráfico 6 - Momentos em que a Temática Nuclear é Apresentada aos Alunos 37
Gráfico 7 - Recursos Digitais em Sala de Aula 38
Gráfico 8 - Interesse pelo Fazer Científico 55
Gráfico 9 - A Cidade da Ciência contribui para o fortalecimento de uma educação científica inclusiva e representativa 56
Gráfico 10 - A plataforma favorece a alfabetização e o letramento científico dos visitantes 57
Gráfico 11 - O ambiente imersivo virtual facilita a exploração e a compreensão dos conteúdos científicos 58
Gráfico 12 - As simulações virtuais e outros recursos digitais enriquecem a experiência do visitante 59
Gráfico 13 - A diversidade de prédios e espaços temáticos contribui para ampliar a visão sobre as diversas áreas da ciência 60
Gráfico 14 - O acesso gratuito à plataforma amplia a democratização do conhecimento científico 61
Gráfico 15 - A Cidade da Ciência apresenta de forma clara o impacto da ciência no cotidiano das pessoas 62
Gráfico 16 - O projeto aproxima a ciência do público não especializado, tornando-a mais acessível 63
Gráfico 17 - A plataforma contribui para o entendimento do uso seguro e pacífico da energia nuclear 64
Gráfico 18 - O espaço incentiva o protagonismo do visitante na exploração dos temas científicos 65
Gráfico 19 - A experiência na Cidade da Ciência estimula a reflexão sobre a importância da ciência para o desenvolvimento social 66
Gráfico 20 - A Cidade da Ciência utiliza uma linguagem acessível e inclusiva na divulgação dos conteúdos 67
Gráfico 21 - O projeto incentiva maior participação da sociedade nos debates científicos 68
Gráfico 22 - A Cidade da Ciência é uma ferramenta inovadora para a divulgação científica 68

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Resultados Preliminares.....46
Quadro 2 - Pergunta Aberta: O que poderia ser feito para tornar a experiência na Cidade da Ciência ainda mais educativa?.....70
Quadro 3 - Pergunta Aberta: Há algum espaço ou tema que você gostaria de ver na Cidade da Ciência? 71
Quadro 4 - Pergunta Aberta: Como a Cidade da Ciência pode melhorar sua comunicação para alcançar mais pessoas? 73
Quadro 5 - Pergunta Aberta: Você recomendaria a Cidade da Ciência para outras pessoas? Por quê?.....75
Quadro 6 - Pergunta Aberta: O que mais chamou sua atenção na Cidade da Ciência?.....76
Quadro 7 - Pergunta Aberta: Como a Cidade da Ciência influenciou sua percepção sobre a ciência?.....77
Quadro 8 - Pergunta Aberta: Deixe aqui qualquer outra sugestão ou comentário sobre sua experiência!.....78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base nacional comum curricular

C&T - Ciência e tecnologia

CMC - Centros e Museus de Ciência

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

DC - Divulgação Científica

Ebook - Livro digital

IEN - Instituto de Engenharia Nuclear

PNB - Programa Nuclear Brasileiro

PNB - Programa Nuclear Brasileiro

RV - Realidade Virtual

RA - Realidade Aumentada

TD - Tecnologias Digitais

TDIC - Tecnologias digitais de informação e comunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15
1.1. Inquietação 15
1.2. Caracterização do Problema 16
1.3. Relevância 17
1.4. Objetivos 18
1.4.1. Objetivo Geral 18
1.4.2. Objetivos Específicos 18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20
2.1. A importância do ensino de ciências 20
2.2. O ensino de física 21
2.3. A Temática nuclear (Estudo de Caso) 21
2.4. Divulgação Científica como Ferramenta para o Letramento Científico 22
2.5. Divulgação científica da área nuclear 23
2.6. A base nacional comum curricular (BNCC) 24
2.7. Aluno da geração Y (Nativo Digital) 26
2.8. Tecnologias Digitais na educação 27
2.9. Tecnologias Digitais para Divulgação Científica 28
2.8.1 Museu virtual 29
2.8.2 Realidade Virtual 30
3. PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR 33
3.1 Professores de ciência (ensino médio e profissional) 33
4. PERCURSO METODOLÓGICO 41
4.1. Etapas do Percurso Metodológico: 41
4.2. Infográfico do Percurso Metodológico: 43
5. ETAPAS DO PERCURSO METODOLÓGICO COM A DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES 44
5.1. Etapa de Identificação dos Conhecimentos Relevantes: 44
5.2. Coleta dos Desafios ao Divulgar a temática Nuclear no Ambiente Escolar 44
5.3. Etapa de Desenvolvimento da Plataforma Digital: 47
5.4. Desenvolvimento do Material Didático: 49
5.5. Divulgação e Conscientização da Temática Nuclear para Professores em um Ambiente Educacional 49

5.6. Etapa de Avaliação da Plataforma Digital....52
6. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO....54
6.1. Perguntas Fechadas....54
6.2. Perguntas Abertas....69
6.2.1. O que poderia ser feito para tornar a experiência na Cidade da Ciência ainda mais educativa?....69
6.2.2. Há algum espaço ou tema que você gostaria de ver na Cidade da Ciência?....71
6.2.3. Como a Cidade da Ciência pode melhorar sua comunicação para alcançar mais pessoas?....73
6.2.4. Você recomendaria a Cidade da Ciência para outras pessoas? Por quê? 74
6.2.5. O que mais chamou sua atenção na Cidade da Ciência?....75
6.2.6. Como a Cidade da Ciência influenciou sua percepção sobre a ciência? 77
6.2.7. Deixe aqui qualquer outra sugestão ou comentário sobre sua experiência!....78
6.2.8. Análise das Percepções e Sugestões sobre a Cidade da Ciência....80
CONCLUSÃO....81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....83
APÊNDICES E ANEXOS....90
APÊNDICE A – FICHA DE MATERIAL DIDÁTICO....90
APÊNDICE A – APRESENTAÇÕES....93
APÊNDICE B – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - COMUNIDADE CIENTÍFICA....100
APÊNDICE C – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - ALUNOS DE ENGENHARIA....109
APÊNDICE D – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL....112
APÊNDICE E – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO....117
APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA NA CIDADE DA CIÊNCIA NO GOOGLE FORMS....120

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, será descrita a inquietação da pesquisa, abordando as motivações que levaram à escolha do tema e os questionamentos que surgiram ao longo do percurso acadêmico.

1.1. Inquietação

Durante a minha infância, temas relacionados à ciência nuclear me remetiam a imagens de explosões e destruição, influenciadas pelas narrativas da Guerra Fria e pelos filmes que retratavam a ameaça nuclear. Essas ideias conflitantes despertaram em mim uma curiosidade profunda sobre o assunto, levando-me a questionar como a ciência nuclear poderia ser usada para o bem da humanidade. À medida que cresci, essa curiosidade se transformou em um interesse genuíno em compreender a ciência por trás da energia nuclear, dos materiais radioativos e das aplicações médicas, agrícolas e ambientais.

Atualmente, ao conversar com outros professores e pesquisadores, entendo que a ciência nuclear é um campo complexo e multifacetado, que vai muito além das armas e da energia. Descobri que a ciência nuclear desempenha um papel fundamental em diversas áreas, como medicina, agricultura e preservação do meio ambiente. Por exemplo, a medicina nuclear utiliza isótopos radioativos para diagnóstico e tratamento de doenças, contribuindo significativamente para a saúde pública. Essa diversidade de aplicações me fez perceber o quanto ainda há para explorar e compreender sobre esse tema tão fascinante.

Reflito que a divulgação e popularização da ciência nuclear podem contribuir significativamente para desmistificar conceitos errôneos e promover um debate mais informado e consciente. A educação e a conscientização pública são fundamentais para garantir que a ciência nuclear seja utilizada de forma ética e responsável, beneficiando a sociedade como um todo. Além disso, a transparência e a cooperação internacional são essenciais para lidar com questões como segurança nuclear, descarte de resíduos e não proliferação de armas nucleares.

Ao entrar no mestrado profissional sobre novas tecnologias digitais aplicadas à educação da Unicarioca, meu orientador me apresentou desafios ainda vivenciados pela ciência nuclear. Percebi que, apesar dos avanços científicos e

tecnológicos, questões como segurança, descarte de resíduos e proliferação nuclear ainda são desafios importantes a serem enfrentados pela comunidade internacional. A pesquisa e a inovação contínuas são essenciais para encontrar soluções sustentáveis e seguras para esses desafios, garantindo que a ciência nuclear beneficie a humanidade de maneira positiva e responsável.

Dessa forma, minha inquietação se concentra em como a ciência nuclear pode ser melhor compreendida, aplicada e regulamentada para garantir benefícios significativos para a humanidade, ao mesmo tempo em que se minimizam os riscos e impactos negativos associados a ela. Acredito que, por meio da educação, da pesquisa e da colaboração internacional, podemos transformar a ciência nuclear em uma força positiva para o progresso humano e a preservação do nosso planeta.

1.2. Caracterização do Problema

A divulgação científica desempenha um papel fundamental na sociedade contemporânea, sendo essencial para a compreensão do mundo e dos avanços científicos. Ela se configura como uma importante ferramenta para estimular o envolvimento, a participação e a compreensão dos cidadãos em relação à ciência e à tecnologia. Nas últimas décadas, diversas atividades têm buscado democratizar o acesso à ciência, visando promover a confiança e a responsabilidade da população em relação à ciência e tecnologia (Miceli; Borges, 2023).

De acordo com Fortunato *et al*. (2018), a promoção da ciência é crucial para que a população compreenda quem são os cientistas e como a pesquisa científica é realizada. Isso pode levar a uma valorização dos cientistas e fazer com que a população se sinta parte dos avanços científicos. A Divulgação Científica (DC) é uma das formas de promover a ciência para o público, podendo ocorrer em espaços formais e não formais de ensino.

Com base no estudo de caso desta pesquisa, que aborda a temática nuclear nas escolas, identificou-se uma lacuna significativa. A análise dos estudos, especialmente nos resultados, discussão e conclusão, revela uma deficiência na incorporação de conteúdos relacionados à ciência nuclear de forma contextualizada e acessível para os estudantes. A ausência de metodologias didáticas inovadoras eficazes e recursos didáticos adequados compromete a compreensão e o engajamento dos alunos, resultando em um entendimento superficial e

desinteressado sobre os impactos, benefícios e desafios associados à ciência nuclear (Ribeiro; *et al*., 2021).

No contexto educacional, a abordagem da ciência e tecnologia (C&T) ainda é apresentada de forma fragmentada nas escolas, levantando questionamentos sobre os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento dos conteúdos. Especificamente, a pesquisa destaca a necessidade de preencher lacunas deixadas pelo pensamento racionalista simplificador na história, buscando reformular paradigmaticamente o ensino para desenvolver sujeitos cientificamente letrados. Diante disso, percebe-se a falta de estratégias pedagógicas que integrem de forma efetiva a abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), promovendo a interdisciplinaridade, contextualização e estimulando a problematização e a tomada de decisões nos estudantes do Ensino Médio. (Angotti; Auth, 2001)

Neste contexto, o problema da pesquisa é a insuficiência da divulgação e popularização da ciência nuclear, evidenciada pela falta de estratégias eficazes de ensino, e escassez de materiais didáticos adequados que estimulem o interesse dos alunos pelo tema.

Essa lacuna compromete o conhecimento dos alunos sobre a aplicabilidade da ciência nuclear, impactando diretamente a formação cidadã e a preparação para um mundo cada vez mais permeado por desafios e dilemas associados à essa temática.

1.3. Relevância

Em uma era marcada pela crescente interconexão através das mídias sociais, a disseminação do conhecimento científico se tornou uma necessidade premente. Utilizar essas plataformas como ferramentas de comunicação e difusão do saber é essencial para tornar a ciência mais acessível e ágil. Ao empregar as redes sociais para compartilhar os resultados da pesquisa científica, podemos encurtar a distância entre a academia e a prática clínica, ampliando assim o acesso e promovendo diálogos enriquecedores não apenas dentro da comunidade científica, mas também com o público em geral. Essa democratização do conhecimento técnico-científico, impulsionada pelo ambiente digital, representa um avanço significativo na forma como a ciência é comunicada e compreendida (Navas *et al*., 2020).

A necessidade de integrar o programa nuclear à cultura nacional é um desafio crucial para o desenvolvimento sustentável do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). O sucesso e a expansão desse programa não dependem apenas do financiamento, mas também da aceitação pública e da incorporação do conhecimento nuclear à identidade cultural do país. A conclusão de projetos como a usina de Angra 3, o submarino de propulsão nuclear e o Reator Multipropósito Brasileiro são marcos importantes, destacando a capacidade técnica do programa em diversas áreas, desde a produção de energia até aplicações em agricultura e medicina. No entanto, a falta de conscientização na população sobre essas conquistas e seus benefícios para o Brasil representa um obstáculo significativo. Estratégias eficazes de comunicação e educação são essenciais para promover o diálogo e despertar o interesse da sociedade, envolvendo-a nos processos decisórios relacionados ao PNB. A promoção da ciência nuclear deve ser acompanhada por um esforço para integrar o conhecimento nuclear à cultura nacional, garantindo que a população compreenda plenamente o impacto positivo dessas tecnologias em diferentes setores da sociedade. (Ramos, 2018)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

Promover a divulgação e popularização da ciência utilizando uma cidade virtual dedicada à temática nuclear.

1.4.2. Objetivos Específicos

Contextualizar a importância do ensino de ciências, especialmente da temática nuclear, destacando seu papel na formação de cidadãos críticos e conscientes dos avanços e dilemas da ciência moderna.

Identificar os desafios enfrentados na divulgação da ciência, especialmente ao abordar a temática nuclear nas escolas, considerando a complexidade do assunto e os possíveis preconceitos e preocupações da comunidade escolar.

Desenvolver uma metodologia inovadora que utilize recursos digitais para facilitar a compreensão e a disseminação de informações sobre a ciência nuclear, tornando-a acessível e interessante para alunos, professores e comunidade em geral.

Desenvolver um material didático Ebook sobre a temática nuclear, voltado para a educação e divulgação científica, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível e didático para diferentes públicos.

Avaliar a eficácia da metodologia desenvolvida, por meio do recurso digital, na promoção da divulgação e popularização da ciência, especialmente da temática nuclear, analisando seu impacto na compreensão e no interesse dos alunos pelo assunto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A importância do ensino de ciências

O ensino da ciência é uma peça fundamental no processo da formação educacional contemporânea, desempenhando funções variadas no processo formativo. De acordo com Jorge Coelho (2021), a ciência desempenha um papel crucial no desenvolvimento cognitivo, permitindo que os estudantes construam conhecimento por meio da exploração e da interação ativa com conceitos científicos. Este aspecto é fundamental para o desenvolvimento de mentes críticas e curiosas, fomentando um aprendizado significativo.

Além disso, o ensino da ciência contribui para o desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas. Segundo Lúcia Helena (2015), a abordagem científica estimula a capacidade dos alunos de analisar dados, formular hipóteses e chegar a conclusões baseadas em evidências. Essas habilidades não apenas são essenciais para o avanço da ciência, mas também são transferíveis para diversos aspectos da vida cotidiana, preparando os alunos para enfrentar desafios complexos.

A alfabetização científica é um aspecto destacado por Fabricio (2019) como fundamental no ensino da ciência, ele argumenta que compreender os princípios científicos capacita os indivíduos a interpretar informações complexas, contribuindo para a formação de cidadãos informados e participativos na sociedade contemporânea. A habilidade de discernir informações científicas é crucial em um mundo onde as questões científicas impactam diretamente as decisões sociais e políticas.

Além disso, a ciência desempenha um papel crucial na preparação dos alunos para os desafios do século XXI. Estrela (2022) ressalta que o ensino da ciência é uma ferramenta essencial para equipar os alunos com o entendimento necessário para abordar questões globais, como as mudanças climáticas e as crises de saúde. A ciência fornece as bases para a compreensão desses problemas complexos, permitindo que os estudantes contribuam de maneira informada para a resolução dessas questões prementes.

2.2. O ensino de física

O ensino de física desempenha um papel crucial na formação científica dos estudantes, proporcionando-lhes as bases necessárias para compreenderem os fenômenos naturais que os cercam. Segundo Moreira (2018), a abordagem pedagógica nesse campo enfrenta desafios significativos, comumente relacionados à dificuldade de tornar os conceitos abstratos acessíveis aos alunos. O uso de métodos inovadores, como a gamificação, tem sido sugerido como uma estratégia promissora para engajar os estudantes, tornando o aprendizado mais dinâmico e atrativo.

No entanto, mesmo com as tentativas de inovação, alguns desafios persistem. Um estudo de Moreira (2021) destaca a necessidade de uma abordagem interdisciplinar no ensino de física, integrando conceitos de matemática e outras ciências. A interconexão entre disciplinas pode ampliar a compreensão dos alunos e contextualizar os conceitos físicos de maneira mais ampla. Nesse contexto, a criação de currículos flexíveis, pode contribuir para uma abordagem mais holística do ensino de física, adaptando-se às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos estudantes.

Além disso, é crucial considerar as tecnologias educacionais emergentes. Segundo Fabrício et al. (2020), a integração de simuladores e realidade virtual no ensino de física pode proporcionar experiências práticas virtuais, aproximando os alunos de fenômenos complexos de maneira segura. Essa abordagem, aliada a estratégias pedagógicas eficazes, pode potencializar o aprendizado e despertar o interesse duradouro pela física.

2.3. A Temática nuclear (Estudo de Caso)

A temática nuclear, vasta e complexa, desdobra-se em diversas disciplinas científicas, abrangendo desde a física nuclear até a engenharia de reatores. Nos últimos anos, o campo tem testemunhado avanços notáveis, refletidos em estudos e pesquisas publicados por cientistas comprometidos com a evolução do conhecimento nuclear (Veiga, 2021).

Ao explorar a fusão nuclear controlada e o desenvolvimento de reatores, os estudos de Barbosa (2023) destacam progressos promissores em experimentos de

fusão a altas temperaturas. Estes avanços não apenas representam uma conquista científica significativa, mas também sinalizam um caminho promissor para reatores mais eficientes e seguros.

A segurança nuclear e a gestão de resíduos continuam sendo preocupações centrais, conforme evidenciado pelos trabalhos de Kibrit (2019). O autor aborda a segurança de reatores nucleares e propuseram metodologias inovadoras para análise de riscos, enquanto também exploraram avanços na gestão de resíduos nucleares, apresentando métodos novos de armazenamento e reciclagem.

A aplicação da tecnologia nuclear na medicina emerge como uma faceta significativa, conforme ilustrado pela pesquisa de Vasconcelos et al., 2020. Seus estudos ressaltam o papel crescente de radiofármacos inovadores para diagnóstico e tratamento de doenças, evidenciando a diversidade de aplicações benéficas da tecnologia nuclear além da produção de energia.

Entretanto, o avanço da energia nuclear não está isento de desafios éticos e questões regulatórias, conforme discutido por Ramos (2018), a transparência e a participação pública emergem como elementos cruciais na tomada de decisões relacionadas à energia nuclear, destacando a necessidade de um diálogo aberto e informado para abordar dilemas éticos e sociais complexos.

2.4. Divulgação Científica como Ferramenta para o Letramento Científico

A emergência de uma sociedade cada vez mais dependente de saberes técnico-científicos exige que o cidadão contemporâneo esteja preparado para compreender, avaliar e interagir com informações científicas que impactam diretamente sua vida cotidiana. Nesse contexto, o letramento científico ganha centralidade como uma competência essencial, não apenas para o desempenho escolar, mas também para o exercício pleno da cidadania. Diferente da alfabetização científica, geralmente limitada à aprendizagem de conceitos básicos, o letramento envolve práticas sociais que articulam ciência, linguagem e tomada de decisão informada. Trata-se de uma habilidade complexa, que pressupõe não apenas o conhecimento do conteúdo científico, mas também a sua aplicação crítica e contextualizada (Cunha, 2017).

Nesse cenário, a divulgação científica se configura como uma ferramenta estratégica para a promoção do letramento científico. Quando estruturada a partir de modelos comunicacionais mais dialógicos e participativos, a divulgação vai além da mera popularização do conhecimento, abrindo espaço para que o público leigo compreenda a ciência em sua dimensão social, histórica e ética. Ruth e Priscila (2016), ao analisarem atividades de extensão realizadas em escolas públicas, demonstraram que a abordagem de temas como sustentabilidade e conflitos ambientais, mediada por recursos multimodais como vídeos, imagens e debates, favoreceu a problematização do conhecimento e impulsionou reflexões sobre o papel da ciência na sociedade.

A potencialidade da divulgação científica reside justamente em sua capacidade de criar pontes entre o saber acadêmico e os diferentes públicos, rompendo com o modelo tradicional de comunicação baseado no déficit cognitivo. Esse modelo, amplamente criticado na literatura, assume que o público é carente de conhecimento e deve ser instruído de forma unidirecional por especialistas. Em contrapartida, os modelos baseados na experiência leiga e na participação pública valorizam os saberes locais e reconhecem a relevância das percepções cotidianas na construção de entendimentos sobre a ciência (Resende; Rothberg, 2011). Ao adotar essas abordagens, a divulgação científica amplia suas funções educativas, aproximando-se das finalidades do letramento científico.

2.5. Divulgação científica da área nuclear

A divulgação científica no campo da energia nuclear constitui uma ferramenta essencial para promover a alfabetização científica da população e reduzir o estigma frequentemente associado à área. Historicamente, o imaginário coletivo tem relacionado a energia nuclear exclusivamente a riscos, desastres e armamentos, negligenciando suas aplicações benéficas em setores como a medicina, a agricultura e a geração de energia limpa. A divulgação científica surge, assim, como um processo mediador entre o conhecimento técnico e o público leigo, visando democratizar o acesso à informação científica e promover o entendimento crítico sobre os usos pacíficos da tecnologia nuclear. (Pereira et al., 2024)

A falta de informação adequada e fidedigna contribui para a formação de opiniões distorcidas sobre a energia nuclear. A sociedade que se beneficia dos usos

dessa tecnologia, como a geração de energia elétrica, o uso de radiofármacos na medicina e técnicas na agricultura, é muitas vezes a mesma que a rejeita por desconhecer sua natureza e funcionamento. Conforme apontam Silva et al. (2017), o desconhecimento e os traumas históricos relacionados à energia nuclear são as principais barreiras à sua aceitação pública.

A divulgação científica atua, portanto, como meio de desmistificação e educação, possibilitando que a população forme opiniões fundamentadas. Atividades educativas em espaços não formais, como museus e centros interativos, contribuem para essa aproximação, sobretudo quando utilizam recursos digitais e experiências imersivas. De acordo com Martins et al. (2017), essas estratégias têm papel crucial na promoção da alfabetização científica e na criação de ambientes de diálogo entre ciência e sociedade.

Além disso, a divulgação científica da área nuclear também cumpre função estratégica para o exercício da cidadania em uma sociedade tecnocientífica. É necessário que o cidadão esteja informado sobre as tecnologias que impactam diretamente sua vida e que participe de decisões públicas relacionadas a elas. Dantas e Deccache-Maia (2020) reforçam que, quanto mais o público compreende os princípios científicos, mais se desenvolve sua capacidade crítica e sua disposição ao engajamento em temas complexos como o uso da energia nuclear.

2.6. A base nacional comum curricular (BNCC)

A intersecção entre ciência, tecnologia e cultura digital representa um terreno fértil para a disseminação do conhecimento nuclear e sua relevância na formação da cidadania científica. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece diretrizes que visam integrar a divulgação científica nas práticas pedagógicas, especialmente no Ensino Médio, onde se prioriza a interpretação crítica de textos científicos em diversas mídias. Este enfoque é crucial para que os estudantes desenvolvam habilidades de análise e síntese, fundamentais em um mundo saturado de informações. (Brasil, 2018).

A proposta do Novo Ensino Médio, que emergiu das necessidades sociais e políticas contemporâneas, busca não apenas alfabetizar a população em questões científicas, mas também fomentar uma cultura digital que valorize a credibilidade das fontes e a reflexão crítica sobre a tecnologia. A inserção de temáticas nucleares

nesse contexto educativo se mostra essencial para preparar os jovens para enfrentar os desafios e oportunidades que a era digital traz, permitindo-lhes navegar com discernimento nas complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Assim, ao promover uma educação voltada para a divulgação científica, a BNCC não só transforma a forma como a ciência é ensinada, mas também propõe uma nova relação da população com o conhecimento, tornando-a mais consciente e engajada nas questões que moldam o futuro. (Duarte, 2022)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) representa um marco significativo na educação brasileira, fornecendo diretrizes pedagógicas que buscam a uniformização e qualidade do ensino em todo o país. A BNCC é um instrumento normativo que estabelece os conhecimentos, competências e habilidades essenciais que todos os alunos brasileiros devem adquirir ao longo da educação básica. Essa proposta, que abrange desde a educação infantil até o ensino médio, visa proporcionar uma formação integral, promovendo o desenvolvimento pleno do indivíduo (Brasil, 2018).

A implementação da BNCC reflete uma abordagem pedagógica centrada no aluno e em suas necessidades, conforme proposto por Nunes (2023). Ela busca superar desigualdades regionais e garantir que todos os estudantes tenham acesso a uma educação de qualidade, alinhada com as demandas contemporâneas. Nesse contexto, a BNCC emerge como um documento dinâmico, adaptável às transformações sociais, culturais e tecnológicas. Essa flexibilidade permite que a educação acompanhe as mudanças na sociedade, preparando os alunos para os desafios do século XXI.

A BNCC, tem o potencial de impactar positivamente o ensino de ciências, fornecendo diretrizes que promovem uma abordagem interdisciplinar e contextualizada. A implementação efetiva da BNCC pode influenciar a forma como os conceitos nucleares, físicos e tecnológicos são apresentados aos estudantes, facilitando uma compreensão mais abrangente e conectada dessas disciplinas. (Brasil, 2018).

Contudo, é crucial destacar que a efetividade da BNCC depende não apenas de sua elaboração e aprovação, mas também da implementação eficaz nas práticas pedagógicas cotidianas. Autores como Graças Leal et al. (2019) enfatizam a importância da formação continuada dos professores, do envolvimento da comunidade escolar e da adaptação curricular às peculiaridades regionais. Portanto,

a concretização dos princípios da BNCC requer um esforço conjunto de gestores, educadores e demais agentes educacionais.

2.7. Aluno da geração Y (Nativo Digital)

A sociedade contemporânea é caracterizada pela rápida evolução das tecnologias digitais, que transformam a comunicação, os relacionamentos e, principalmente, a forma como aprendemos. Os alunos da geração Y, nascidos entre as décadas de 1980 e 2000, crescem imersos em um ambiente digital, utilizando dispositivos como smartphones, tablets e computadores portáteis, buscando refletir sobre a influência dessas tecnologias nos processos educacionais, levantando questões sobre como as escolas e os educadores estão se adaptando a essa nova realidade. (Spindola, 2018)

Os nativos digitais, segundo Prensky (2012), são indivíduos que não apenas nasceram na era digital, mas também estão familiarizados com o uso de tecnologias desde a infância. Essa familiaridade traz consigo um novo estilo de aprendizagem, que difere do modelo tradicional adotado por muitos educadores. A literatura aponta que, apesar da presença significativa das tecnologias digitais no cotidiano dos alunos, as escolas ainda permanecem atadas a métodos de ensino antiquados, que não dialogam com as necessidades e expectativas dos estudantes contemporâneos.

As tecnologias digitais impactam o comportamento dos nativos digitais e a maneira como eles interagem com o conhecimento. Segundo Prado (2015), os jovens estão constantemente conectados e utilizam a internet não apenas para entretenimento, mas também para pesquisas acadêmicas e desenvolvimento de projetos. Entretanto, observa-se uma lacuna na habilidade de discernir informações relevantes, o que pode ser atribuído à falta de orientação adequada por parte dos educadores, que muitas vezes se sentem despreparados para ensinar em um ambiente digital (Cintra, 2015).

Um dos principais desafios enfrentados pelos educadores é a necessidade de se adaptar a um público que aprende de forma diferente. Muitos professores, pertencentes à geração dos imigrantes digitais, ainda utilizam métodos de ensino tradicionais que não se adequam às expectativas dos alunos. Para que a educação seja eficaz, é imperativo que os docentes sejam capacitados no uso das tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas. A resistência à mudança, por parte de

algumas instituições de ensino, agrava essa situação, criando um ambiente em que os alunos se sentem desmotivados e desconectados da proposta educacional (Meira; Pinheiro, 2012).

2.8. Tecnologias Digitais na educação

Com o advento das novas tecnologias da informação, observamos uma maior integração das pessoas no processo educacional e na disseminação de conhecimento. Embora ainda exista alguma resistência em relação à expansão dessa modalidade de ensino, ela tem se difundido amplamente e é frequentemente analisada por pensadores como um agente democratizante (Nascimento; Vieira, 2016).

As transformações resultantes da adoção da tecnologia digital são caracterizadas por serem progressivas, variáveis de maneira desigual e mais proeminentes em certos contextos em comparação a outros. A incorporação das tecnologias digitais na educação está intrinsecamente ligada a uma série de fatores, incluindo o nível socioeconômico da comunidade, a disposição e capacitação de cada educador, o grau de instrução e a prosperidade econômica de um país. (UNESCO, 2023)

> A Declaração Universal dos Direitos Humanos define que o propósito da educação é o de promover o “pleno desenvolvimento da personalidade humana”, fortalecendo o “respeito [às] liberdades fundamentais” e promovendo a “compreensão, a tolerância e a amizade”. Tais princípios têm de se adaptar aos tempos atuais. Uma definição ampliada do direito à educação poderia incluir o apoio efetivo da tecnologia para que todos os estudantes alcancem seu potencial, independentemente de contexto ou circunstâncias. (UNESCO, 2023, p. 9)

A integração das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) na educação moderna representa uma transformação profunda nas práticas pedagógicas. Desde o século XX até o atual século XXI, testemunhamos um rápido fluxo de informações que moldam não apenas a sociedade, mas também a forma como aprendemos e ensinamos. Neste contexto, a relação entre docentes e alunos passa por uma revisão fundamental, destacando a necessidade de metodologias que estimulem o pensamento crítico e a participação ativa dos estudantes. O papel do professor se torna crucial ao criar um ambiente propício para o debate e a reflexão, utilizando as tecnologias digitais como ferramentas facilitadoras. Esta

abordagem não só motiva os alunos, mas também promove uma aprendizagem mais duradoura e significativa. (Vidal; Miguel, 2020)

Por outro lado, a contemporaneidade traz consigo desafios e oportunidades ímpares para a educação. O advento da chamada Educação 4.0, inserida no contexto da Quarta Revolução Industrial, redefine não apenas os métodos de ensino, mas também a própria estrutura da sociedade. A proliferação de tecnologias como inteligência artificial e Internet das Coisas está reconfigurando o panorama educacional, exigindo uma adaptação contínua por parte das instituições de ensino e dos educadores. Neste cenário, a capacidade de os professores incorporarem e aproveitarem as tecnologias digitais de forma eficaz torna-se crucial para o sucesso educacional. Assim, a integração adequada das TDICs não apenas enriquece o ambiente de aprendizagem, mas também prepara os alunos para enfrentar os desafios de uma sociedade em constante transformação (Führ, 2018).

2.9. Tecnologias Digitais para Divulgação Científica

A cibercultura constitui um novo paradigma sociotécnico que emerge da simbiose entre cultura, sociedade e tecnologias digitais. Essa configuração se traduz na incorporação cotidiana de dispositivos tecnológicos como celulares, redes sociais e computadores em rede, os quais reconfiguram não apenas os modos de socialização, mas também os de produção e circulação do conhecimento. Lemos (2002) define a cibercultura como a forma sociocultural que surge das interações entre os sistemas simbólicos e as tecnologias microeletrônicas, propondo uma nova lógica de participação social, marcada pela interatividade e pela descentralização da informação.

As tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) alteraram profundamente a maneira como o conhecimento científico é compartilhado com o público não especializado. Ao propiciar acesso facilitado, interatividade e multimodalidade, essas tecnologias ampliam as possibilidades da divulgação científica. Para Sabbatini (2011), as mídias digitais interativas constituem um campo fértil para a construção de práticas educativas inovadoras, pois estimulam a coautoria, a produção colaborativa e o pensamento crítico no contexto da ciência e tecnologia.

A divulgação científica é entendida não apenas como a transmissão de informações, mas como um processo educativo que pode contribuir para a formação de uma consciência crítica acerca do papel da ciência na sociedade. Para Sabbatini (2003), ela atua como uma ponte entre o saber especializado e o público leigo, podendo também assumir o papel de “cão de guarda” ao monitorar e questionar os impactos sociais e éticos do desenvolvimento científico e tecnológico. Nesse sentido, a divulgação científica não apenas informa, mas também forma cidadãos críticos e participativos.

Ao articular-se com os princípios da inteligência coletiva, conforme proposto por Lévy (1999), permite uma reorganização do saber que valoriza a construção coletiva e descentralizada da informação. Nesse novo ecossistema, os indivíduos não são mais apenas consumidores de conteúdos científicos, mas também produtores e difusores, ampliando o escopo e o alcance da ciência. A rede digital se torna, assim, não só um meio de comunicação, mas também um espaço de experimentação e criação do conhecimento.

Os modos tradicionais de divulgação científica, centrados em discursos unidirecionais e autoritários, vêm sendo desafiados pela emergência de formatos mais interativos e acessíveis, facilitados pelas tecnologias digitais. Para Van Dijck (2006), a visualidade e a espetacularização dos conteúdos científicos transformam o documentário em um espaço de construção discursiva da ciência, mais próximo do público e menos preso às convenções acadêmicas. Essa mudança representa uma ampliação das estratégias comunicativas e aponta para novas formas de relação entre ciência e sociedade.

2.8.1 Museu virtual

A transformação digital reconfigurou de maneira significativa o papel dos museus na sociedade contemporânea. No centro dessas mudanças, destaca-se o conceito de museu virtual, entendido como um espaço museológico desmaterializado que amplia as possibilidades de acesso, interpretação e participação do público na experiência museológica. Tal conceito rompe com a noção de museu como espaço físico tradicional e propõe uma estrutura simbólica e tecnológica que permite novas formas de interação com o acervo (MUCHACHO, 2005).

De acordo com Rute Muchacho (2005), o museu virtual é mais do que uma representação digital de um museu físico; trata-se de um novo espaço expositivo, onde as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desempenham papel central na mediação entre acervo e visitante. Nesse contexto, o museu deixa de ser apenas um repositório de objetos e passa a ser um “espaço de eventos”, onde a comunicação e a experiência estética são amplificadas pelo uso das tecnologias.

O museu virtual também reflete uma mudança paradigmática no modo como se concebe o papel institucional do museu. Segundo Ana Beatriz Bahia (2015), a virtualidade não implica ausência de conteúdo museológico, mas a reorganização dos dispositivos de mediação. Isso permite que o museu opere como um agente plural, capaz de propor múltiplos percursos interpretativos e favorecer a coautoria dos públicos no processo de significação do patrimônio.

Além disso, o museu virtual permite romper com as fronteiras temporais e espaciais impostas ao museu físico. O ciberespaço configura-se como um ambiente em que a experiência sensível é reconfigurada por meio da simulação e da interatividade. Nesse sentido, o que se apresenta como “imagem virtual” não é uma cópia empobrecida do real, mas uma representação construída a partir de códigos culturais e técnicos que produzem novos sentidos (BAHIA, 2015).

A virtualização também atinge o discurso museográfico, uma vez que a narrativa expositiva pode ser personalizada e moldada pelas escolhas do usuário. Ao permitir a seleção de percursos, enfoques e interações, o museu virtual promove uma pedagogia não linear, aberta à construção de significados múltiplos (MUCHACHO, 2005). Essa característica torna o museu mais inclusivo, acessível e participativo, ampliando seu papel educacional e social.

2.8.2 Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que tem transformado a forma como interagimos com o mundo digital. Ela permite a criação de ambientes artificiais imersivos, nos quais os usuários podem se sentir como se estivessem fisicamente presentes. A RV se baseia em uma combinação de hardware e software que simula sensações visuais, auditivas e até táteis, proporcionando uma experiência de imersão total. Embora tenha se tornado popular em campos como o entretenimento

e os jogos, suas aplicações vão muito além disso, abrangendo áreas como educação, saúde e treinamento profissional (Keshner et al., 2019)

Desde o surgimento da RV, a tecnologia evoluiu consideravelmente. Inicialmente, os dispositivos de RV eram rudimentares, limitados por questões de custo e capacidade computacional. Hoje, dispositivos como os óculos de realidade virtual (headsets) são equipados com telas de alta resolução e sensores que rastreiam os movimentos do usuário, permitindo uma interação mais natural com o ambiente simulado. O avanço dos sistemas de feedback tátil também tem sido crucial para melhorar a imersão, oferecendo sensações físicas que aumentam a sensação de presença (Zhao; Cen, 2024).

Em termos de aplicações, a Realidade Virtual tem se mostrado uma ferramenta poderosa em diversas áreas. Na educação, por exemplo, permite que os alunos vivenciem situações e ambientes que seriam impossíveis de reproduzir no mundo físico, como visitas a locais históricos, simulações de experiências científicas e até treinamentos práticos para profissões de alto risco, como a medicina. Na saúde, a RV tem sido usada no tratamento de distúrbios psicológicos, como fobias e estresse pós-traumático, além de servir como ferramenta de reabilitação física, oferecendo um meio seguro e eficaz para a realização de exercícios e fisioterapia (Zanatta et al., 2022).

Além disso, a Realidade Virtual tem se mostrado eficaz no ambiente educacional ao despertar o interesse dos estudantes por conteúdos considerados complexos. Um exemplo relevante é o uso da RV na demonstração do eclipse de Sobral, evento que comprovou a Teoria da Relatividade Geral de Einstein. Através de um experimento imersivo, estudantes puderam vivenciar esse marco científico de forma lúdica, o que não apenas facilitou a compreensão conceitual do fenômeno, como também aumentou o engajamento com a ciência em geral (Mansur et al., 2022).

No setor industrial, a RV tem um papel crescente, principalmente em treinamentos. Pilotos, médicos e operários de fábricas podem aprender e praticar suas habilidades em ambientes virtuais, onde os erros não têm consequências reais. Isso torna o treinamento mais seguro e eficiente, além de reduzir os custos com equipamentos e recursos. No campo do entretenimento, os jogos de realidade virtual são, sem dúvida, os mais populares, proporcionando aos jogadores uma experiência

completamente imersiva que vai além do que é possível com jogos tradicionais (Ansari et al., 2021).

Apesar de seus avanços, a Realidade Virtual ainda enfrenta alguns desafios. O custo de equipamentos de qualidade ainda é um obstáculo, limitando a acessibilidade da tecnologia para muitas pessoas e empresas. Além disso, o desconforto físico, como a náusea causada pelo descompasso entre os movimentos do corpo e as imagens projetadas, é um problema persistente. Os desenvolvedores têm trabalhado para minimizar esses efeitos, mas ainda há muito a ser feito para tornar a experiência completamente confortável para todos (Chong et al., 2021).

O futuro da Realidade Virtual promete inovações significativas. A integração com a Realidade Aumentada (RA) é uma das tendências mais promissoras, criando uma experiência mista onde elementos do mundo físico e digital coexistem e podem ser manipulados em tempo real. Outra área de desenvolvimento é a interface cérebro-computador, que possibilitará que os usuários interajam com ambientes virtuais diretamente por meio de seus pensamentos, sem a necessidade de dispositivos físicos. À medida que a tecnologia avança e os custos caem, é possível que a RV se torne uma ferramenta comum em muitos setores, desde o ensino até o entretenimento, passando pela medicina e pela indústria (Xiong et al., 2021).

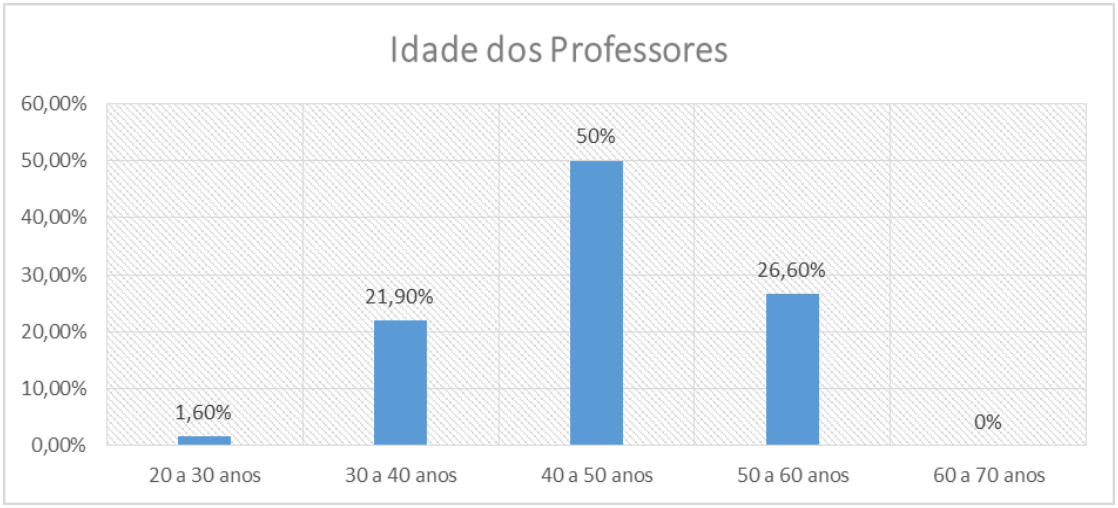
3. PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR

3.1 Professores de ciência (ensino médio e profissional)

A pesquisa exploratória preliminar sobre o ensino da ciência, especialmente no contexto do ensino médio e profissional, é crucial para entender a dinâmica atual e os desafios enfrentados pelos professores nesse campo. Este estudo analisou os resultados de um questionário direcionado aos professores de ciência, abordando uma ampla gama de questões relacionadas à sua experiência, práticas pedagógicas e percepções sobre a temática nuclear. Os resultados fornecem insights valiosos para orientar futuras investigações e intervenções educacionais nessa área.

Um total de 64 professores de ciência participaram da pesquisa, com uma representação significativa de diversos grupos demográficos. A maioria dos participantes se encontra na faixa etária entre 30 a 50 anos. (Gráfico 1)

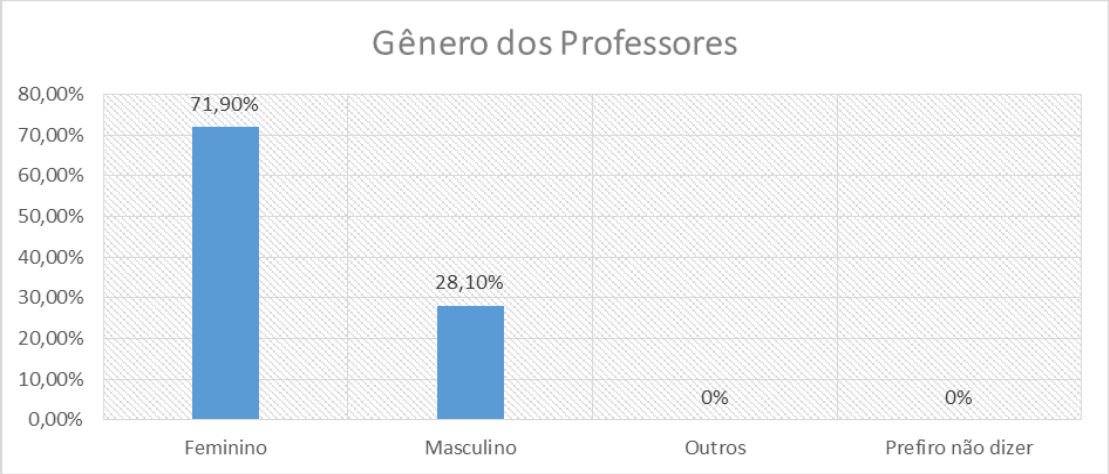
Gráfico 1 - Idade dos Professores



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com uma proporção ligeiramente maior de mulheres em comparação com homens, Gráfico 2, o corpo docente reflete uma diversidade de gênero.

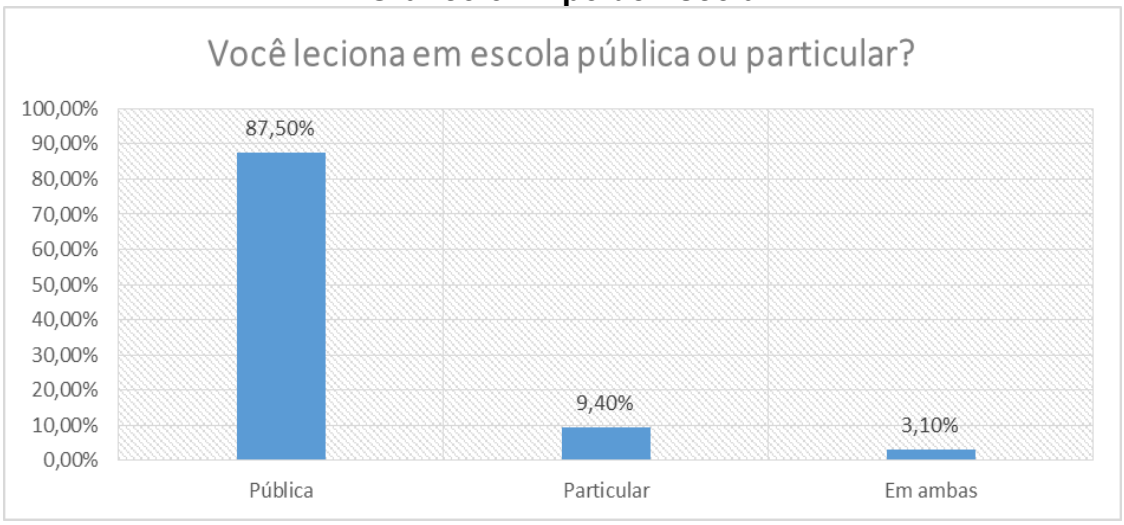
Gráfico 2 - Gênero dos Professores



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quanto à experiência profissional, observa-se que a maioria dos professores leciona em escolas públicas (Gráfico 3).

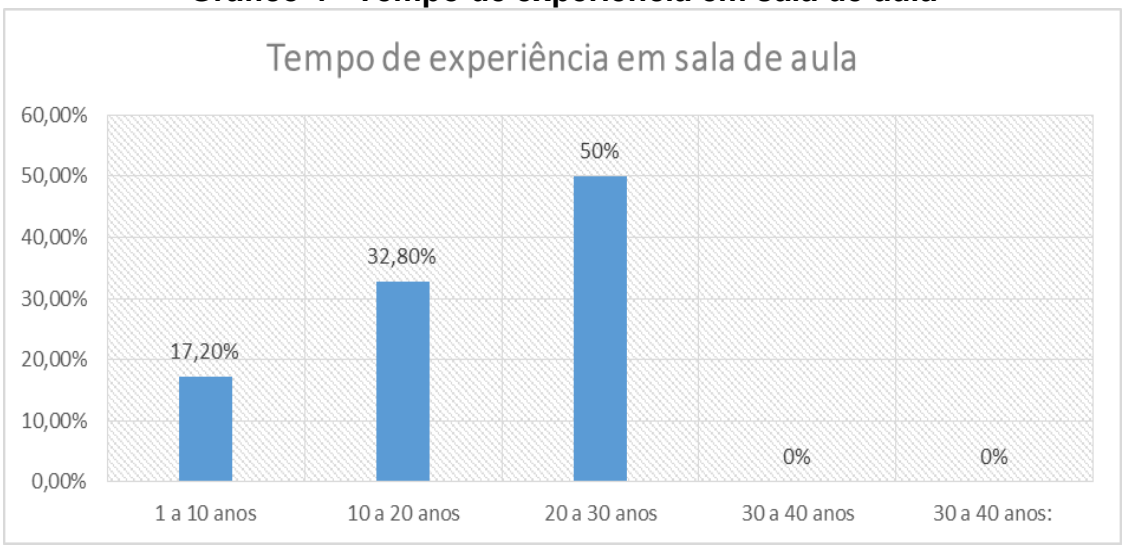
Gráfico 3 - Tipo de Escola



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os professores possuem entre 10 e 30 anos de experiência no ensino, Gráfico 4, sugerindo uma sólida base de conhecimento e prática pedagógica entre os educadores.

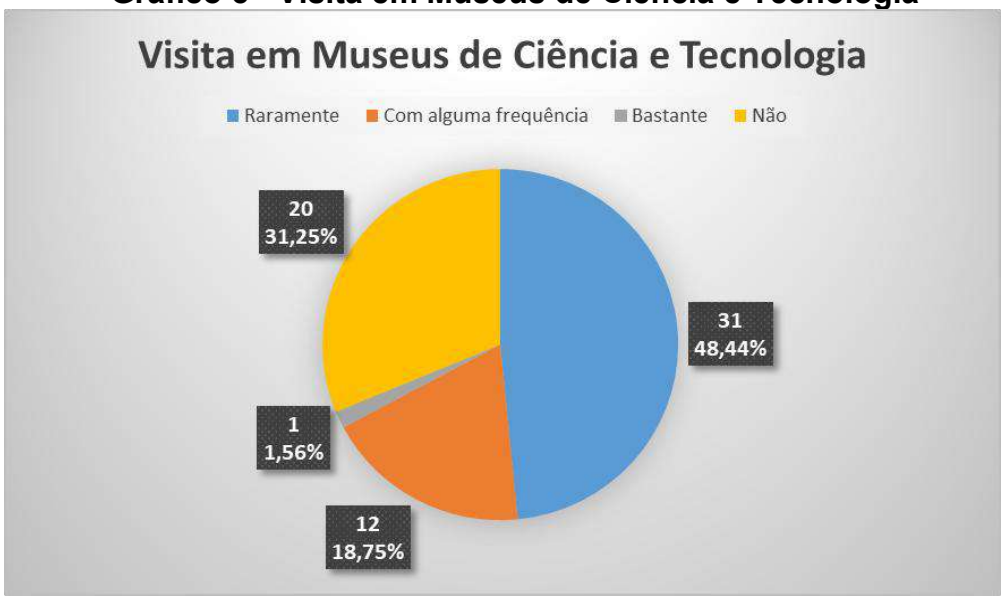
Gráfico 4 - Tempo de experiência em sala de aula



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Uma parcela considerável dos professores (68,7%) relatou visitar museus de ciência e tecnologia com alguma frequência, sugerindo um interesse significativo nesses recursos educacionais. No entanto, uma proporção substancial (31,3%) indicou visitar esses locais raramente ou nunca. Isso destaca a necessidade de promover uma maior conscientização sobre os benefícios dessas visitas e facilitar o acesso dos professores a esses recursos. (Gráfico 5)

Gráfico 5 - Visita em Museus de Ciência e Tecnologia



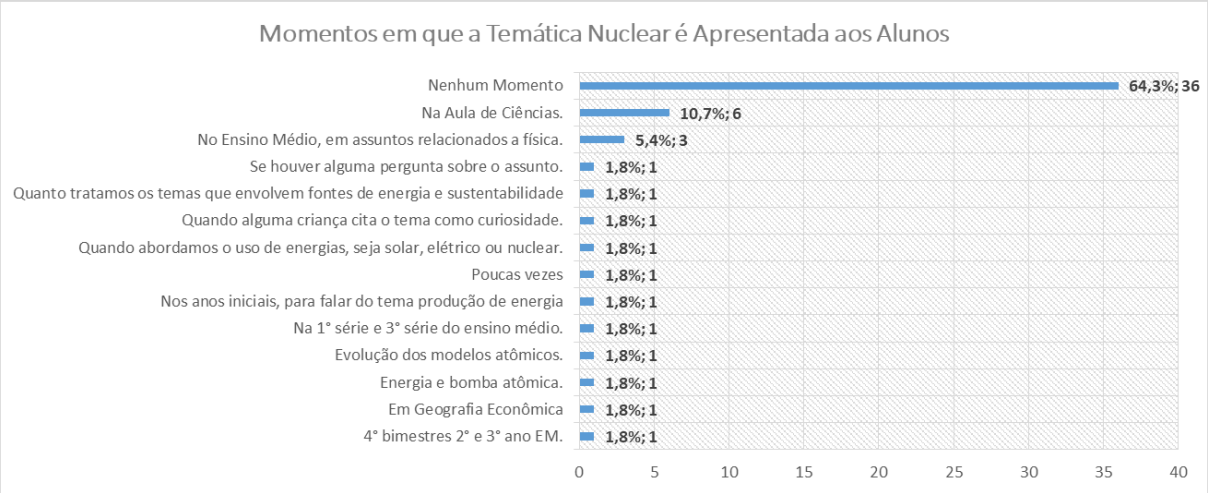
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Sobre o tema da visita a museus, 31,25% dos entrevistados afirmaram nunca ter ido a um museu ou exposição relacionada à temática nuclear. Entre aqueles que o fizeram, as usinas nucleares de Angra dos Reis foram mencionadas como destinos comuns. Esses resultados sugerem uma lacuna na exposição dos professores a esse conteúdo específico, ressaltando a importância de oferecer oportunidades de desenvolvimento profissional e recursos educacionais nessa área.

Os Centros e Museus de Ciência (CMC) desempenham um papel crucial na divulgação da ciência, funcionando como espaços que promovem a democratização do conhecimento científico e tecnológico. Por meio de metodologias interativas e acessíveis, esses locais não apenas despertam a curiosidade dos visitantes, mas também proporcionam uma compreensão mais profunda dos fenômenos científicos. A educação não formal, característica essencial dos CMC, permite que o aprendizado ocorra de maneira flexível e inclusiva, atingindo diversas faixas etárias e contextos sociais. Dessa forma, os CMC se configuram como importantes aliados no processo de alfabetização científica, estimulando o interesse pela ciência e promovendo o engajamento da sociedade com temas relevantes. Assim, como destacam Dantas, Alves e Maia (2020), essas instituições são fundamentais para facilitar o acesso ao conhecimento científico e fomentar a curiosidade dos indivíduos, contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento de uma cultura científica mais ampla e acessível.

A maioria dos participantes (64,29%) indicou que a temática nuclear não é abordada em nenhum momento dentro da estrutura curricular. Essa descoberta levanta questões sobre a inclusão e a relevância desse conteúdo no contexto educacional atual. (Gráfico 6)

Gráfico 6 - Momentos em que a Temática Nuclear é Apresentada aos Alunos



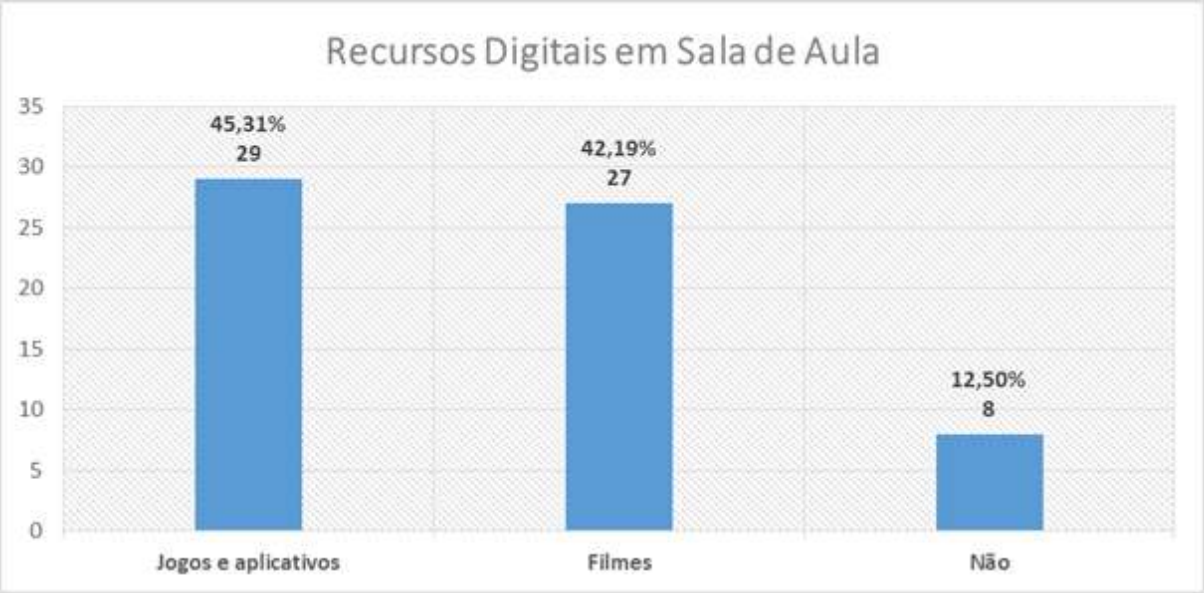
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os desafios no ensino e aprendizagem desse conteúdo foram identificados principalmente como a falta de conhecimento e recursos adequados, bem como a dificuldade de tornar o assunto tangível e relevante para os alunos.

A divulgação científica desempenha um papel crucial na promoção do entendimento e na aceitação da tecnologia nuclear, especialmente considerando a complexidade e as percepções equivocadas que cercam esse campo. A falta de informações adequadas tem contribuído para um desconhecimento generalizado sobre os benefícios da energia nuclear, que se estendem além da geração de eletricidade, abrangendo aplicações significativas em áreas como medicina, agricultura e conservação ambiental. Eventos históricos traumáticos, como os acidentes de Chernobyl e Fukushima, geraram um estigma persistente, dificultando discussões racionais sobre o potencial dessa tecnologia. Portanto, iniciativas de divulgação científica são essenciais para desmistificar a radiação ionizante e evidenciar sua contribuição para o desenvolvimento sustentável, permitindo que a sociedade compreenda não apenas os riscos, mas também as vantagens da energia nuclear, como a redução de desperdícios alimentares e o avanço de tratamentos médicos. Ao aumentar a literacia nuclear, a divulgação científica facilita uma base informada para a formulação de políticas públicas que favoreçam a pesquisa e a inovação no setor, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e promovendo um futuro mais sustentável e consciente. (Takahashi, 2021)

A maior parte dos professores, equivalente a 87,50%, Gráfico 7, afirmou fazer uso de recursos digitais, como filmes, aplicativos e jogos, em suas aulas. No entanto, a variedade e a qualidade desses recursos podem variar significativamente. Isso destaca a importância de investir em capacitação docente e na disponibilização de ferramentas digitais relevantes e eficazes.

Gráfico 7 - Recursos Digitais em Sala de Aula



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Atualmente, as Tecnologias Digitais (TD) exercem uma influência significativa na sociedade, proporcionando melhorias nas condições de vida e trabalho. Com o fácil acesso e a rapidez no uso, essas tecnologias evoluíram do ambiente estático da web 1.0 para a interação dinâmica da web 2.0, avançando em direção à web semântica 3.0. Contudo, essa transição nem sempre é aceita de forma homogênea, especialmente entre imigrantes digitais, que não cresceram em um ambiente digital, e nativos digitais, que se adaptam com naturalidade. As TD têm gerado um cenário de expectativa tecnopositivista, onde as potencialidades oferecidas por essas ferramentas são amplamente reconhecidas. Em particular, no campo educacional, a integração das TD apresenta desafios e oportunidades, revelando uma clivagem significativa entre professores e alunos. Apesar do crescente interesse e da utilização frequente das TD pelos jovens, a aceitação e a implementação por parte dos educadores ainda carecem de uma abordagem sistemática e de formação adequada. Nesse contexto, torna-se crucial investigar as práticas pedagógicas que

incorporam essas tecnologias, compreendendo como elas podem reconfigurar o processo educativo e qual o impacto efetivo na aprendizagem dos alunos. A pesquisa se propõe a examinar as barreiras enfrentadas pelos professores, abordando a necessidade de formação e recursos adequados que possam facilitar essa transição para uma prática docente mais inovadora e centrada no aluno. (Almeida, 2018)

Com base nos resultados da pesquisa, a plataforma virtual dedicada ao conhecimento nuclear pode desempenhar um papel crucial no apoio ao ensino da temática nuclear, oferecendo uma variedade de recursos e atividades educacionais. Algumas sugestões incluem:

- Desenvolvimento de experiências interativas e vivências concretas para os visitantes.
- Oferta de palestras, oficinas e visitas guiadas para professores e alunos.
- Criação de recursos digitais, como vídeos educativos, aplicativos e jogos, para complementar o ensino em sala de aula.
- Colaboração com instituições educacionais para integrar a temática nuclear no currículo escolar e fornecer suporte pedagógico aos professores.

Os resultados desta pesquisa exploratória preliminar fornecem insights valiosos sobre o ensino da ciência, destacando áreas de oportunidade e desafios a serem abordados. Ao promover uma maior integração da temática nuclear no contexto educacional e oferecer recursos e suporte adequados aos professores, podemos melhorar significativamente a qualidade do ensino e aprendizagem nessa área fundamental da ciência.

A pesquisa realizada fundamentou a criação de um projeto inovador destinado a expandir o acesso à educação e à informação sobre a ciência nuclear. A iniciativa visa não apenas preservar a rica história e os avanços tecnológicos da área, mas também democratizar o conhecimento nuclear por meio de uma plataforma interativa e acessível a todos. Busca-se promover um olhar multidisciplinar sobre as práticas e aplicações da ciência nuclear, integrando recursos como vídeos, depoimentos de especialistas e simulações interativas que

estimulam a curiosidade e o aprendizado crítico. Com isso, a proposta se posiciona como um importante instrumento para a sensibilização da sociedade, contribuindo para a formação de uma população mais informada e consciente acerca da temática nuclear e seu impacto no cotidiano.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa quanto à sua natureza pode ser classificada como pesquisa aplicada por gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa foi conduzida por meio uma abordagem exploratória ao realizar o levantamento bibliográfico, entrevistas com professores que possuem experiência com o problema prático pesquisado e ao utilizar um estudo de caso sobre um museu virtual do conhecimento nuclear para aplicabilidade prática (Silveira, 2009).

Quanto aos procedimentos de aplicação, esta pesquisa se caracteriza como uma abordagem de pesquisa em campo, onde se realizou o experimento com a aplicação e coleta de dados em escolas junto a 64 professores.

A coleta e análise de dados da pesquisa foi realizada por meio de uma abordagem qualitativa em um questionário desenvolvido na plataforma *Google Forms*, desta forma, esta pesquisa foi dividia em metodologia, fases do estudo, implementação, avaliação e resultados.

O estudo demonstrou o potencial de replicação da abordagem em outros contextos educacionais, enfatizando a importância da educação sobre a temática nuclear. A colaboração entre escolas, educadores e a equipe de desenvolvimento foi crucial para o sucesso do projeto, evidenciando a necessidade de iniciativas semelhantes para promover a educação científica nas escolas.

4.1. Etapas do Percurso Metodológico:

O percurso metodológico deste estudo foi estruturado em várias etapas, cada uma alinhada aos objetivos específicos definidos para abordar a temática nuclear no ensino de ciências.

Primeiramente, contextualizou-se a importância do ensino de ciências, enfatizando a relevância da temática nuclear na formação de cidadãos críticos e conscientes. A ciência moderna, com seus avanços e dilemas, exige que os estudantes desenvolvam habilidades de análise e reflexão. Nesse contexto, a educação em temas nucleares não só fornece conhecimento técnico, mas também

estimula discussões sobre ética, segurança e sustentabilidade, preparando os alunos para tomarem decisões informadas sobre questões complexas.

Em seguida, identificaram-se os desafios na divulgação da ciência, especialmente no que tange à temática nuclear nas escolas. Este assunto frequentemente gera preconceitos e preocupações na comunidade escolar, dada a sua complexidade e as implicações sociais e ambientais associadas. Por meio de entrevistas e questionários aplicados a professores e alunos, foram coletadas percepções sobre as dificuldades enfrentadas, como a falta de materiais didáticos adequados e o receio de abordar tópicos polêmicos.

Na terceira etapa, desenvolveu-se uma metodologia inovadora que incorpora recursos digitais para facilitar a compreensão e disseminação de informações sobre a ciência nuclear. Utilizando plataformas interativas e multimídia, a proposta visa tornar o aprendizado mais acessível e envolvente, permitindo que alunos, professores e a comunidade em geral interajam com o conteúdo de maneira dinâmica e atraente.

A quarta etapa consistiu na elaboração de um material didático em formato de eBook, focado na temática nuclear e na educação científica. Este recurso foi desenvolvido para ser didático e acessível, adaptando-se a diferentes níveis de compreensão e interesses, com o intuito de promover a educação continuada e a sensibilização sobre a temática nuclear.

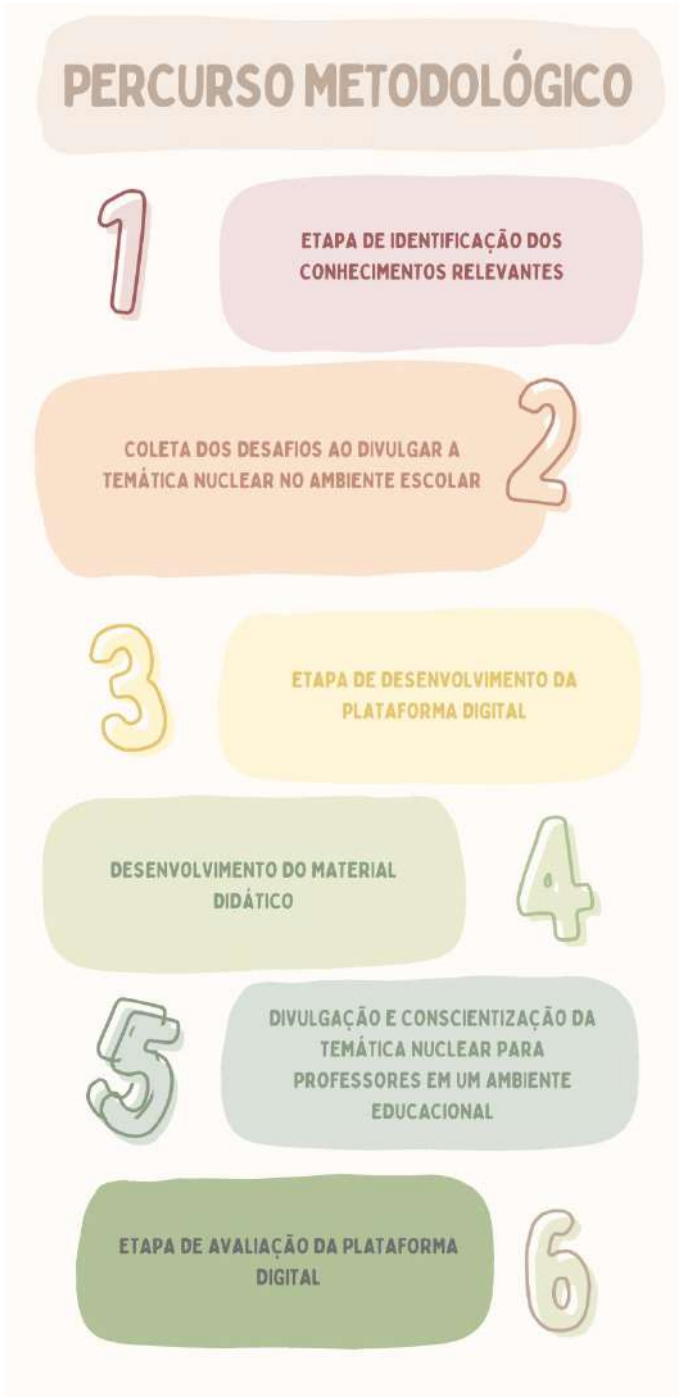
A quinta etapa do percurso metodológico consistiu na realização de encontros com as turmas de mestrado e doutorado do Centro Universitário Carioca, com o objetivo de apresentar a Cidade da Ciência e sua funcionalidade em diversas plataformas tecnológicas. Esses encontros tiveram um caráter tanto expositivo quanto interativo, permitindo aos participantes explorar os conteúdos e recursos disponíveis.

A sexta etapa consistiu na aplicação de um questionário, compartilhado por meio do Google Forms, com o objetivo de coletar feedbacks sobre a pesquisa. O questionário foi estruturado para avaliar a eficácia da Cidade da Ciência como ferramenta educacional, identificando pontos positivos e aspectos a serem aprimorados. As respostas obtidas forneceram insights valiosos sobre a experiência dos participantes, auxiliando na adaptação e evolução da metodologia utilizada. Essa etapa permitiu consolidar a avaliação do impacto do projeto e contribuir para futuras melhorias na abordagem da temática nuclear no ensino de ciências.

4.2. Infográfico do Percurso Metodológico:

O infográfico representa visualmente as etapas do percurso metodológico, destacando a interconexão entre elas e a progressão sequencial do estudo. (Figura 1)

Figura 1 - Infográfico do Percurso Metodológico



Fonte: Próprio autor (2025).

5. ETAPAS DO PERCURSO METODOLÓGICO COM A DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES

5.1. Etapa de Identificação dos Conhecimentos Relevantes:

A primeira fase consistiu no levantamento bibliográfico sobre a temática nuclear. Foi realizada uma análise minuciosa de diversas fontes, incluindo livros, artigos acadêmicos e publicações em periódicos relevantes. O objetivo era identificar os conhecimentos existentes e as lacunas no ensino sobre a temática nuclear. O levantamento bibliográfico permitiu entender a importância do assunto e suas implicações para a formação de estudantes, além de servir como base para a elaboração de diretrizes curriculares.

Foram selecionados artigos acadêmicos das seguintes bases de dados: Scopus, Web of Science, Google Acadêmico, SciELO e IEEE Xplore, garantindo uma abordagem abrangente e multidisciplinar. A seleção dos materiais seguiu critérios de relevância, impacto e atualidade, priorizando publicações dos últimos dez anos e estudos que abordassem tanto os aspectos teóricos quanto aplicados da temática nuclear.

Além disso, foram analisadas diretrizes curriculares nacionais e internacionais, documentos de organizações especializadas, como a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), para compreender as abordagens recomendadas para o ensino da área. Esse mapeamento permitiu identificar lacunas no ensino da temática nuclear e fornecer subsídios para a estruturação de propostas educacionais mais eficazes.

5.2. Coleta dos Desafios ao Divulgar a temática Nuclear no Ambiente Escolar

A pesquisa exploratória preliminar sobre a temática nuclear no ambiente escolar foi realizada com um público de professores de ciência, abrangendo diversas instituições de ensino médio e profissional. A amostra foi selecionada para garantir uma representação demográfica significativa. A coleta de dados foi realizada por meio de uma pesquisa qualitativa, utilizando um questionário online aplicado na plataforma Google Forms, que abordou questões sobre formação acadêmica, práticas pedagógicas e percepções sobre a educação nuclear, permitindo identificar desafios e oportunidades no ensino desse tema.

A pesquisa qualitativa é uma abordagem que busca compreender os fenômenos humanos considerando a complexidade das interpretações e interações sociais, diferenciando-se da pesquisa quantitativa que se baseia em dados numéricos e análises estatísticas. Essa metodologia valoriza o estudo do contexto social e cultural por meio de técnicas como a etnografia e o estudo de caso. A etnografia, originada na antropologia, envolve uma imersão prolongada no ambiente pesquisado, permitindo uma análise detalhada das práticas e significados culturais. Já o estudo de caso foca na investigação aprofundada de uma situação específica, delimitada e particular. Essas abordagens são especialmente úteis em estudos sobre o processo de ensino-aprendizagem, pois possibilitam a compreensão da realidade escolar sob múltiplos ângulos, respeitando a subjetividade dos indivíduos envolvidos. (De Oliveira, 2008)

Por meio da pesquisa exploratória preliminar, constatou-se que a temática nuclear no ambiente escolar ainda é um campo com desafios significativos. A maioria dos professores participantes relatou uma formação acadêmica básica ou limitada em ciência nuclear, o que reflete na abordagem superficial ou até mesmo ausente desse tema em suas práticas pedagógicas. Muitos indicaram a falta de materiais didáticos especializados e atualizados como um obstáculo relevante para o ensino eficaz da ciência nuclear.

Além disso, os professores expressaram a necessidade de ferramentas que facilitem o entendimento e a contextualização do conhecimento nuclear, considerando o impacto da ciência nuclear em áreas como saúde, energia e segurança. A escassez de recursos, como visitas a centros de pesquisa ou museus sobre ciências nucleares, também foi citada como um fator limitante.

Em relação às percepções sobre a educação nuclear, muitos professores destacaram a complexidade do tema e a dificuldade em torná-lo acessível e interessante para os alunos. No entanto, também houve um reconhecimento da importância de incluir a temática nuclear no currículo escolar, uma vez que ela está intimamente ligada aos avanços científicos e tecnológicos e às questões ambientais e energéticas do Brasil e do mundo. (Quadro 1)

Quadro 1 – Resultados Preliminares

Aspecto	Percentual (%)	Comentário
Formação Acadêmica		
Formação básica (Física, Química, Biologia)	60	Muitos professores têm formação em áreas gerais, mas sem especialização em ciência nuclear.
Disciplina específica sobre ciência nuclear	10	Apenas 10% dos professores mencionaram ter cursado alguma disciplina sobre ciência nuclear.
Práticas Pedagógicas		
Ciência nuclear raramente abordada nas aulas	70	A maior parte dos professores não aborda o tema em sala de aula, priorizando outras áreas da ciência.
Tentativas de introduzir o tema nuclear	15	Apenas uma pequena parte tentou incluir, mas enfrentou dificuldades pela falta de materiais especializados.
Percepções sobre a Educação Nuclear		
Reconhecem a importância da ciência nuclear	85	A maioria reconhece a relevância do tema, mas enfrenta dificuldades para implementá-lo.
Sentem-se preparados para ensinar sobre o tema	20	Uma minoria se sente confortável com o conteúdo de ciência nuclear em suas aulas.
Recursos e Materiais		
Falta de materiais didáticos especializados	55	A falta de recursos adequados é uma das maiores dificuldades para o ensino.
Falta de visitas a centros de pesquisa/museus	40	A ausência de atividades práticas é citada como um fator que limita o ensino de ciência nuclear.
Visitas a Centros de Pesquisa e Museus		
Realização de visitas com alunos	18	Poucos professores têm acesso a centros especializados para realizar atividades práticas com os alunos.
Nunca realizaram visitas de campo	75	A grande maioria dos professores nunca teve a oportunidade de promover experiências práticas com os alunos.

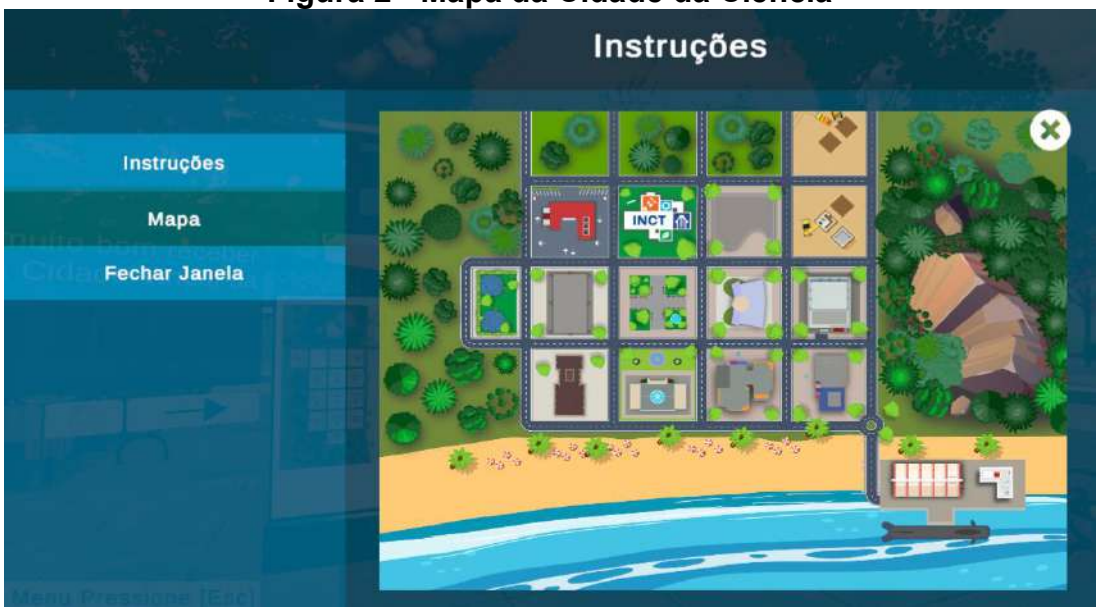
Fonte: Próprio autor (2025).

Os dados coletados nos trouxeram embasamento teórico e prático para compreender as lacunas na formação de professores e as necessidades dos estudantes em relação ao ensino de ciência nuclear. Isso gerou requisitos valiosos para o desenvolvimento da plataforma “Cidade Virtual da Ciência”, que visa criar um ambiente de aprendizagem interativo e acessível, oferecendo recursos digitais e experiências imersivas, como visitas virtuais a centros de pesquisa e a criação de conteúdos multimodais que tornem a ciência nuclear mais atraente e compreensível para as novas gerações.

5.3. Etapa de Desenvolvimento da Plataforma Digital:

A Cidade da Ciência foi idealizada e desenvolvida pelo Laboratório de Realidade Virtual do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), unidade técnico-científica da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). O projeto teve como foco o desenvolvimento de uma plataforma digital inovadora, concebida com ênfase em acessibilidade, interatividade e adaptabilidade. O principal objetivo foi criar um ambiente virtual intuitivo e de fácil navegação, Figura 2, oferecendo uma experiência imersiva e envolvente para os alunos. Para alcançar esse objetivo, a equipe de desenvolvimento integrou elementos interativos que incentivam a participação ativa dos usuários, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e eficaz.

Figura 2 - Mapa da Cidade da Ciência



Fonte: cidade-da-ciencia-links (2025).

A acessibilidade foi um fator central no desenvolvimento da plataforma, garantindo que todos os estudantes, independentemente de suas necessidades especiais, pudessem acessar e utilizar o material didático sem restrições. Recursos como ajustes de contraste, legendas, suporte a leitores de tela e opções de personalização da interface foram implementados para atender a uma ampla diversidade de perfis de usuários. (FIGURA 3)

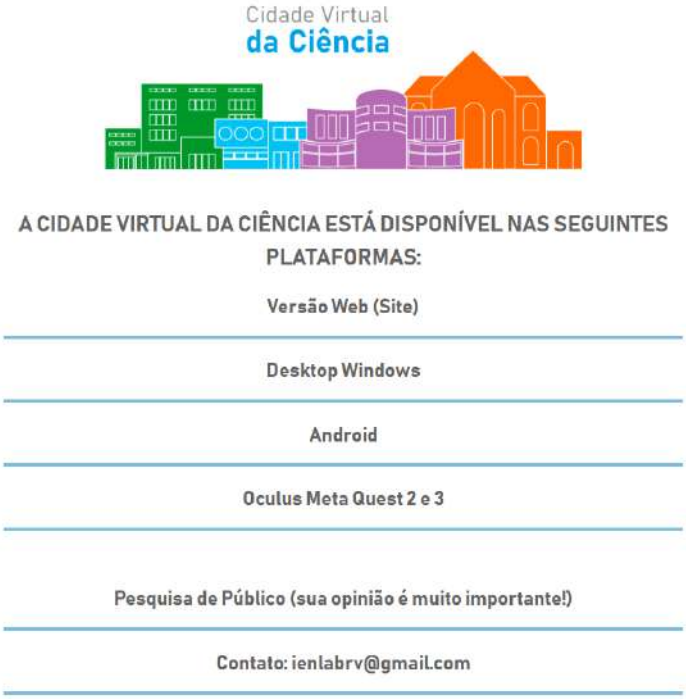
Figura 3 - Interface da Cidade da Ciência



Fonte: cidade-da-ciencia-links (2025).

A aplicação foi desenvolvida utilizando a linguagem de programação C# na engine Unity, garantindo alto desempenho gráfico e interatividade. A modelagem dos objetos que compõem o ambiente virtual foi realizada por meio da ferramenta, permitindo a criação de cenários imersivos e detalhados. Além disso, técnicas de otimização foram aplicadas para assegurar a fluidez da navegação e a compatibilidade com diferentes dispositivos. (FIGURA 4)

Figura 4 - Site da Cidade da Ciência



Fonte: cidade-da-ciencia-links (2025).

5.4. Desenvolvimento do Material Didático:

Um *e-Book* foi criado sobre a temática nuclear, voltado para a educação e divulgação científica. O material foi estruturado para ser didático e envolvente, incorporando gráficos, vídeos e atividades interativas que permitissem uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. O material buscou promover um aprendizado significativo, despertando o interesse dos alunos pela ciência nuclear. (Figura 5)

Figura 5 - E-book Temática Nuclear Na Educação



Fonte: Próprio autor (2025).

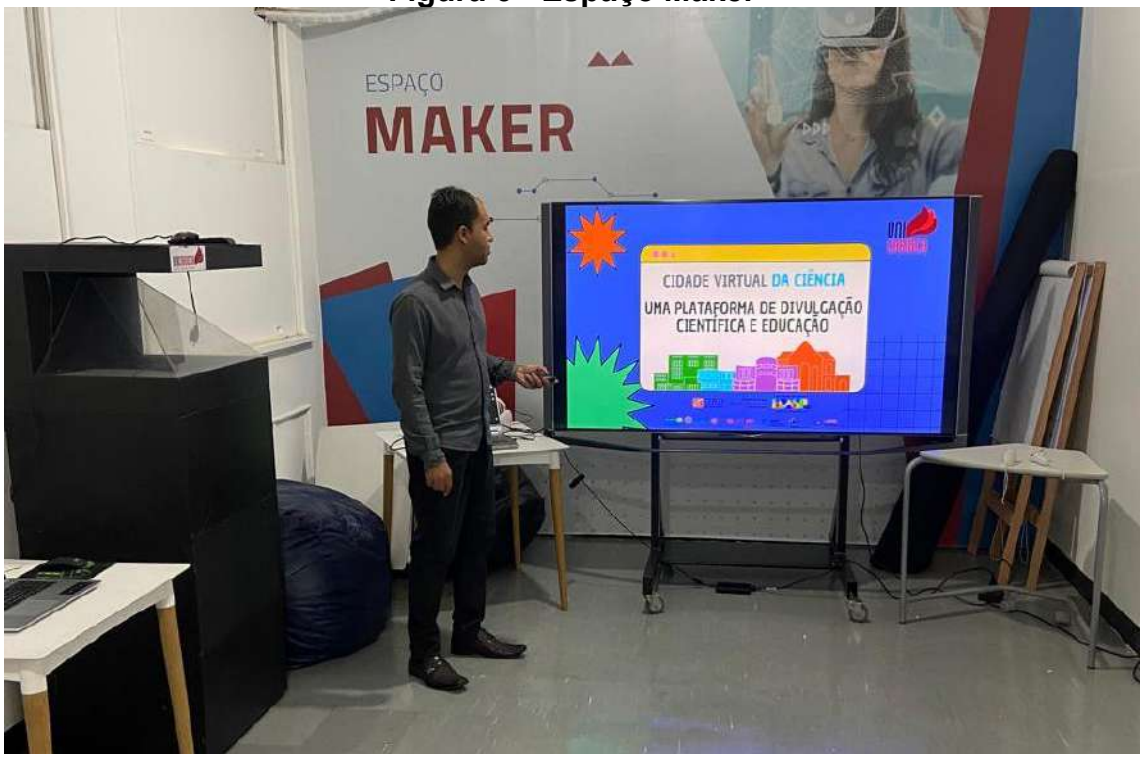
5.5. Divulgação e Conscientização da Temática Nuclear para Professores em um Ambiente Educacional

Esta etapa visa sensibilizar e informar os alunos e professores sobre a importância da temática nuclear no contexto educativo, destacando suas aplicações e implicações em áreas como saúde, meio ambiente e energia. Além de capacitar os professores no uso de ferramentas digitais, essa fase enfatizou a promoção de um entendimento aprofundado dos conceitos científicos, técnicos e questões éticas

envolvidas na ciência nuclear, proporcionando uma base sólida para que os educadores possam incorporar o tema em suas práticas pedagógicas de forma contextualizada e interdisciplinar.

As atividades desta fase foram realizadas no espaço *Maker* da UNICARIOCA, Figura 6, um ambiente inovador que possibilitou a experimentação e o contato direto com tecnologias educacionais avançadas. Durante as sessões, foram demonstradas as possibilidades de acesso à Cidade da Ciência por meio de diferentes dispositivos, como desktop, smartphones e óculos de realidade virtual. A utilização dessas múltiplas plataformas visou ampliar o alcance e a acessibilidade da ferramenta, proporcionando uma experiência imersiva e dinâmica no aprendizado sobre a temática nuclear. Além disso, foram explorados materiais complementares, como vídeos interativos, infográficos e modelos tridimensionais, que facilitaram a compreensão dos conceitos abordados.

Figura 6 - Espaço Maker



Fonte: Próprio autor (2025).

Os participantes tiveram a oportunidade de explorar simulações interativas e ambientes virtuais que ilustravam conceitos-chave da ciência nuclear, como reações atômicas, segurança nuclear e suas diversas aplicações. A imersão proporcionada

pelos óculos de realidade virtual foi um dos pontos altos dos encontros, permitindo que os estudantes navegassem por cenários tridimensionais e interagissem diretamente com elementos científicos complexos de maneira intuitiva e envolvente. Além disso, foram promovidas atividades práticas e debates temáticos para estimular a reflexão crítica sobre os impactos sociais e ambientais da energia nuclear. (FIGURA 7)

Figura 7 - Simulações Interativas



Fonte: Próprio autor (2025).

Além das demonstrações práticas, os encontros também incluíram momentos de discussão e feedback, nos quais os alunos e professores puderam compartilhar suas impressões sobre a ferramenta e sugerir melhorias para sua aplicação no ensino de ciências. A troca de experiências entre os participantes contribuiu para aprimorar o desenvolvimento da Cidade da Ciência, garantindo que o material didático fosse cada vez mais adaptado às necessidades educacionais do público-alvo. Foram também discutidas estratégias pedagógicas para inserir o tema nuclear nos currículos escolares de maneira transversal e atrativa. (FIGURA 8)

Figura 8 - Demonstração da Cidade Virtual



Fonte: Próprio autor (2025).

Com essa abordagem, essa etapa do percurso metodológico consolidou o uso de tecnologias educacionais inovadoras para o ensino da ciência nuclear, reforçando a importância da interatividade e da acessibilidade na divulgação científica. O sucesso dessas interações reafirmou o potencial das plataformas digitais para tornar o aprendizado mais engajador e significativo, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes. Além disso, evidenciou-se a necessidade de formação continuada para educadores, garantindo que estejam preparados para abordar o tema nuclear de maneira segura e eficiente.

5.6. Etapa de Avaliação da Plataforma Digital

A pesquisa foi realizada com 71 professores que cursam mestrando e doutorando na UNICARIOCA, com o objetivo de avaliar a eficácia da plataforma Cidade da Ciência em relação à disseminação e popularização da ciência,

especialmente no campo da educação científica e da temática nuclear. Os participantes responderam a um conjunto de perguntas que abordaram diversos aspectos da plataforma, incluindo a contribuição para o despertar do interesse pelo fazer científico, a promoção de uma educação científica inclusiva e representativa, e o favorecimento da alfabetização e letramento científico dos visitantes. Além disso, foi avaliado o impacto do ambiente imersivo virtual na exploração e compreensão dos conteúdos científicos, o papel das simulações virtuais e outros recursos digitais na experiência dos visitantes, e a diversidade de espaços temáticos presentes na plataforma, que contribuem para ampliar a visão sobre as diversas áreas da ciência.

A pesquisa também considerou a importância do acesso gratuito à plataforma, que amplia a democratização do conhecimento científico, e seu papel na apresentação clara do impacto da ciência no cotidiano das pessoas, aproximando a ciência do público não especializado. Outro aspecto relevante foi o entendimento sobre o uso seguro e pacífico da energia nuclear e o incentivo ao protagonismo do visitante na exploração dos temas científicos, estimulando a reflexão sobre a importância da ciência para o desenvolvimento social.

Os participantes avaliaram ainda se a plataforma utiliza uma linguagem acessível e inclusiva na divulgação dos conteúdos e se o projeto contribui para incentivar a maior participação da sociedade nos debates científicos, considerando a Cidade da Ciência como uma ferramenta inovadora para a divulgação científica.

Além das questões de avaliação, os participantes foram convidados a sugerir melhorias para tornar a experiência na plataforma ainda mais educativa, indicar espaços ou temas que gostariam de ver na Cidade da Ciência, e sugerir formas de melhorar a comunicação da plataforma para alcançar mais pessoas. Eles também foram questionados sobre a recomendação da plataforma para outras pessoas e sobre o que mais chamou sua atenção durante a experiência. Por fim, a pesquisa procurou entender como a plataforma influenciou a percepção dos participantes sobre a ciência e coletar sugestões adicionais para aprimorar a experiência da Cidade da Ciência.

6. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

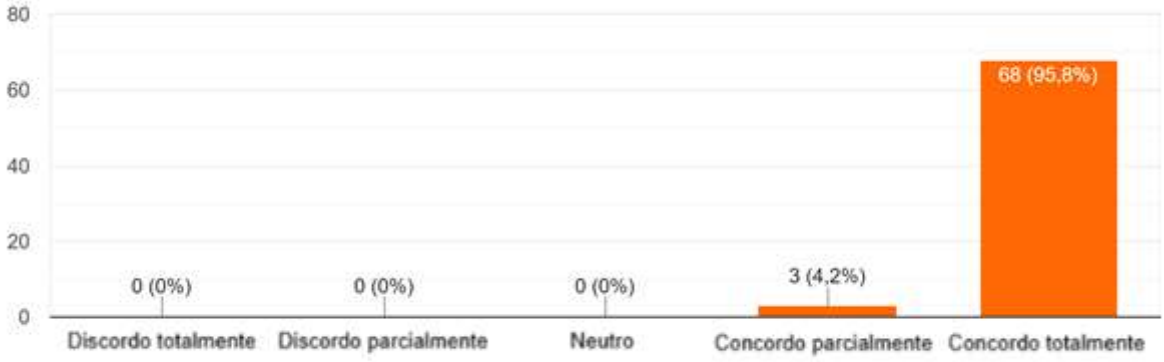
6.1. Perguntas Fechadas

A presente pesquisa analisou as respostas obtidas sobre a Cidade da Ciência, permitindo identificar tendências e percepções dos participantes. A análise foi conduzida com base em referenciais teóricos e autores relevantes da área de educação científica e divulgação científica, proporcionando uma abordagem fundamentada sobre a eficiência da plataforma na disseminação do conhecimento.

Foi utilizada a Escala Likert que é um dos instrumentos mais utilizados em pesquisas sociais e educacionais para medir atitudes, opiniões e percepções dos respondentes em relação a determinado tema. Trata-se de uma escala ordinal que permite captar a intensidade das respostas, organizando-as geralmente em um continuum de concordância ou discordância, como, por exemplo: "discordo totalmente", "discordo", "concordo" e "concordo totalmente". Essa estrutura facilita a quantificação de variáveis subjetivas, proporcionando uma aproximação da realidade a partir de percepções individuais. Apesar de ser ordinal, a Escala Likert é frequentemente tratada como intervalar para fins estatísticos, permitindo a aplicação de medidas como a média e o desvio padrão, desde que se assuma que os intervalos entre os pontos da escala sejam equidistantes. No entanto, sua eficácia depende da clareza dos enunciados, da coerência das opções de resposta e da interpretação homogênea por parte dos participantes. (Trojan, 2015)

Os dados indicam que a maioria dos participantes concordou totalmente com a afirmação de que a Cidade da Ciência desperta o interesse pelo fazer científico, Gráfico 8.

Gráfico 8 - Interesse pelo Fazer Científico

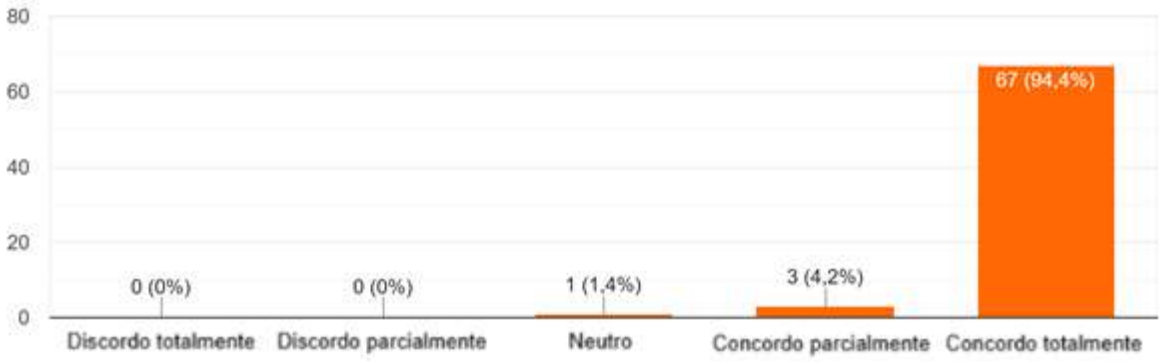


Fonte: Próprio autor (2025).

Esse resultado corrobora a importância de espaços interativos na promoção da cultura científica, pois ambientes que estimulam a curiosidade e a experimentação contribuem para uma aprendizagem mais significativa. De acordo com Farias (2022) a construção do conhecimento ocorre de maneira mais efetiva quando novas informações são relacionadas a conceitos previamente adquiridos, o que sugere que a imersão em atividades científicas práticas pode fortalecer a estrutura cognitiva dos indivíduos. Além disso, a alta valorização atribuída à Cidade da Ciência indica que estratégias educacionais baseadas na interação e na contextualização do conhecimento possuem um potencial significativo para despertar o interesse pelo método científico e fomentar o desenvolvimento de habilidades investigativas nos participantes. (Farias, 2022)

O Gráfico 9 mostra que a grande maioria dos participantes concordou totalmente com a afirmação de que A Cidade da Ciência contribui para o fortalecimento de uma educação científica inclusiva e representativa.

Gráfico 9 - A Cidade da Ciência contribui para o fortalecimento de uma educação científica inclusiva e representativa

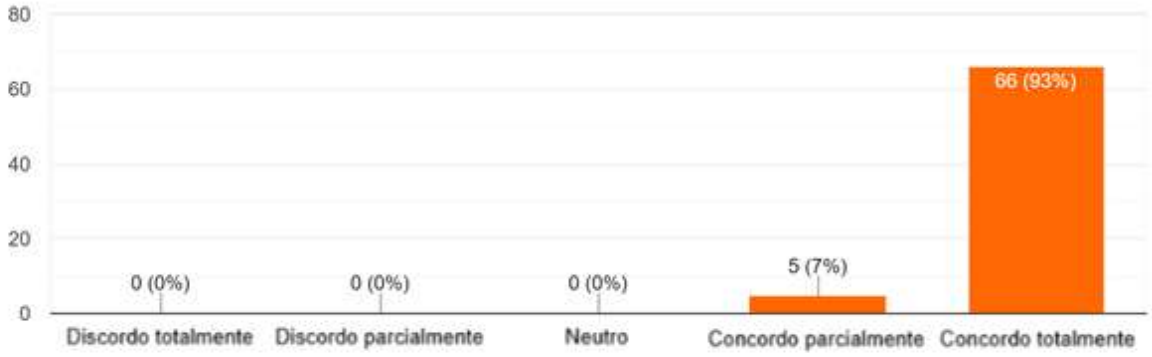


Fonte: Próprio autor (2025).

Esse dado sugere uma percepção altamente positiva sobre a iniciativa, indicando que ela pode estar alinhada com os princípios da educação inclusiva, conforme discutidos por Freitas (2023). O autor argumenta que inclusão, acesso e acessibilidade são categorias distintas, mas frequentemente confundidas. No contexto do gráfico, a alta avaliação pode refletir não apenas o acesso ampliado ao conhecimento científico, mas também a existência de condições de acessibilidade que permitem uma participação equitativa dos diferentes públicos. Entretanto, seguindo a análise de Manzini (2008), é necessário questionar se essa inclusão é de fato substantiva ou se se limita a uma acessibilidade assistida, que ainda depende de mediações e adaptações específicas. Assim, para que a Cidade da Ciência seja um verdadeiro ecossistema inclusivo, como propõe Freitas (2023), deve-se garantir que sua estrutura e práticas pedagógicas não apenas ofereçam acesso ao conhecimento, mas também promovam autonomia e equidade para todos os envolvidos.

A importância da Plataforma Cidade da Ciência na promoção da alfabetização e do letramento científico dos visitantes, Gráfico 10.

Gráfico 10 - A plataforma favorece a alfabetização e o letramento científico dos visitantes

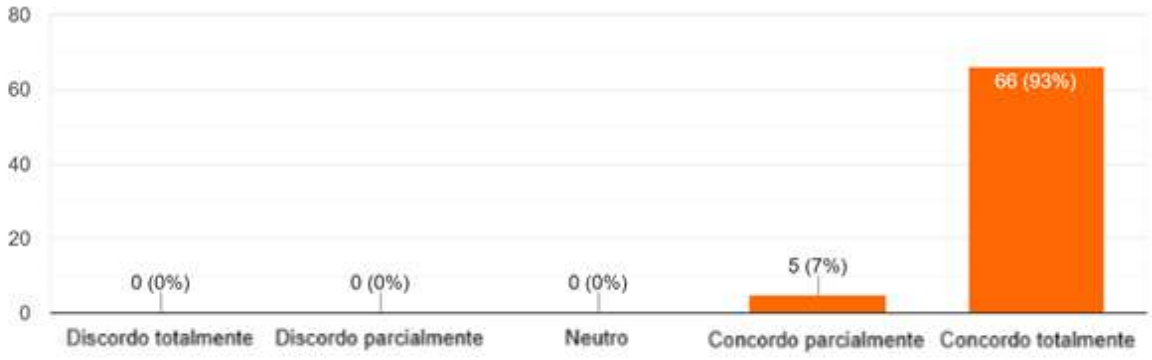


Fonte: Próprio autor (2025).

A interação com conteúdos científicos de maneira acessível e envolvente estimula a curiosidade e o pensamento crítico, aspectos fundamentais para a construção do conhecimento. De acordo com Vargas Matos *et al. (*2023), o contato com diferentes linguagens e narrativas contribui para a ampliação das habilidades de leitura e interpretação, favorecendo a compreensão e a aplicação do conhecimento em diversos contextos. Dessa forma, ao oferecer um ambiente interativo e educativo, a plataforma desempenha um papel significativo na formação de cidadãos mais críticos e reflexivos, alinhando-se às perspectivas que valorizam a aprendizagem como um processo ativo e integrado.

A imersão proporcionada pela plataforma também tem sido um diferencial na experiência dos visitantes. Estudos recentes, como os de Braga et al. (2020), evidenciam que a Realidade Virtual oferece um ambiente envolvente que estimula a participação ativa dos alunos e aprimora a compreensão dos conteúdos. A análise do gráfico apresentado no Gráfico 11, demonstra a eficácia dessa abordagem na exploração e compreensão dos conteúdos científicos.

Gráfico 11 - O ambiente imersivo virtual facilita a exploração e a compreensão dos conteúdos científicos

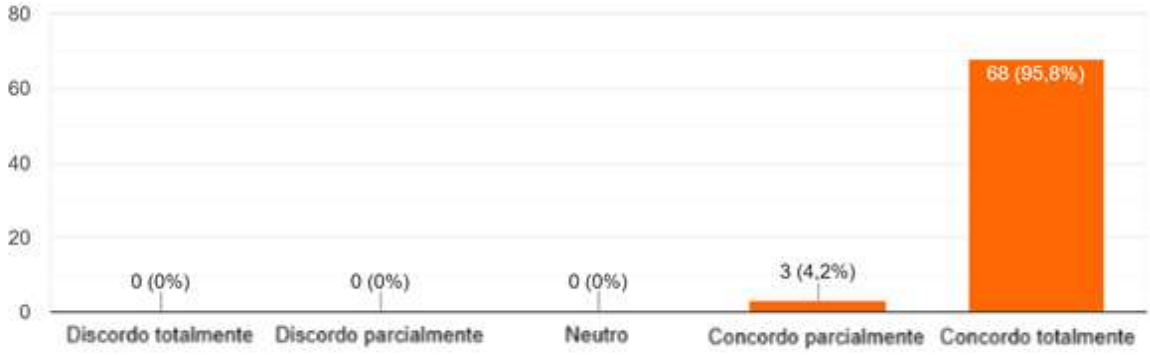


Fonte: Próprio autor (2025).

Este alto índice de satisfação reflete a capacidade da plataforma em proporcionar uma experiência educacional única, na qual os participantes se sentem profundamente engajados e motivados. O uso da realidade virtual, como destacado por Porto *et al. (*2024), é uma ferramenta poderosa para criar experiências imersivas, facilitando a interação dos alunos com o conteúdo de forma mais envolvente e dinâmica A predominância de avaliações positivas neste estudo reforça o impacto positivo da plataforma, sugerindo que a RV pode ser uma estratégia eficaz para transformar a aprendizagem, ampliando as oportunidades de compreensão e exploração de conceitos complexos.

As simulações virtuais e outros recursos digitais também têm sido amplamente elogiados pelos usuários, conforme o Gráfico 12.

Gráfico 12 - As simulações virtuais e outros recursos digitais enriquecem a experiência do visitante

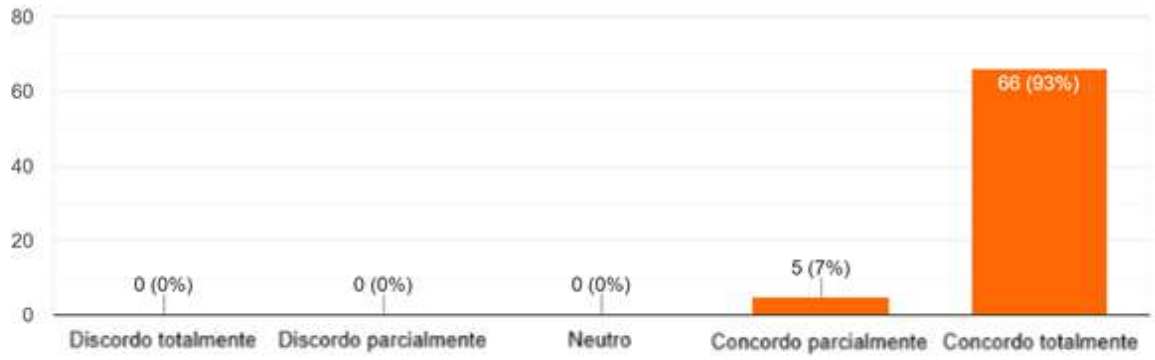


Fonte: Próprio autor (2025).

Essa variedade de ambientes temáticos oferece uma experiência rica e interativa, permitindo que os participantes explorem conteúdos científicos de diferentes áreas de forma imersiva. Esse aspecto é fundamental para o engajamento do público, especialmente quando aliado ao uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), que, como observado por Do Nascimento et al. (2023), desempenham um papel crucial na inclusão digital e na aproximação do público com novas formas de aprendizado. A utilização de recursos como a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) nestes espaços temáticos potencializa ainda mais a experiência, tornando-a mais dinâmica e acessível. A combinação de espaços diversos com tecnologias emergentes cria um ambiente de aprendizado único, onde os visitantes não apenas absorvem conhecimento, mas também interagem com ele de maneira ativa e envolvente.

A diversidade de prédios e espaços temáticos da plataforma também tem sido um ponto forte, contribuindo para ampliar a visão dos visitantes sobre as diversas áreas da ciência, Gráfico 13, evidenciando um alto grau de satisfação dos participantes.

Gráfico 13 - A diversidade de prédios e espaços temáticos contribui para ampliar a visão sobre as diversas áreas da ciência



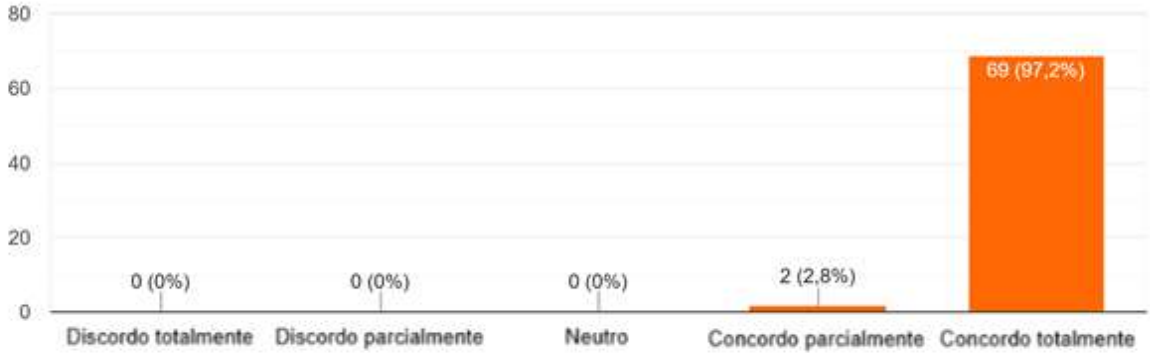
Fonte: Próprio autor (2025).

Isso indica que a variedade de ambientes proporcionados pela plataforma "Cidade da Ciência" é vista de forma positiva, como uma ferramenta eficaz para expandir o conhecimento sobre as diversas áreas da ciência. Segundo Shearer (2017), é essencial que o processo de aprendizagem seja compatível com as preferências dos estudantes, e a oferta de diferentes espaços e temas parece alinhar-se com essas necessidades, promovendo uma experiência de aprendizado mais rica e envolvente.

De acordo com Corrêa *et al. (*2021) A alta pontuação reflete não apenas a qualidade do design e da organização, mas também a importância de métodos diversificados no estímulo à aprendizagem, corroborando a teoria das Inteligências Múltiplas, que sugere que ambientes diversos podem atender diferentes formas de aprender, potencializando o desenvolvimento de habilidades cognitivas variadas. Destacam que a aprendizagem é potencializada quando diferentes estilos e inteligências são contemplados. A presença de múltiplos espaços temáticos na Cidade da Ciência permite que os usuários explorem diversas áreas do conhecimento, favorecendo uma compreensão mais ampla e integrada da ciência.

O acesso gratuito à Cidade da Ciência é outro fator que tem contribuído para sua efetividade como ferramenta de divulgação científica. A pesquisa mostra uma ampla aprovação do acesso gratuito à plataforma, indicando um consenso entre os participantes sobre a importância do acesso livre à plataforma para a democratização do conhecimento científico, Gráfico 14.

Gráfico 14 - O acesso gratuito à plataforma amplia a democratização do conhecimento científico

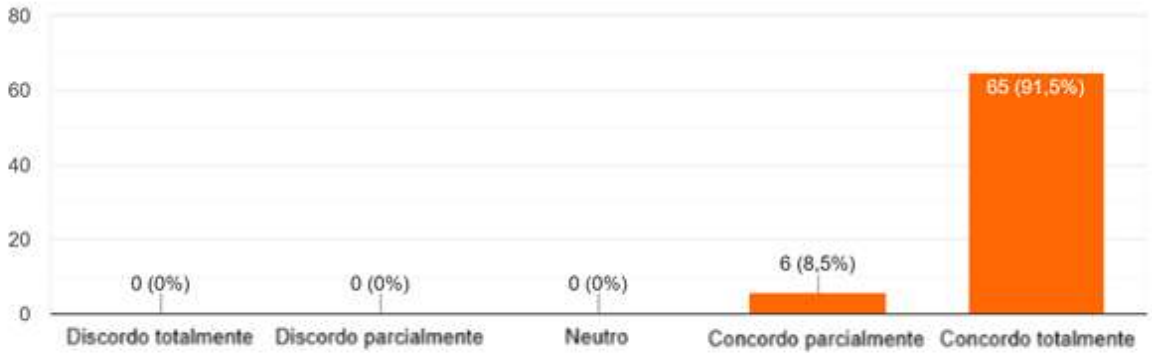


Fonte: Próprio autor (2025).

Esse resultado corrobora uma perspectiva crítica de como as tecnologias digitais têm impactado a ciência e a educação, conforme discutido por Pacheco et al. (2018). Em um cenário de transformação digital, como bem destacam os autores, a ciência e a educação desempenham papéis duais: são não apenas geradoras de conhecimento e capital humano, mas também influenciadas pelas mudanças digitais. O acesso aberto, como ilustrado no gráfico, reforça essa dinâmica, contribuindo para a democratização do conhecimento científico e facilitando o engajamento coletivo em plataformas de aprendizado e pesquisa, como exemplificado pela crescente convergência digital. O fenômeno da convergência e a cultura participativa, que permitem uma troca contínua de informações e produções entre os indivíduos, são fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade mais inclusiva e colaborativa, caracterizando a era da ciência digital.

A plataforma Cidade da Ciência apresenta de forma eficaz o impacto da ciência no cotidiano das pessoas, Gráfico 15.

Gráfico 15 - A Cidade da Ciência apresenta de forma clara o impacto da ciência no cotidiano das pessoas

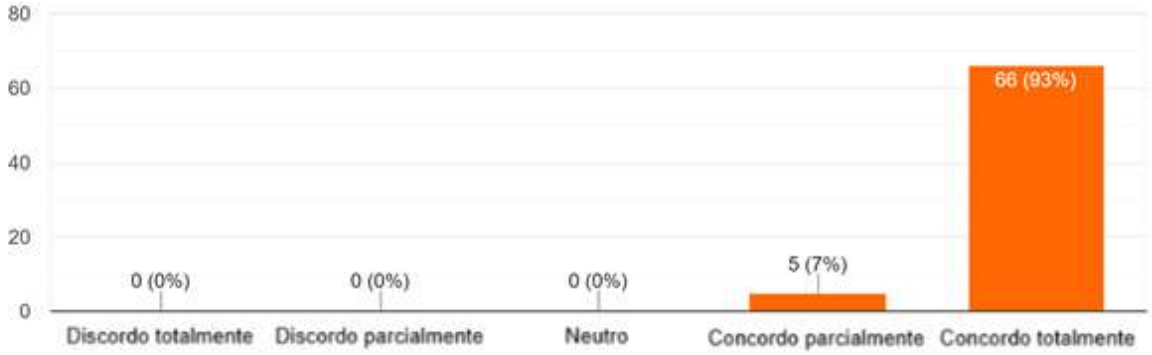


Fonte: Próprio autor (2025).

Este resultado demonstra uma clara aceitação da forma como a plataforma comunica a importância da ciência para a vida diária, sugerindo que os usuários reconhecem seu valor educacional e social. Nesse contexto, é possível refletir sobre a importância de uma educação que contemple e respeite as diversas formas de conhecimento, como apontado por Gaudêncio (2022). A autora discute a necessidade de promover uma educação que vá além do etnocentrismo, reconhecendo as diferentes culturas e identidades dentro da sala de aula, um aspecto que pode ser crucial para o ensino de ciências. Ao integrar uma abordagem intercultural, os educadores podem proporcionar uma experiência mais rica e inclusiva, permitindo que os estudantes se sintam mais conectados ao conteúdo abordado. A Cidade da Ciência, ao esclarecer o impacto da ciência no cotidiano, pode ser vista como uma plataforma que potencializa o entendimento sobre como as diversas culturas interagem com a ciência e como isso influencia a percepção pública sobre seus benefícios.

O Gráfico 16 destaca a efetividade do projeto em aproximar a ciência do público não especializado, tornando-a mais acessível.

Gráfico 16 - O projeto aproxima a ciência do público não especializado, tornando-a mais acessível

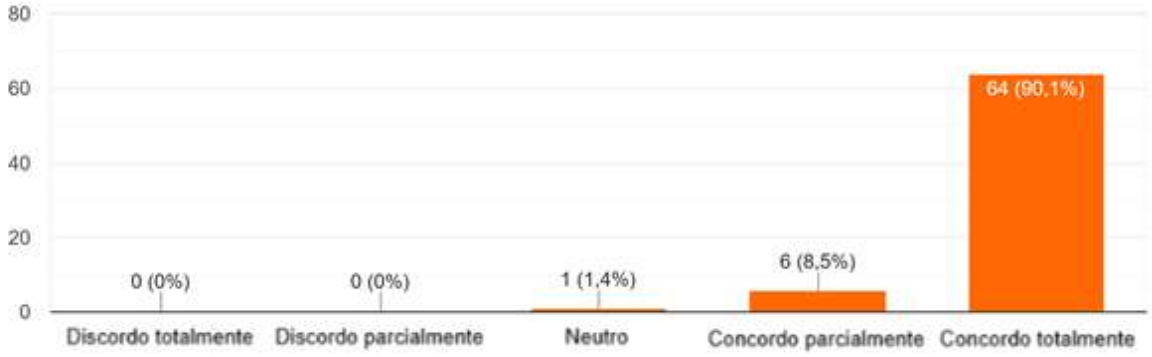


Fonte: Próprio autor (2025).

Essa alta avaliação indica um forte engajamento afetivo do público com a proposta, o que corrobora a importância da dimensão afetiva na aprendizagem, conforme discutido por Pacheco (2023). A afetividade, nesse contexto, desempenha um papel central na motivação e interesse do público pela ciência, facilitando a construção do conhecimento e promovendo uma percepção mais acessível e envolvente sobre temas científicos. Assim, a iniciativa se alinha a estudos que ressaltam a relevância da emoção e do envolvimento pessoal no processo educativo.

Os dados indicam uma percepção amplamente positiva dos usuários em relação à capacidade da plataforma de comunicar esse tema de maneira eficaz. (Gráfico 17)

Gráfico 17 - A plataforma contribui para o entendimento do uso seguro e pacífico da energia nuclear

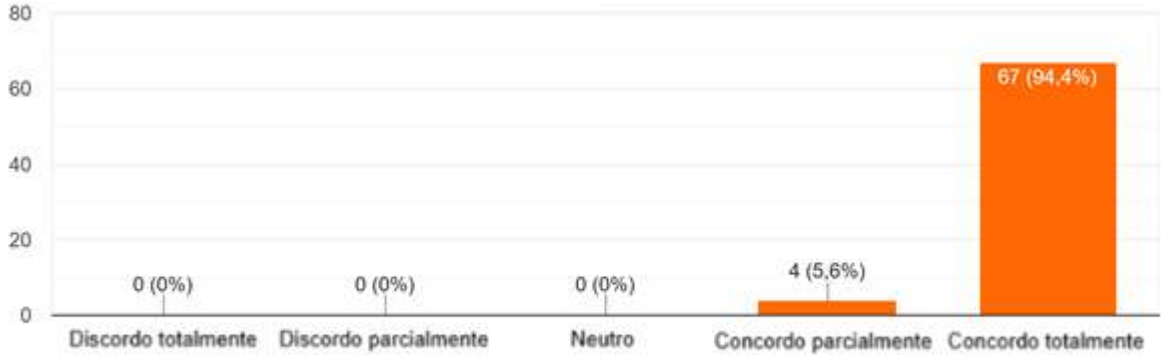


Fonte: Próprio autor (2025).

Esse resultado pode ser compreendido à luz da comunicação pública, conforme discutido por Machado (2021), que ressalta a importância da transparência e da participação cidadã no debate sobre energia nuclear. A elevada aceitação registrada no gráfico sugere que a plataforma cumpre um papel fundamental na democratização da informação, reduzindo a lacuna cognitiva sobre o setor nuclear. Além disso, o alto índice de respostas favoráveis pode indicar que a abordagem utilizada favorece a compreensão acessível e a construção de uma opinião pública mais informada sobre o tema, promovendo uma maior confiança no setor

A análise do Gráfico 18, que apresenta um índice expressivo de aprovação quanto ao incentivo ao protagonismo do visitante na exploração dos temas científicos na plataforma Cidade da Ciência, revela um ambiente altamente propício à construção do conhecimento autônomo.

Gráfico 18 - O espaço incentiva o protagonismo do visitante na exploração dos temas científicos

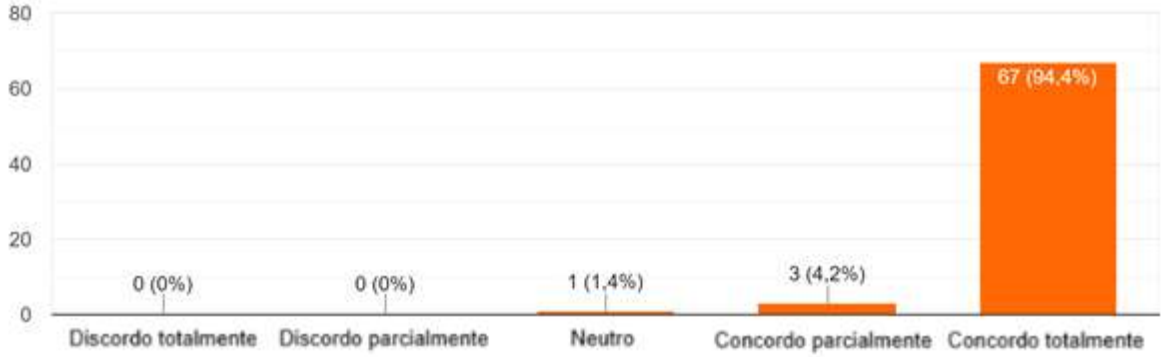


Fonte: Próprio autor (2025).

Percebe-se que a plataforma fomenta a interação ativa dos usuários, permitindo que estes se engajem criticamente com os conteúdos científicos. Esse aspecto dialoga com a abordagem de Borges (2025), que ressalta a importância de promover reflexões éticas e científicas no ensino, incentivando o pensamento crítico dos estudantes diante dos avanços tecnológicos e suas implicações sociais. Ao proporcionar um espaço onde o visitante assume um papel central na exploração do conhecimento, a plataforma contribui para a formação de indivíduos mais conscientes e preparados para enfrentar os desafios das ciências contemporâneas, alinhando-se à necessidade de interseccionar a educação científica com considerações éticas e ambientais.

A experiência na Cidade da Ciência foi amplamente reconhecida como um estímulo à reflexão sobre a importância da ciência para o desenvolvimento social, Gráfico 19.

Gráfico 19 - A experiência na Cidade da Ciência estimula a reflexão sobre a importância da ciência para o desenvolvimento social

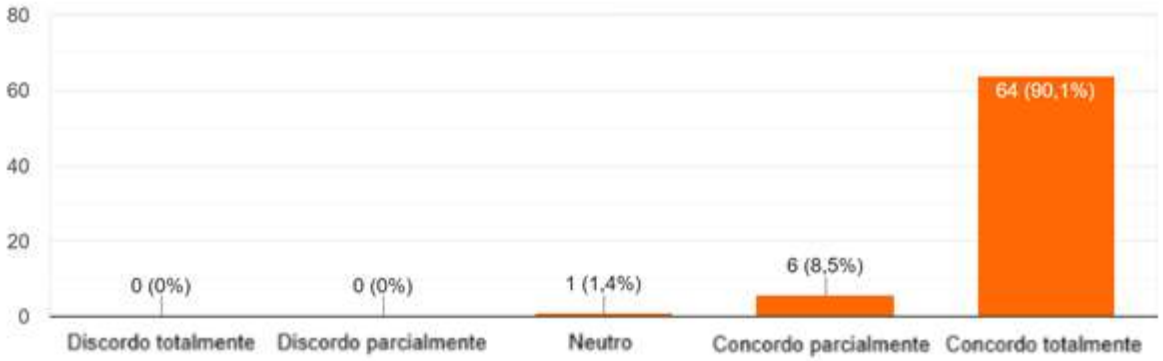


Fonte: Próprio autor (2025).

Esse dado reforça a relevância de iniciativas educacionais que promovem a contextualização e a problematização do conhecimento científico, alinhando-se ao que Almeida et al. (2023) destacam sobre o papel das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino. Segundo os autores, as TICs podem potencializar a aprendizagem ao integrar teoria e prática, tornando o processo mais dinâmico e significativo para os alunos. A elevada aprovação dos participantes sugere que a Cidade da Ciência cumpre esse papel, proporcionando um ambiente interativo e inovador que favorece a construção do conhecimento e o desenvolvimento de competências fundamentais para a compreensão do impacto da ciência na sociedade.

Os dados apresentados no Gráfico 20 evidenciam que a plataforma Cidade da Ciência se destaca pelo uso de uma linguagem acessível e inclusiva na divulgação de seus conteúdos, alcançando uma aprovação quase unânime.

Gráfico 20 - A Cidade da Ciência utiliza uma linguagem acessível e inclusiva na divulgação dos conteúdos

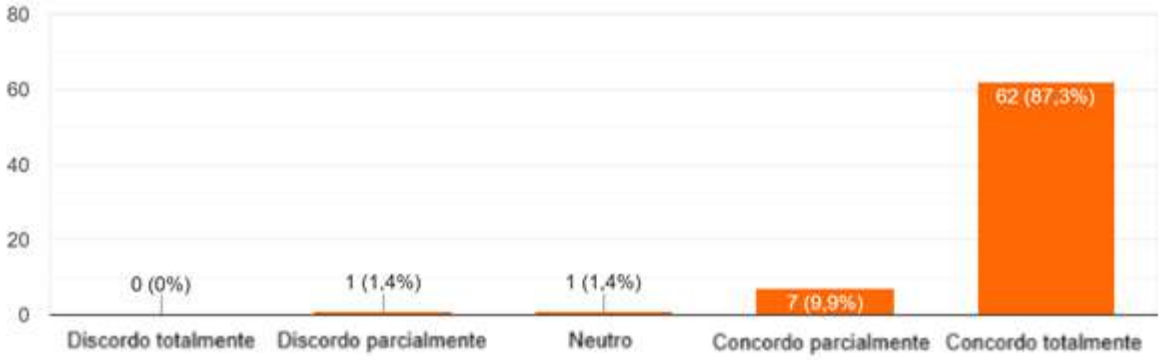


Fonte: Próprio autor (2025).

Esse resultado reforça a importância de estratégias comunicacionais eficientes na difusão do conhecimento científico, tornando-o compreensível para diferentes públicos. Conforme Dos Santos et al. (2024), a edição visual e a organização da informação desempenham um papel essencial na divulgação científica, pois facilitam a assimilação dos conceitos e ampliam o engajamento do público. Dessa forma, ao adotar uma abordagem inclusiva e acessível, a Cidade da Ciência contribui significativamente para a popularização da ciência e para a formação de cidadãos mais críticos e informados.

A análise do Gráfico 21, que revela a predominância de respostas totalmente favoráveis à afirmação de que o projeto incentiva uma maior participação da sociedade nos debates científicos, evidencia a eficácia da plataforma Cidade da Ciência na promoção da divulgação científica.

Gráfico 21 - O projeto incentiva maior participação da sociedade nos debates científicos

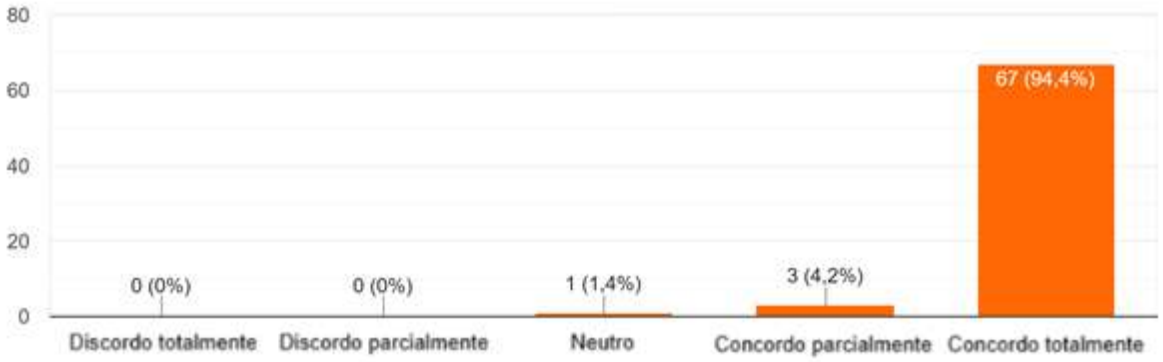


Fonte: Próprio autor (2025).

Como aponta Dextro et al. (2023), o uso de recursos eletrônicos aproxima a sociedade da comunidade acadêmica, gerando uma confluência entre informação e comunicação. Essa convergência é essencial para ampliar o acesso ao conhecimento e fomentar a participação do público nos debates científicos. Os dados apresentados reforçam que a plataforma não apenas viabiliza essa interação, mas também a torna mais acessível e atrativa, contribuindo para uma sociedade mais informada e engajada com a ciência.

A plataforma Cidade da Ciência tem sido amplamente reconhecida como uma ferramenta inovadora para a divulgação científica, conforme demonstrado pelo Gráfico 22.

Gráfico 22 - A Cidade da Ciência é uma ferramenta inovadora para a divulgação científica



Fonte: Próprio autor (2025).

Fica evidente a percepção positiva em relação à sua contribuição para a disseminação do conhecimento científico. Esse resultado reforça a importância das plataformas digitais como meios eficazes para a popularização da ciência, um aspecto destacado por Arcanjo et al. (2021) ao afirmar que a divulgação científica tem se tornado uma atividade cada vez mais essencial para pesquisadores e acadêmicos. A alta aceitação da Cidade da Ciência também corrobora a necessidade de investir em estratégias que aproximem a sociedade dos avanços científicos, tornando o conhecimento mais acessível e compreensível. Por fim, a Cidade da Ciência tem sido reconhecida como uma ferramenta inovadora para a divulgação científica, cumprindo um papel fundamental na promoção do conhecimento e no estímulo ao interesse pela ciência.

6.2. Perguntas Abertas

Este tópico aborda as respostas obtidas a partir das perguntas abertas realizadas com os participantes da pesquisa sobre a "Cidade da Ciência". As perguntas abertas foram formuladas com o intuito de obter percepções, sugestões e reflexões mais aprofundadas sobre a experiência proporcionada pela plataforma e as áreas de conhecimento exploradas. As verbalizações extraídas dessas perguntas revelam uma gama de opiniões, desde sugestões para melhorias e inovações tecnológicas até o impacto das atividades realizadas na percepção dos participantes sobre a ciência e sua aplicação no cotidiano. A análise dessas respostas tem como objetivo não apenas identificar pontos positivos, mas também áreas que poderiam ser aprimoradas para garantir uma experiência ainda mais enriquecedora e educativa.

6.2.1. O que poderia ser feito para tornar a experiência na Cidade da Ciência ainda mais educativa?

Esta pergunta foi formulada para investigar sugestões de aprimoramento para a plataforma, no intuito de identificar estratégias que possam tornar a experiência mais interativa, acessível e envolvente. As respostas fornecem uma visão detalhada das expectativas dos participantes, destacando a importância de tecnologias inovadoras, conteúdos interativos e estratégias pedagógicas diversificadas. (Quadro 2)

Quadro 2 - Pergunta Aberta: O que poderia ser feito para tornar a experiência na Cidade da Ciência ainda mais educativa?

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Incorporar realidade aumentada	Tecnologia e Inovação	Realidade Aumentada	A utilização de tecnologias imersivas pode melhorar a experiência educativa.
Oferecer conteúdos interativos	Conteúdos Educacionais	Interatividade	A interatividade é vista como uma ferramenta para aprofundar o aprendizado.
Criar avatares personalizáveis	Personalização e Imersão	Experiência Personalizada	A personalização aumenta o engajamento e imersão na experiência.
Incluir áudios	Acessibilidade e Multimídia	Inclusão Auditiva	Áudios podem auxiliar na acessibilidade e tornar o aprendizado mais acessível.
Disponibilizar oficinas virtuais	Métodos de Ensino	Aprendizado Virtual	Oficinas virtuais aumentam a interação prática, enriquecendo a aprendizagem.
Permitir experimentos virtuais	Experimentos e Simulações	Simulações Interativas	Experimentos virtuais reforçam o aprendizado através da prática.
Incluir atividades lúdicas	Métodos de Ensino	Ensino Lúdico	O aprendizado lúdico torna o processo mais divertido e menos formal.
Acessibilidade em Libras e audiodescrição	Acessibilidade	Inclusão de Deficiências	Inclusão de recursos para PCDs amplia a acessibilidade ao conteúdo.
Desenvolver mapas interativos	Tecnologia e Navegação	Interatividade e Navegação	Mapas interativos podem aumentar a dinamização e a exploração do ambiente.
Criar podcasts e quizzes	Multimídia e Conteúdo	Diversificação de Conteúdos	Podcasts e quizzes oferecem formas alternativas e dinâmicas de aprendizado.
Integrar assistentes virtuais	Tecnologia e Inovação	Inteligência Artificial	A inteligência artificial pode personalizar a experiência de aprendizado.
Implementar desafios interativos	Gamificação	Aprendizado por Desafios	Desafios interativos incentivam a exploração e a aprendizagem ativa.

Gamificação	Gamificação	Aprendizado Lúdico	A gamificação pode tornar o aprendizado mais envolvente e competitivo.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.2. Há algum espaço ou tema que você gostaria de ver na Cidade da Ciência?

Ao solicitar sugestões sobre novos temas ou espaços, o objetivo era identificar áreas que ainda não foram exploradas na plataforma, mas que poderiam atrair o interesse do público. As respostas indicam uma ampla gama de interesses, refletindo a diversidade de áreas científicas que os participantes consideram relevantes e excitantes. (Quadro 3)

Quadro 3 - Pergunta Aberta: Há algum espaço ou tema que você gostaria de ver na Cidade da Ciência?

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Impacto da tecnologia no futuro do trabalho	Ciências Aplicadas	Tecnologia e Sociedade	O impacto das inovações tecnológicas no mercado de trabalho é um tema relevante.
Neurociência	Ciências da Vida	Compreensão do Corpo Humano	O interesse por neurociência destaca a busca por compreensão do cérebro.
Arqueologia	Ciências Humanas	História e Cultura	O desejo por temas históricos e de descobertas indica um interesse pelo passado.
Física nuclear	Ciências Exatas	Energia e Ciência Nuclear	A física nuclear é uma área de grande interesse, especialmente para questões de energia.
Mulheres na ciência	Diversidade e Inclusão	Representatividade	A inclusão de mais figuras femininas na ciência é vista como importante para a equidade.
Avanços da robótica	Tecnologia e Inovação	Robótica	O desenvolvimento da robótica atrai interesse

			pela inovação tecnológica.
Energias renováveis	Sustentabilidade e Meio Ambiente	Energia Sustentável	O interesse por energias renováveis reflete preocupações ambientais e sustentabilidade.
Computação quântica	Ciências Exatas	Avanços Tecnológicos	A computação quântica é uma área de grande fascínio devido ao seu potencial.
Biodiversidade	Meio Ambiente e Sustentabilidade	Ecologia	O foco na biodiversidade reflete uma preocupação com a preservação ambiental.
Corpo humano e biotecnologia	Ciências da Vida	Saúde e Biotecnologia	A biotecnologia e o estudo do corpo humano são áreas de forte interesse para a saúde.
Reciclagem e economia circular	Sustentabilidade e Meio Ambiente	Economia Circular	O foco na reciclagem e economia circular está alinhado com práticas ambientais sustentáveis.
Química dos alimentos	Ciências Exatas	Química e Nutrição	A relação entre ciência e alimentação desperta curiosidade sobre saúde e nutrição.
Exploração de Marte	Astronomia e Exploração Espacial	Viagens Espaciais	O fascínio por Marte reflete um interesse crescente pela exploração espacial.
Cientistas negros e indígenas	Diversidade e Inclusão	História da Ciência	A valorização da ciência por cientistas de diferentes etnias é uma forma de inclusão.
Astronomia	Ciências Exatas	Exploração Espacial	A astronomia continua a ser um tema atraente, estimulando a curiosidade sobre o universo.
Nanotecnologia	Tecnologia e Inovação	Avanços Tecnológicos	O interesse por nanotecnologia destaca o fascínio por inovações tecnológicas em pequena escala.
Segurança digital	Tecnologia e	Segurança	A segurança digital é uma preocupação crescente no

	Sociedade	Cibernética	contexto atual de vulnerabilidades online.
Mudanças climáticas	Meio Ambiente	Mudanças Climáticas	A conscientização sobre mudanças climáticas reflete preocupações globais com o futuro.
Ciência forense e investigação criminal	Ciências Humanas	Justiça e Investigação Criminal	O interesse por ciência forense reflete um apelo por práticas investigativas e justiça.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.3. Como a Cidade da Ciência pode melhorar sua comunicação para alcançar mais pessoas?

Esta questão foi formulada para identificar estratégias de comunicação que pudessem aumentar o alcance da plataforma e engajar um público mais amplo. As sugestões incluem o uso de mídias sociais, parcerias com influenciadores digitais e o desenvolvimento de ferramentas de fácil acesso, que visam tornar a ciência mais acessível a diferentes públicos. (Quadro 4)

Quadro 4 - Pergunta Aberta: Como a Cidade da Ciência pode melhorar sua comunicação para alcançar mais pessoas?

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Parcerias com influenciadores digitais	Divulgação e Parcerias	Marketing Digital	Colaborar com influenciadores pode expandir o alcance da plataforma.
Criação de um aplicativo	Tecnologia e Acessibilidade	Ferramentas Digitais	Um aplicativo facilita o acesso ao conteúdo de maneira mais prática.
Transmissão ao vivo de experimentos	Divulgação e Acessibilidade	Divulgação Científica	A transmissão ao vivo aumenta a visibilidade dos conteúdos e engaja o público.
Campanhas educativas em escolas	Divulgação e Parcerias	Educação Formal	Campanhas em escolas ajudam a alcançar um público jovem e educativo.

Anúncios educativos em rádio e TV	Divulgação e Parcerias	Divulgação em Mídias Tradicionais	A mídia tradicional continua sendo um canal relevante para alcançar o público.
Colaboração com museus e ONGs	Divulgação e Parcerias	Parcerias Educativas	Parcerias com organizações podem ampliar a visibilidade e alcance.
Produção de podcasts e vídeos curtos	Mídia e Comunicação	Conteúdo Digital	Podcasts e vídeos curtos são formas eficazes de engajar diferentes públicos.
Newsletters com conteúdo científico	Mídia e Comunicação	Conteúdo Digital	Newsletters podem manter o público informado sobre novidades e avanços científicos.
Desafios interativos online	Gamificação e Interação	Engajamento Online	Desafios online incentivam a participação contínua e o aprendizado ativo.
Perfis nas redes sociais	Mídia e Comunicação	Redes Sociais	A presença nas redes sociais é essencial para a divulgação para um público mais jovem.
Materiais educativos gratuitos para professores	Educação e Inclusão	Acesso à Educação	Materiais gratuitos podem facilitar o ensino de ciências nas escolas públicas.
Ampliação da acessibilidade para PCDs	Acessibilidade	Inclusão	Melhorias para pessoas com deficiência (PCDs) aumentam a inclusão e acessibilidade.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.4. Você recomendaria a Cidade da Ciência para outras pessoas? Por quê?

Esta pergunta buscou compreender os fatores que influenciam a recomendação da plataforma, explorando aspectos como a inovação, a interatividade e a acessibilidade. A análise revela que os usuários valorizam a Cidade da Ciência por sua capacidade de tornar a ciência acessível, interativa e estimulante. (QUADRO 5)

Quadro 5 - Pergunta Aberta: Você recomendaria a Cidade da Ciência para outras pessoas? Por quê?

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Sim, pois é uma ferramenta inovadora	Avaliação da Experiência	Inovação	A inovação é um dos fatores que mais atrai a recomendação.
Interativa e acessível	Avaliação da Experiência	Acessibilidade	A interatividade e acessibilidade são vistas como diferenciais importantes.
Gamificada	Avaliação da Experiência	Gamificação	A gamificação é um aspecto valorizado pelos usuários para engajamento.
Desperta interesse pela ciência	Avaliação da Experiência	Engajamento e Interesse	O despertar do interesse pela ciência é uma característica positiva.
Aproxima a ciência do público	Avaliação da Experiência	Acesso à Ciência	A aproximação da ciência ao público é uma das principais vantagens observadas.
Estimula o raciocínio lógico	Avaliação da Experiência	Desenvolvimento Cognitivo	O estímulo ao raciocínio lógico é considerado um ponto positivo.
Permite acesso a conteúdos de qualidade gratuitamente	Avaliação da Experiência	Acesso à Educação	A possibilidade de acesso gratuito a conteúdos de qualidade é altamente recomendada.
Contribui para a educação científica de qualidade	Avaliação da Experiência	Impacto Educacional	A contribuição para a educação de qualidade é vista como uma grande vantagem.
Facilita o aprendizado de conceitos complexos	Avaliação da Experiência	Ensino de Conceitos Avançados	A facilidade no aprendizado de temas complexos é um ponto importante.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.5. O que mais chamou sua atenção na Cidade da Ciência?

Ao analisar esta questão, procurou-se identificar os elementos mais notáveis da plataforma que atraem os usuários, com ênfase nas características que tornam a

experiência científica mais envolvente e acessível. Os pontos destacados incluem a interatividade, o realismo das simulações e a conexão da ciência com o cotidiano. (Quadro 6)

Quadro 6 - Pergunta Aberta: O que mais chamou sua atenção na Cidade da Ciência?

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Simulações realistas	Características e Experiência	Realismo e Simulações	O realismo das simulações é visto como um grande atrativo na plataforma.
Interatividade	Características e Experiência	Interatividade	A interação é um elemento importante para envolver os usuários.
Abordagem acessível	Acessibilidade e Inclusão	Acesso Universal	A abordagem acessível é um ponto forte para garantir inclusão.
Riqueza de detalhes	Características e Experiência	Detalhamento e Qualidade	O nível de detalhamento é apreciado na experiência oferecida.
Incentivo à alfabetização científica	Impacto Educacional	Alfabetização Científica	A ênfase na alfabetização científica é um atrativo importante.
Possibilidade de aprender sem laboratório físico	Métodos de Ensino	Ensino a Distância	A flexibilidade de aprender sem um laboratório físico amplia as possibilidades de ensino.
Conexão da ciência com o cotidiano	Características e Experiência	Relevância no Cotidiano	A aplicação prática da ciência no cotidiano é altamente valorizada.
Design intuitivo	Design e Usabilidade	Navegação e Design	O design intuitivo contribui para a facilidade de navegação.
Experiência imersiva	Características e Experiência	Imersão	A imersão na experiência é um dos aspectos mais comentados positivamente.
Variedade de experimentos científicos	Métodos de Ensino	Experimentação	A variedade de experimentos é vista como um ponto positivo na plataforma.
Facilidade de	Design e	Navegação	A facilidade de navegação

navegação	Usabilidade	Simples	facilita a experiência do usuário.
Inclusão de temas contemporâneos	Conteúdos Educacionais	Atualização de Conteúdos	A inclusão de temas atuais reflete a relevância e atualização do conteúdo.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.6. Como a Cidade da Ciência influenciou sua percepção sobre a ciência?

A pergunta visou investigar de que maneira a plataforma alterou ou reforçou as percepções dos participantes sobre a ciência. As respostas indicam que a Cidade da Ciência tem um impacto positivo na compreensão da ciência, tornando-a mais acessível, relevante e envolvente. (Quadro 7)

Quadro 7 - Pergunta Aberta: Como a Cidade da Ciência influenciou sua percepção sobre a ciência?

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Ampliou o interesse por temas científicos	Impacto Educacional	Interesse e Curiosidade	A plataforma aumentou o interesse por temas científicos variados.
Reforçou a importância da alfabetização científica	Impacto Educacional	Alfabetização Científica	A alfabetização científica é uma prioridade, sendo reforçada pela plataforma.
Mostrou a presença da ciência no cotidiano	Impacto Educacional	Aplicação no Cotidiano	A ciência é vista como algo presente e relevante no dia a dia.
Desmistificou conceitos errados	Impacto Educacional	Desmistificação de Conceitos	A plataforma ajudou a corrigir equívocos e desmistificar a ciência.
Incentivou a busca por mais conhecimento	Impacto Educacional	Motivação e Curiosidade	A plataforma motivou os usuários a aprofundar seu conhecimento.
Destacou a importância do pensamento crítico	Impacto Educacional	Desenvolvimento Cognitivo	O pensamento crítico é estimulado pela abordagem científica da plataforma.
Evidenciou a relação entre ciência e inovação	Impacto Educacional	Ciência e Inovação	A relação estreita entre ciência e inovação é um

			ponto destacado.
Tornou o aprendizado mais acessível e interativo	Métodos de Ensino	Ensino Interativo	A acessibilidade e interatividade são aspectos chave na educação científica.
Ressaltou o impacto da ciência na sustentabilidade e na saúde pública	Impacto Educacional	Ciência Aplicada	O impacto positivo da ciência na saúde e sustentabilidade é claramente evidenciado.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.7. Deixe aqui qualquer outra sugestão ou comentário sobre sua experiência!

As sugestões fornecem uma visão sobre como a plataforma poderia ser aprimorada para oferecer uma experiência ainda mais completa. As respostas incluem ideias para novas funcionalidades, melhorias na personalização e sugestões para tornar a plataforma mais acessível e educativa. (Quadro 8)

Quadro 8 - Pergunta Aberta: Deixe aqui qualquer outra sugestão ou comentário sobre sua experiência!

Unidade de Registro (Verbalização)	Categoria Temática	Subcategoria	Inferência do Pesquisador
Criar espaço para experimentos virtuais	Métodos de Ensino	Experimentação	A inclusão de mais opções de experimentos virtuais amplia as possibilidades de aprendizado.
Incluir desafios científicos	Gamificação	Aprendizado Lúdico	Desafios científicos são uma sugestão para tornar a experiência mais interativa.
Trilhas de aprendizado	Métodos de Ensino	Personalização de Conteúdo	A criação de trilhas de aprendizado personalizadas pode enriquecer a experiência.
Mais opções de personalização	Personalização e Imersão	Experiência Personalizada	A personalização é vista como uma melhoria importante na experiência

			do usuário.
Versão offline para download	Acessibilidade e Tecnologia	Acesso Offline	Uma versão offline pode tornar o acesso mais prático em áreas sem internet.
História da ciência	Conteúdo Educacional	História da Ciência	A inclusão de mais conteúdo sobre a história da ciência é uma sugestão relevante.
Mais animações explicativas	Multimídia e Conteúdo	Animações e Recursos Visuais	Animações explicativas podem tornar o conteúdo mais acessível e atraente.
Visitas virtuais a laboratórios reais	Métodos de Ensino	Experiência Imersiva	A sugestão de visitas virtuais a laboratórios reais pode aumentar o impacto da experiência.
Mapas interativos	Tecnologia e Navegação	Interatividade	Mapas interativos podem melhorar a navegação e a exploração da plataforma.
Desafios diários	Gamificação	Engajamento Diário	A implementação de desafios diários pode aumentar o engajamento contínuo.
Sistema de certificação	Educação e Reconhecimento	Certificação Educacional	A implementação de um sistema de certificação pode agregar valor à experiência de aprendizado.
Cursos curtos	Métodos de Ensino	Cursos e Formação	A oferta de cursos curtos pode expandir as oportunidades de aprendizado.
Seção de perguntas e respostas com especialistas	Interação e Conteúdo	Interação Direta	Uma seção de perguntas e respostas pode facilitar o aprendizado personalizado.
Espaço para compartilhamento de descobertas	Colaboração e Interação	Comunidade e Compartilhamento	A criação de um espaço para compartilhamento de descobertas pode fomentar a colaboração.

Fonte: Próprio autor (2025).

6.2.8. Análise das Percepções e Sugestões sobre a Cidade da Ciência

As respostas fornecidas demonstram um grande entusiasmo pelo projeto da Cidade da Ciência, além de trazerem sugestões relevantes para aprimorar a experiência educativa. No que diz respeito à interatividade, muitos participantes destacaram a importância da realidade aumentada, da gamificação e de conteúdos interativos, como simulações e desafios científicos. A ideia de experimentos virtuais e jogos educativos também foi bastante mencionada, evidenciando a necessidade de tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Além disso, a acessibilidade foi um ponto de destaque, com sugestões para incluir Libras, audiodescrição e materiais para diferentes faixas etárias, tornando o conteúdo mais inclusivo.

No que se refere aos espaços temáticos, os participantes sugeriram diversas áreas de conhecimento que poderiam ser incorporadas, como neurociência, robótica, inteligência artificial, computação quântica, exploração espacial, ciência forense e meio ambiente. Houve também um apelo por uma abordagem mais social da ciência, incluindo espaços sobre mulheres cientistas, cientistas negros e indígenas, bem como a relação entre ciência e problemas sociais. Essas sugestões mostram o desejo do público por um ambiente diversificado, que contemple tanto as áreas tradicionais da ciência quanto temas contemporâneos e questões éticas.

Em relação à divulgação e comunicação, foi apontada a necessidade de uma maior presença digital, com a utilização de redes sociais, influenciadores científicos, podcasts e vídeos curtos para atrair um público mais amplo. Além disso, estratégias como parcerias com escolas, museus e ONGs, além da tradução do conteúdo para outros idiomas, foram sugeridas para ampliar o alcance da plataforma. Essa preocupação evidencia o interesse dos participantes em democratizar o acesso à ciência e fazer com que mais pessoas possam usufruir dos conteúdos oferecidos.

A percepção dos participantes sobre a influência da Cidade da Ciência foi amplamente positiva. Muitos afirmaram que a experiência despertou maior interesse pela ciência, reforçou a importância do pensamento crítico e demonstrou como o conhecimento científico está presente no cotidiano. Houve também menções à forma como a plataforma tornou o aprendizado mais acessível e dinâmico, além de incentivar o público a buscar mais informações e refletir sobre temas científicos.

Por fim, as sugestões finais enfatizaram melhorias na personalização da experiência, como a criação de trilhas de aprendizado, desafios diários e

certificações. Também foi sugerida a inclusão de mais vídeos explicativos, visitas virtuais a laboratórios reais e um espaço para que os visitantes possam compartilhar suas dúvidas e descobertas. Essas ideias reforçam a importância de manter a plataforma em constante evolução, garantindo que continue a oferecer uma experiência inovadora e enriquecedora.

No geral, as respostas revelam um alto grau de satisfação e um forte engajamento com a Cidade da Ciência. O público valoriza a abordagem interativa e imersiva da plataforma e deseja que ela continue expandindo seus recursos, tornando-se cada vez mais acessível, inclusiva e diversificada.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa demonstrou que a superação das lacunas no ensino da ciência nuclear requer abordagens inovadoras e integradas. A Cidade Virtual da Ciência emergiu como uma solução eficaz, combinando tecnologia digital, interatividade e linguagem acessível para desmistificar conceitos complexos e engajar estudantes e educadores. Os resultados confirmaram que plataformas imersivas, quando aliadas a materiais didáticos contextualizados, são fundamentais para promover a alfabetização científica e despertar o interesse por temas nucleares.

Identificou-se, contudo, desafios persistentes: a carência de formação docente específica, a escassez de recursos pedagógicos adaptados e resistências culturais relacionadas à temática nuclear. A pesquisa evidenciou que iniciativas como esta devem ser acompanhadas de capacitação contínua para professores, com ênfase na integração de tecnologias digitais ao currículo escolar.

A Cidade Virtual da Ciência não apenas cumpriu seu papel como ferramenta educacional, mas também abriu caminhos para aplicações em outras áreas científicas. Seu modelo – baseado em acessibilidade, interdisciplinaridade e protagonismo do aprendiz – mostrou-se replicável, destacando o potencial das plataformas virtuais para transformar o ensino de ciências.

Como desdobramentos, recomenda-se:

- Expansão da formação docente, com oficinas práticas sobre o uso pedagógico da plataforma;

- Desenvolvimento de novos módulos temáticos, abordando aplicações nucleares em medicina, energia e meio ambiente;
- Parcerias institucionais para garantir infraestrutura tecnológica nas escolas.

Esta iniciativa reforça o papel crucial da divulgação científica na construção de uma sociedade crítica, capaz de participar ativamente de debates sobre ciência e tecnologia. Os resultados apontam que, quando aliadas a políticas educacionais consistentes, ferramentas digitais imersivas podem democratizar o acesso ao conhecimento e redefinir as práticas de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Patricia. Tecnologias digitais em sala de aula: o professor e a reconfiguração do processo educativo. Da investigação às práticas, v. 8, n. 1, p. 4–21, 2018.

ANSARI, Saniya Zubair Ahmed et al. Implementing virtual reality in entertainment industry. In: Cyber Intelligence and Information Retrieval: Proceedings of CIIR 2021. Singapura: Springer Singapore, p. 561–570, 2021.

ARCANJO, Thamara Serafim et al. O marketing de conteúdo como ferramenta de divulgação científica das inovações do concreto. Research, Society and Development, v. 10, n. 10, p. e31101018538, 2021.

BARG, Victor Rodrigues Borges. A relação da ética no ensino de temas científicos controversos no ensino médio. Revista Acadêmica Online, v. 11, n. 55, p. e441-e441, 2025.

BAHIA, Ana Beatriz. Museu virtual (e plural) de arte. Visualidades, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 146–163, jan./jun. 2015.

BARBOSA, Miguel. Tório: aspectos econômicos da comparação do plutônio pelo tório na produção de energia nuclear. 2023. [Texto sem indicação de tipo de documento].

BRAGA, T. N. R. et al. Uso integrado das tecnologias na educação: novas possibilidades, muitos desafios. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 5, p. 31019–31033, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CINTRA, H. De nativos digitais a fluentes digitais. In: SANTAELLA, L.; ROCHA, C. A onipresença dos jovens nas redes. Goiânia: Gráfica UFG, p. 149–170, 2015.

CORRÊA, Deborah Godoy Martins et al. Sisen-Sistema computacional baseado na teoria das inteligências múltiplas e nos estilos de aprendizagem para auxiliar os processos de ensino-aprendizagem. RENOTE, v. 19, n. 1, p. 533–542, 2021.

DA CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. Revista Brasileira de Educação, v. 22, n. 68, p. 169–186, 2017.

DA SILVA GRAÇAS LEAL, Simone; BORGES, Maria Célia; RIBEIRO, Betânia de Oliveira Laterza. Discussão sobre formação de professores, inicial e continuada e a relação com a nova BNCC. Educação e Fronteiras, v. 9, n. 26, p. 6–21, 2019.

DANTAS, L. F. S.; DE SÁ ALVES, T. R.; MAIA, E. D. A. A importância dos Centros e Museus de Ciências: a contribuição de suas atividades. International Journal Education and Teaching, 2020.

DANTAS, L. F. S.; DECCACHE-MAIA, E. Divulgação Científica no combate às Fake News em tempos de Covid-19. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, 2020.

DEXTRO, Rafael Barty et al. Análise crítica dos benefícios associados a eventos científicos virtuais. Revista E&S, v. 4, p. e20230005, 2023.

DOS SANTOS NOVAIS, Angel Caroline; DOS SANTOS, Adriano Manoel. Edição visual e ciência: uma combinação poderosa na divulgação científica. Mostra de Programas e Projetos de Extensão da UEMS, 2024.

DUARTE, Márcio Rodrigo Vilela; DOS SANTOS CALIXTO, Vivian; FERREIRA, Fernando César. A divulgação científica no Ensino de Ciências e a

Formação de Professores: a solução pode ser a BNCC? Revista Insignare Scientia– RIS, v. 5, n. 2, p. 319–337, 2022.

ESTRELA, Antónia et al. Organizadores gráficos: ferramentas essenciais no ensino e aprendizagem de matemática e de ciências físicas e naturais. In: Práticas de Integração Curricular nos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico, p. 145–178, 2022.

FABRICIO, L.; MARTINS, A. A. Alfabetização científica no ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: percepções de professores da rede municipal de ensino de Curitiba. ACTIO, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 594–609, set./dez. 2019.

FARIAS, Gabriela Belmont de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 27, n. 2, p. 58–76, 2022.

FREITAS, Marcos Cezar de. Educação inclusiva: diferenças entre acesso, acessibilidade e inclusão. Cadernos de Pesquisa, v. 53, p. e10084, 2023.

FÜHR, Regina Candida. O dilúvio digital e seus impactos na educação 4.0 e na indústria 4.0. In: FOSSATTI, Paulo; JUNG, Hildegard Susana. Investigação em governança universitária: memórias. Canoas: Uninasalle, p. 188–200, 2018.

GAUDÊNCIO, Jéssica da Silva. Interculturalidade no ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura. Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade, v. 31, n. 67, p. 325–340, 2022.

HERPICH, Fabrício et al. Atividade educacional utilizando realidade aumentada para o ensino de física no ensino superior. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, n. 25, p. 68–77, 2020.

KESHNER, Emily A. et al. Tracking the evolution of virtual reality applications to rehabilitation as a field of study. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, v. 16, p. 1–15, 2019.

KIBRIT, Eduardo. Modelo de sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores nucleares de pesquisa. 2019. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

LÉVY, Pierre. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 1999.

LEMOS, A. Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea. Porto Alegre: Sulina, 2002.

MACHADO, Tariana Brocardo. Aceitação da energia nuclear por parte da opinião pública no Brasil. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

MANZINI, Eduardo José. Acessibilidade: um aporte na legislação para o aprofundamento do tema na área de educação. Educação Especial: diálogo e pluralidade, v. 3, 2008.

MARTINS, B. Roberto M.; VERDE, C.; SANTOS, J.; SANTO, A. C. E.; MOL, A. C. A.; LEGEY, A. P. Recursos digitais como motivação para aprendizagem: vivência da exposição interativa Brincando com o Sol. RECITE – Revista Carioca de Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 1, p. 1019, 2017.

MEIRA, Luciano; PINHEIRO, Marina. Inovação na escola. XI Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital. Brasília-DF: SBGAMES, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.

MUCHACHO, Rute. O museu virtual: as novas tecnologias e a reinvenção do espaço museológico. In: Estética, Arte e Design. Actas do III SOPCOM, VI LUSOCOM e II IBÉRICO, Lisboa, 2005.

NAVAS, A. L. G. P. et al. Divulgação científica como forma de compartilhar conhecimento. CoDAS, v. 32, n. 2, 2020.

NASCIMENTO, J. P. R.; VIEIRA, M. G. Os desafios da institucionalização do ensino superior na modalidade a distância: a visão dos gestores de uma universidade federal. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 24, n. 91, p. 308–336, abr./jun. 2016. Disponível em: SciELO.

NUNES, Emanuelle dos Santos et al. Uma abordagem pedagógica sobre o ensino de Química e Base Nacional Comum Curricular (BNCC): um estudo sobre eletroquímica. 2023. [Texto sem periódico especificado].

PACHECO, Roberto C. S.; FERNANDES, Valdir. Ciência digital e democratização do conhecimento. In: ANDREOLI, Cleverson V.; TORRES, Patrícia Lupi (Org.). 2021. [Sem periódico específico].

PACHECO, Julia Nunes; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; DARROZ, Luiz Marcelo. Afetividade e gosto pela ciência no ensino fundamental: uma enquete qualitativa com professores de Ciências. Revista Teias, v. 24, n. 72, p. 233–250, 2023.

PEREIRA, Raphael Rodrigo; LEGEY, Ana Paula. Centro de Ciências online para a divulgação da ciência e tecnologia nuclear. Associe-se à ABT, p. 33, 2024.

PORTO, Caio Silva Marques et al. Uso da realidade virtual para uma aprendizagem imersiva: uma revisão sistemática. Revista Interdisciplinar Parcerias Digitais, v. 7, n. 7, 2024.

PRADO, Ana. Entendendo o aluno do século XXI: como ensinar a essa nova geração. São Paulo: Ebook Revista Geekie, 2015.

PRENSKY, Marc. Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: SENAC, 2012.

RAMOS, Alexandre F.; JAILLET, Michael. O Programa Nuclear Brasileiro: um fio de luz nos caminhos da nação. Rio de Janeiro: ABEN, 2018.

RESENDE, L. P.; ROTHBERG, D. Estudos CTS, comunicação e democracia digital. In: HOFFMANN, W. A. M. (Org.). Ciência, tecnologia e sociedade: desafios para a construção do conhecimento. São Carlos: EDUFScar, 2011.

SABBATINI, M. Do plágio à publicidade disfarçada: brechas da fraude e do antiético na comunicação científica. ComCiência, n. 87, 2003.

SABBATINI, M. Sob o signo da convergência: reflexões sobre o papel das mídias digitais interativas na educação. In: 34ª Reunião da ANPED, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 49–67, 2015.

SHEARER, C. Branton; KARANIAN, Jessica M. The neuroscience of intelligence: Empirical support for the theory of multiple intelligences? Trends in Neuroscience and Education, v. 6, p. 211–223, 2017.

SILVA, M. H.; LEGEY, A. P.; MOL, A. C. A.; FERNANDES, S.; SANTO, A. C. E.; MARINS, E. Uso de um vídeo educacional 3D para uma nova óptica das aplicações da energia nuclear. RECITE – Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação, v. 2, n. 2, 2017.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 33–44, 2009.

SPINDOLA, Márcia; VILLARDI, Raquel. O desafio de ser educador da nova geração de nativos digitais. Semioses, v. 12, n. 3, p. 142–149, 2018.

TAKAHASHI, Laura Cardoso; TAVEIRA, Natália Fonseca; CORREA, Bárbara Braga Gualberto. Divulgação de tecnologias nucleares para a sociedade. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. e19010414000, 2021.

VAN DIJCK, J. Picturizing science: the science documentary as multimedia spectacle. International Journal of Cultural Studies, v. 9, n. 5, 2006.

VASCONCELOS, Helena Cristina et al. Como a Física e as Tecnologias dos Materiais se aplicam aos Desafios da Medicina Nuclear. Açoriano Oriental, p. 6–7, 2020.

VEIGA, José Eli. Energia nuclear: do anátema ao diálogo. Senac, 2021.

VIDAL, A. S.; MIGUEL, J. R. As Tecnologias Digitais na Educação Contemporânea/Digital Technologies in Contemporary Education. ID on line REVISTA DE PSICOLOGIA, v. 14, n. 50, p. 366–379, 2020.

ZANATTA, Francesco et al. A systematic review on the usability of robotic and virtual reality devices in neuromotor rehabilitation: patients' and healthcare professionals' perspective. BMC Health Services Research, v. 22, n. 1, p. 523, 2022.

ZHAO, Yuxin; CEN, Zuen. Exploring Multimodal Feedback Mechanisms for Improving User Interaction in Virtual Reality Environments. Journal of Industrial Engineering and Applied Science, v. 2, n. 6, p. 35–41, 2024.

APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – FICHA DE MATERIAL DIDÁTICO

Material didático

Título: Material Didático Temática nuclear na educação

Título em Inglês: Nuclear themed teaching material in education

Ano Produto: 2023

Descrição do Material Didático e de sua finalidade:

Este e-book versa oferecer suporte pedagógico e instrumental aos professores que desejam enriquecer suas práticas de ensino, especialmente no contexto da temática nuclear, integrando as mais recentes abordagens pedagógicas e tecnologias educacionais. A estrutura do material segue uma sequência lógica e integrada, abordando desde os fundamentos teóricos até os recursos práticos utilizados na implementação das estratégias propostas.

Cadastrar Produção Intelectual

Natureza: Digital (E-book Online)

Finalidade: : Este e-book é um guia para Capacitar os docentes a compreender, abordar e divulgar de forma precisa e objetiva a temática nuclear, promovendo a conscientização sobre seus aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais.

Instituição Promotora: Centro Universitário UniCarioca

Demanda:

(X) Externa

( ) Edital

( ) Interna

URL: -

Avanços tecnológicos/grau de novidade:

( ) Produção com alto teor inovativo: desenvolvimento com base em conhecimento inédito;

(X) Produção com médio teor inovativo: combinação de conhecimentos pré-estabelecidos;

( ) Produção com baixo teor inovativo: adaptação de conhecimento existente;
( ) Produção sem inovação aparente: produção técnica.

Indicar produção resultante do trabalho realizado no Programa de Pós-graduação, informando:
Docentes Autores:
Nome: Jorge Eduardo Mansur Serzedello
Nome: Antônio Carlos de Abreu Mól
Discentes Autores:
Nome: Ezequiel Santos da Conceição

Conexão com a Pesquisa
Projeto de Pesquisa vinculado à produção:
A abordagem da temática nuclear, promovendo conscientização sobre seus aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais.

Linha de Pesquisa vinculada à produção:
I - Desenvolvimento, Estratégias de Uso e Avaliação de Tecnologias Digitais na Educação Formal.

( ) Projeto isolado, sem vínculo com o Programa de Pós-graduação

Conexão com a Produção Científica
Relacionar artigos publicados, apenas, em periódicos que estão correlacionados a esta produção:
a) Título: _____
Periódico: _____
Outros dados: ano_____; vol. _____; páginas _____- _____; DOI _____.

Recursos e vínculos da Produção Tecnológica
Data início: / / Data término: / /
Total investido: (Equipamentos)
Fonte do Financiamento: Próprio Discente

Aplicabilidade da Produção Tecnológica:

Refere-se à habilidade de empregar a Produção Técnica de maneira eficaz para alcançar seus objetivos específicos. Capacitar os docentes a compreender, abordar e divulgar de forma precisa e objetiva a temática nuclear é essencial para promover a conscientização sobre seus aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais. Para avaliar essa capacidade, é necessário descrever e justificar as seguintes características:

Descrição da Abrangência realizada (50 palavras):

O material didático foi aplicado a 20 especialistas de diversas áreas do conhecimento, com foco na educação e na temática nuclear. Evidenciou-se que o uso das tecnologias digitais estimulou a motivação em todas as etapas da sequência didática, destacando-se especialmente na parte dedicada à aquisição da escrita, por meio dos cadernos digitais.

Descrição da Abrangência potencial (50 palavras):

Este recurso pode ser implementado em qualquer instituição acadêmica, seja pública ou particular, internacionalmente. As sequências didáticas têm se revelado como uma abordagem altamente eficaz para o estabelecimento de práticas educativas qualitativas, permitindo o diálogo do aluno com sua realidade prática cotidiana, tanto dentro quanto fora da escola.

Descrição da Replicabilidade (50 palavras):

A sequência didática contribui significativamente para abordar e divulgar a temática nuclear, promovendo a conscientização sobre seus aspectos científicos. Além disso, os recursos utilizados podem ser adaptados para outros conteúdos, introduzindo novas formas de ensino que colocam o aluno no centro de sua própria aprendizagem, promovendo a autonomia. Capacitar os docentes para essa abordagem é crucial para o sucesso da replicação dessas práticas inovadoras em diferentes contextos educacionais.

A produção necessita estar no repositório? Sim

Documentos Anexados (em PDF):

(X) Material didático

APÊNDICE A – APRESENTAÇÕES

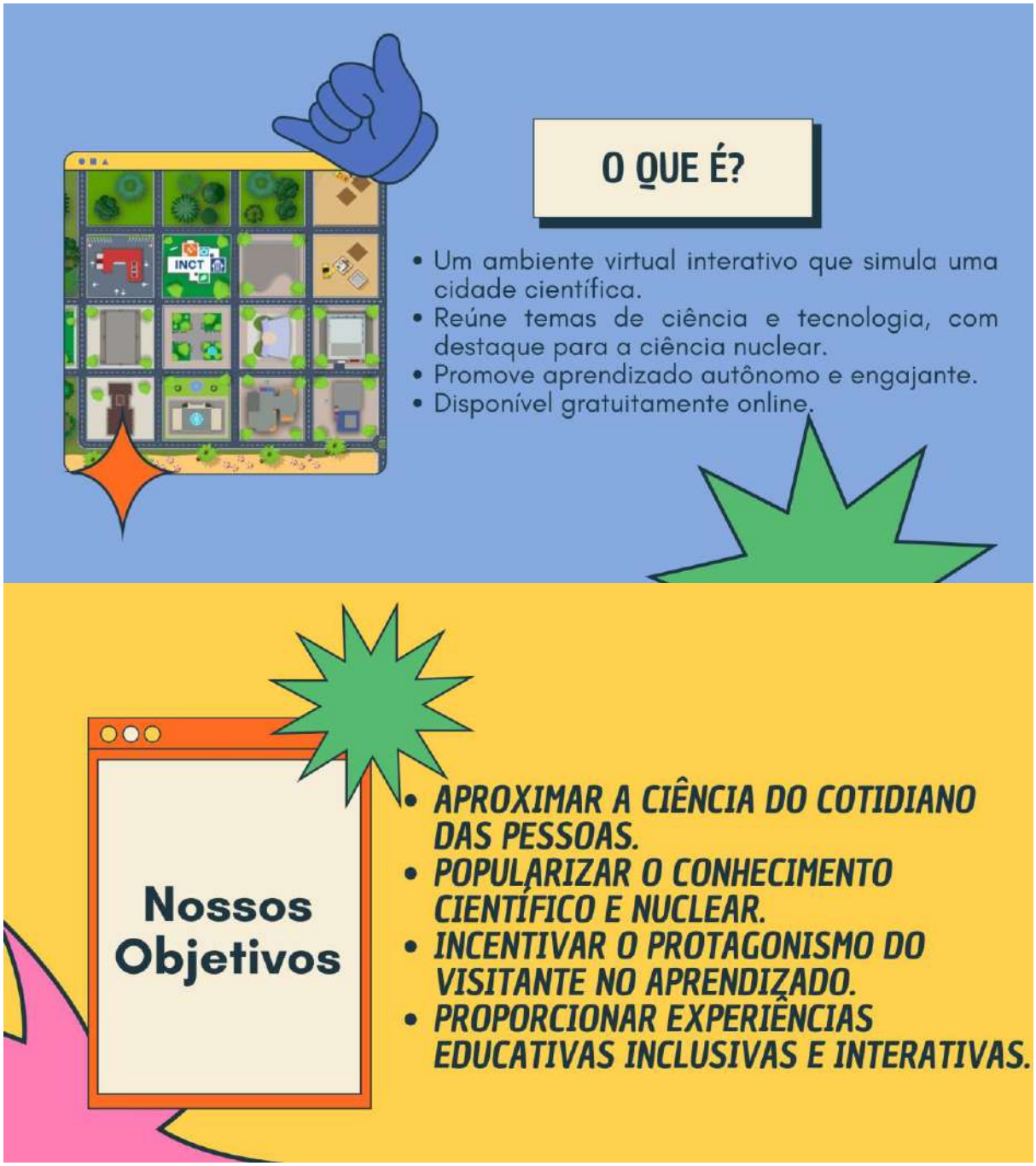




EXPLORANDO O FUTURO DA CIÊNCIA COM INTERATIVIDADE E INOVAÇÃO.

BEM-VINDO(A)S!

Hoje vamos apresentar uma ferramenta inovadora que conecta ciência e educação: A Cidade da Ciência. Nosso objetivo é mostrar como essa plataforma pode enriquecer o aprendizado e engajar seus estudantes no universo científico.


O QUE É?
• Um ambiente virtual interativo que simula uma cidade científica.
• Reúne temas de ciência e tecnologia, com destaque para a ciência nuclear.
• Promove aprendizado autônomo e engajante.
• Disponível gratuitamente online.
Nossos Objetivos
• APROXIMAR A CIÊNCIA DO COTIDIANO DAS PESSOAS.
• POPULARIZAR O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E NUCLEAR.
• INCENTIVAR O PROTAGONISMO DO VISITANTE NO APRENDIZADO.
• PROPORCIONAR EXPERIÊNCIAS EDUCATIVAS INCLUSIVAS E INTERATIVAS.


APRESENTAÇÃO CIDADE DA CIÊNCIA
Cidade Virtual da Ciência
Um espaço de ciência, tecnologia e inovação
NAVEGANDO NA CIDADE DA CIÊNCIA
1
Praça Principal: ponto de partida com mapa e orientações.
2
Prédios temáticos: cada espaço explora um aspecto científico.
3
Recursos interativos: jogos, simulações e quizzes educativos.

PRINCIPAIS ESPAÇOS DA CIDADE

Ciência e Sociedade:

- Edifício Argonauta
- Hospital
- Supermercado

Sustentabilidade e Cultura:

- Museu de Arte
- Prédio do Meio Ambiente
- Biblioteca



POR QUE USAR EM SALA DE AULA?

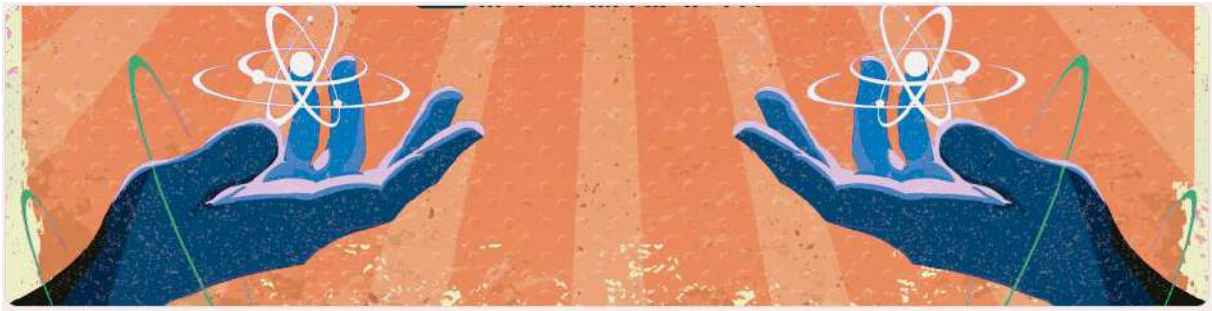


- Promove interdisciplinaridade com temas diversos;
- Estimula o pensamento crítico e o protagonismo;
- Oferece ferramentas práticas, como simulações e quizzes;
- Conecta ciência e cotidiano de forma acessível.


ACESSO
A CIÊNCIA ESTÁ DISPONÍVEL NAS SEGUINTES PLATAFORMAS:
Versão Web (Site)
Desktop Windows
Android
Oculus Meta Quest 2 e 3
Pesquisa de Público (sua opinião é muito importante!)
Contato: ienlabrv@gmail.com
https://cidade-da-ciencia.web.app/
VAMOS CONSTRUIR JUNTOS!
A CIDADE DA CIÊNCIA É UM ESPAÇO EM CONSTANTE EVOLUÇÃO, FEITO PARA APROXIMAR CIÊNCIA E SOCIEDADE. CONTAMOS COM VOCÊS, PROFESSORES, PARA LEVAR ESSA FERRAMENTA AOS ESTUDANTES E ENRIQUECER O APRENDIZADO.


AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA NA CIDADE DA CIÊNCIA
Sua opinião é essencial para aprimorarmos a Cidade da Ciência! Este questionário tem como objetivo entender sua experiência na plataforma e identificar oportunidades de melhoria.
O tempo estimado para o preenchimento é de aproximadamente 5 a 10 minutos. Suas respostas serão utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa e aprimoramento do projeto.
Agradecemos sua participação!
https://encurtador.com.br/DdOrf
UNI CARIOCA
Centro Universitário
OBRIGADO
CNEN
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
CRCN CO
CRCN NE
ien
ipen
IRD
LAPOC

APÊNDICE B – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - COMUNIDADE CIENTÍFICA



Seção 1 de 5

QUESTIONÁRIO - Comunidade Científica IEN/CNEN

Descrição do formulário

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. Alterar configurações

A Divisão de Ensino e de Comunicação do Instituto de Engenharia Nuclear estão trabalhando na elaboração de um projeto para a criação de museu que trate sobre a ciência nuclear. Considerando a importância dos museus para a sociedade, nas suas dimensões de educação, conscientização e formação identitária, a proposta deste museu é ser um espaço de preservação, pesquisa e divulgação da história da ciência nuclear, inicialmente no âmbito do IEN, e das múltiplas relações da ciência nuclear com a sociedade, apresentando sua importância e aplicações.

Ainda na etapa de conceituação, espera-se que o museu contribua para trazer variadas informações sobre o desenvolvimento da área nuclear no Brasil, desmistificando-a e preservando o patrimônio científico e tecnológico da CNEN, partindo do IEN.

Este questionário tem por objetivo conhecer a comunidade científica que trabalhou, trabalha e/ou pesquisa no IEN no âmbito das suas atividades, e saber como os entrevistados(as) imaginam/esperam um museu sobre ciência nuclear.

Sua ajuda será fundamental na construção de uma proposta museológica participativa, colaborativa e diversificada em prol de um museu à serviço da sociedade. Obrigada!

Descrição (opcional)

Após a seção 1 Continuar para a próxima seção

Seção 2 de 5

1. SOBRE VOCÊ

Descrição (opcional)

1.1. Nome Completo: *

Texto de resposta curta

1.2. Gênero: *

- ○ Feminino
- ○ Masculino
- ○ Outros...

1.3. Data de Nascimento: *

Mês, dia, ano

1.4. Formação: *
(Pode marcar mais de uma opção)

- ☐ Técnico
- ☐ Graduação
- ☐ Especialização
- ☐ MBA
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado
- ☐ Pós-Doutorado
- ☐ Outros

Após a seção 2 Continuar para a próxima seção

Seção 3 de 5

2. VOCÊ E O IEN/CNEN

Descrição (opcional)

2.1. Indique o ano de ingresso no IEN, sua aposentadoria e/ou encerramento definitivo, caso não esteja mais trabalhando/pesquisando: *

Texto de resposta curta

2.2. Indique sua relação profissional com o IEN: *

- ○ Pesquisador(a) da pós graduação
- ○ Pesquisador(a) bolsista
- ○ Pesquisador(a) contratado
- ○ Servidor(a) público IEN
- ○ Servidor(a) público outros órgãos
- ○ Outros...

2.3. Indique as funções/cargos ocupados e os departamentos, setores e/ou laboratórios: *

Texto de resposta longa

2.4. Quais trabalhos você realiza(va)? Especifique.

Texto de resposta longa

2.5. O que mais te marcou em seu período na IEN? Por que? *
(exemplo: Projetos, ações, momentos, eventos, pessoas etc)

Texto de resposta longa

2.6. Defina sua experiência no IEN em 3 palavras: *

Texto de resposta curta

2.7. Como você vê a situação do IEN daqui a alguns anos? *

Texto de resposta longa

2.8. Como você enxerga o futuro da ciência nuclear no Brasil?

Texto de resposta longa

2.9. Indique pessoas que são referências para a historia do IEN/CNEN e justifique sua indicação:

Texto de resposta longa

3.0. Você aceitaria dar um depoimento sobre a sua trajetória no IEN? *
Caso positivo, deixe seu número para contato.

Texto de resposta curta

Após a seção 3 Continuar para a próxima seção

Seção 4 de 5

3. PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UM MUSEU SOBRE CIÊNCIA NUCLEAR

Descrição (opcional)

3.1. Você conhece algum museu de ciências? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

3.2. Você conhece algum museu sobre ciências nucleares? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

3.3. Caso positivo, diga qual (quais). Destaque o que você achou mais interessante nos museus visitados.

Texto de resposta longa

3.4. Ordene os grandes temas a seguir por prioridade para serem abordados no museu sobre ciências nucleares: *

(1) Formação Científica
(Contato inicial do visitante com o tema ciência)

(2) Conhecendo a Ciência Nuclear
(Apresentação do conhecimento nuclear)

(3) História do IEN
(Trajetória institucional)

(4) Outro
(Sua contribuição)

Texto de resposta curta

3.5. Como o museu deve abordar as ciências nucleares para a sociedade? *
Dê ideias/sugestões/indicações de como pode ser feito.

Texto de resposta longa

3.6. No âmbito do IEN o que seria mais importante ser abordado no museu? *

Texto de resposta longa

3.4. Ordene os grandes temas a seguir por prioridade para serem abordados no museu sobre ciências nucleares: *

(1) Formação Científica
(Contato inicial do visitante com o tema ciência)

(2) Conhecendo a Ciência Nuclear
(Apresentação do conhecimento nuclear)

(3) História do IEN
(Trajetória institucional)

(4) Outro
(Sua contribuição)

Texto de resposta curta

3.5. Como o museu deve abordar as ciências nucleares para a sociedade? *
Dê ideias/sugestões/indicações de como pode ser feito.

Texto de resposta longa

3.6. No âmbito do IEN o que seria mais importante ser abordado no museu? *

Texto de resposta longa

3.7. Indique 3 palavras chaves que representariam este museu: *

Texto de resposta curta

3.8. Se você pudesse sugerir um nome para este museu, qual seria?

Texto de resposta longa

Após a seção 4 Continuar para a próxima seção

Seção 5 de 5

4. PESQUISA DE POSSÍVEIS ACERVOS

O acervo museológico é um item ou assunto que foi valorado pela sua representatividade em relação ao tema e no museu torna-se um documento importante para conhecer a história da ciência nuclear.
Nosso Tema É IEN/CNEN e Ciências Nucleares.

4.1. Você possui ou tem acesso a algum desses tipos de documentos textuais? (Pode marcar mais de uma opção)

- [ ] Livros
- [ ] Relatórios
- [ ] Correspondências
- [ ] Publicações
- [ ] Levantamentos e Pesquisas
- [ ] Recorte de jornais
- [ ] Diplomas e Certificados
- [ ] Folders, Folhetos e Prospectos (Material de Divulgação)
- [ ] Materiais Didáticos
- [ ] Outros...

4.3. Você possui ou tem acesso a algum desses tipos de documentos iconográficos? (Pode marcar mais de uma opção)

- [ ] Fotos e Álbuns
- [ ] Negativos
- [ ] Cartão Postais, selos, adesivos e etc
- [ ] Plantas
- [ ] Croquis (Esboços/Rascunho)
- [ ] Ilustrações e Desenhos
- [ ] Gráficos e diagramas
- [ ] Banners
- [ ] Outros...

4.5. Você possui ou tem acesso a algum desses tipos de produções audiovisuais? (Pode marcar mais de uma opção)

- [ ] Vídeos produzidos por você
- [ ] Entrevistas
- [ ] Reportagens
- [ ] Documentários
- [ ] Eventos e Comemorações
- [ ] Viagens
- [ ] Testes, Pesquisas, Apresentações e etc
- [ ] Outros...

4.7. Você possui ou tem acesso a algum desses tipos de objetos tridimensionais? (Pode marcar mais de uma opção)

- [ ] Ferramentas e Objetos de Trabalho
- [ ] Placas Comemorativas
- [ ] Medalhas e Honrarias
- [ ] Brindes Institucionais
- [ ] Maquinários
- [ ] Maquetes
- [ ] Outros...

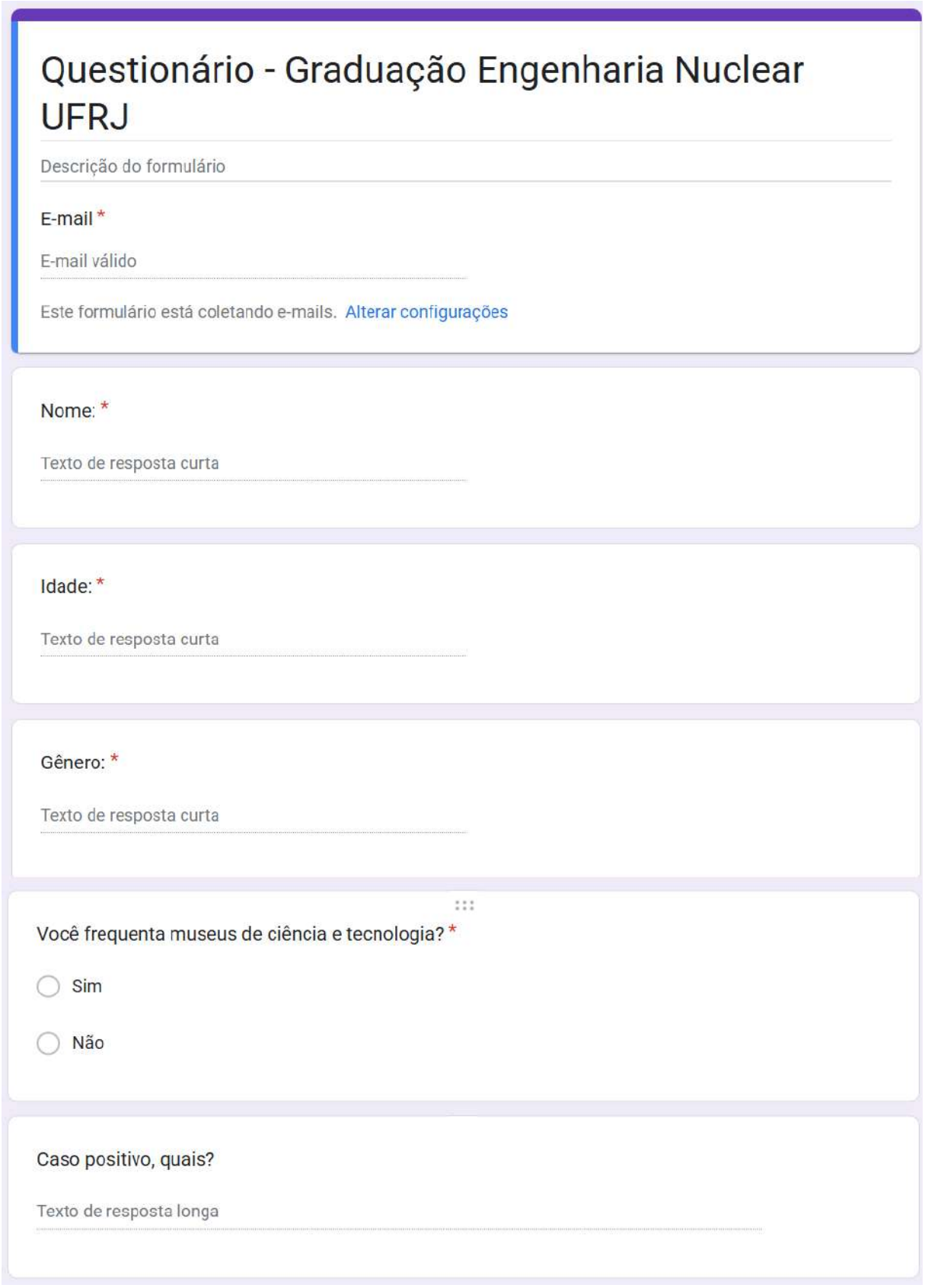
Caso seja possível envie os documentos iconográficos e textuais, as produções audiovisuais e fotos dos objetos tridimensionais aos quais você tenha acesso.

Basta clicar no link que parecerá após enviar este questionário (é necessário ter conta de e-mail da google). Caso prefira, envie os arquivos diretamente para *ienlabrv@gmail.com*.

Obrigado pelo seu tempo e atenção!

Descrição (opcional)

APÊNDICE C – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - ALUNOS DE ENGENHARIA



Questionário - Graduação Engenharia Nuclear UFRJ

Descrição do formulário

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. Alterar configurações

Nome: *

Texto de resposta curta

Idade: *

Texto de resposta curta

Gênero: *

Texto de resposta curta

Você frequenta museus de ciência e tecnologia? *

Sim

Não

Caso positivo, quais?

Texto de resposta longa

Você conhece algum museu de ciências nucleares? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

Caso positivo, quais?

Texto de resposta longa

Você já visitou alguma exposição sobre a temática nuclear? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

Caso positivo, onde?

Texto de resposta longa

Na sua opinião, por que um museu sobre as ciências nucleares deve ser criado? *

Texto de resposta longa

Que assuntos, temas e ideias devem estar no museu? Por quê? *

Texto de resposta longa

Indique canais de divulgação científica (youtube, blog, sites, perfis nas redes sociais) que você segue, curte e/ou participa, se possível relacionados à temática nuclear: *

Texto de resposta longa

Indique filmes, documentários, jogos, aplicativos, livros, HQs, dentre outros, que você tenha conhecimento, se possível relacionados à temática nuclear:

Texto de resposta longa

APÊNDICE D – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL

Questionário - professores de ciência (ensino médio e profissional)

Olá! Primeiro agradecemos por você participar com a gente desse questionário. Sua resposta é muito importante para a criação do **Museu do Conhecimento Nuclear**. O objetivo deste museu é apresentar e dialogar com a população sobre a energia nuclear e suas aplicações, criando espaços de ensino/aprendizagem e debates sobre o tema.

A energia nuclear é uma das fontes de energia existentes. Ela é oriunda do núcleo do átomo e utilizada em diversas áreas, como indústria, medicina, geração de energia elétrica, agricultura etc. O museu vai ajudar a conhecer melhor esse assunto.

Obrigada!

1. Nome completo: *

Texto de resposta curta

2. Idade: *

- ◯ 20 a 30 anos
- ◯ 30 a 40 anos
- ◯ 40 a 50 anos
- ◯ 50 a 60 anos
- ◯ 60 a 70 anos

3. Gênero: *

- ◯ Feminino
- ◯ Masculino
- ◯ Outros
- ◯ Prefiro não dizer

4. Você leciona em escola pública ou particular? *

- ◯ Pública
- ◯ Particular
- ◯ Em ambas

5. Há quantos anos você dá aula? *

- ◯ 1 a 10 anos
- ◯ 10 a 20 anos
- ◯ 20 a 30 anos
- ◯ 30 a 40 anos

6. Indique a disciplina que você leciona: *

Texto de resposta curta

7. Você frequenta museus de ciência e tecnologia? *

- ◯ Sim, bastante
- ◯ Sim, com alguma frequência
- ◯ Raramente
- ◯ Não
- ◯ Nunca fui

8. Cite os museus que você já visitou: *

Texto de resposta longa

9. Você já visitou algum museu ou exposição sobre a temática nuclear? Onde? O que você achou? *

Texto de resposta longa

10. Você já levou seus alunos a algum museu de ciência e tecnologia? Qual(is)?

Texto de resposta longa

11. Dentro da estrutura curricular, em que momentos a temática nuclear é apresentada aos alunos e alunas? *

Texto de resposta longa

12. Quais os desafios no ensino/aprendizagem desse conteúdo?

Texto de resposta longa

13. Você utiliza recursos recursos digitais (filmes, aplicativos, jogos etc) em suas aulas? Quais? *

Texto de resposta longa

14. Sugira ações, temas e assuntos que o Museu Conhecimento Nuclear pode trabalhar para contribuir no ensino da temática nuclear. *

Texto de resposta longa

15. Sugira recursos digitais e interativos que o museu pode oferecer para contribuir com as aulas sobre a temática nuclear. *

Texto de resposta longa

16. Como seria um museu atrativo para os alunos e alunas? *

Texto de resposta longa

17. Indique canais de divulgação científica que você segue, curte e/ou participa, se possível relacionados à temática nuclear. *

Texto de resposta longa

18. Indique filmes, documentários, jogos, aplicativos, livros, HQs, dentre outros, sobre a temática nuclear que possam ser usados pelo museu. *

Texto de resposta longa

19. Se puder/quiser, deixe seu telefone e e-mail para futuro contato:

Texto de resposta curta

20. O que você achou deste questionário *

- Excelente
- Bom
- Regular
- Ruim

APÊNDICE E – PESQUISA EXPLORATÓRIA PRELIMINAR NO GOOGLE FORMS - ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO



Questionário - ensino fundamental e médio

Questionário - alunos e alunas do ensino fundamental e médio.

Olá! Primeiro agradecemos por você participar com a gente desse questionário. Sua resposta é muito importante para a criação do **Museu do Conhecimento Nuclear**. O objetivo deste museu é apresentar e dialogar sobre energia nuclear e suas aplicações, criando espaços de conhecimento e debates sobre o tema.

A energia nuclear é uma das fontes de energia existentes. Ela é oriunda do núcleo do átomo e utilizada em diversas áreas, como indústria, medicina, geração de energia elétrica, agricultura etc. O museu vai ajudar a conhecer melhor esse assunto.

Descrição (opcional)

1. Idade: *

Texto de resposta curta

2. Gênero: *

- [ ] Masculino
- [ ] Feminino
- [ ] Outros
- [ ] Prefiro não dizer

3. Sua escola é: *

- ◯ Pública
- ◯ Particular

4. Série: *

- ◯ 3 ano do fundamental
- ◯ 4 ano do fundamental
- ◯ 5 ano do fundamental
- ◯ 6 ano do fundamental
- ◯ 7 ano do fundamental
- ◯ 8 ano do fundamental
- ◯ 9 ano do fundamental
- ◯ 1 ano do ensino médio
- ◯ 2 ano do ensino médio
- ◯ 3 ano do ensino médio

5. Você já visitou museus de ciências? *

- ◯ Sim
- ◯ Não

6. Caso positivo, diga o nome do museu que visitou.

Texto de resposta curta

7. O que você mais gostou nos museus visitados?

Texto de resposta longa

8. Quando falamos de energia nuclear, o que vem à sua mente? *

Texto de resposta longa

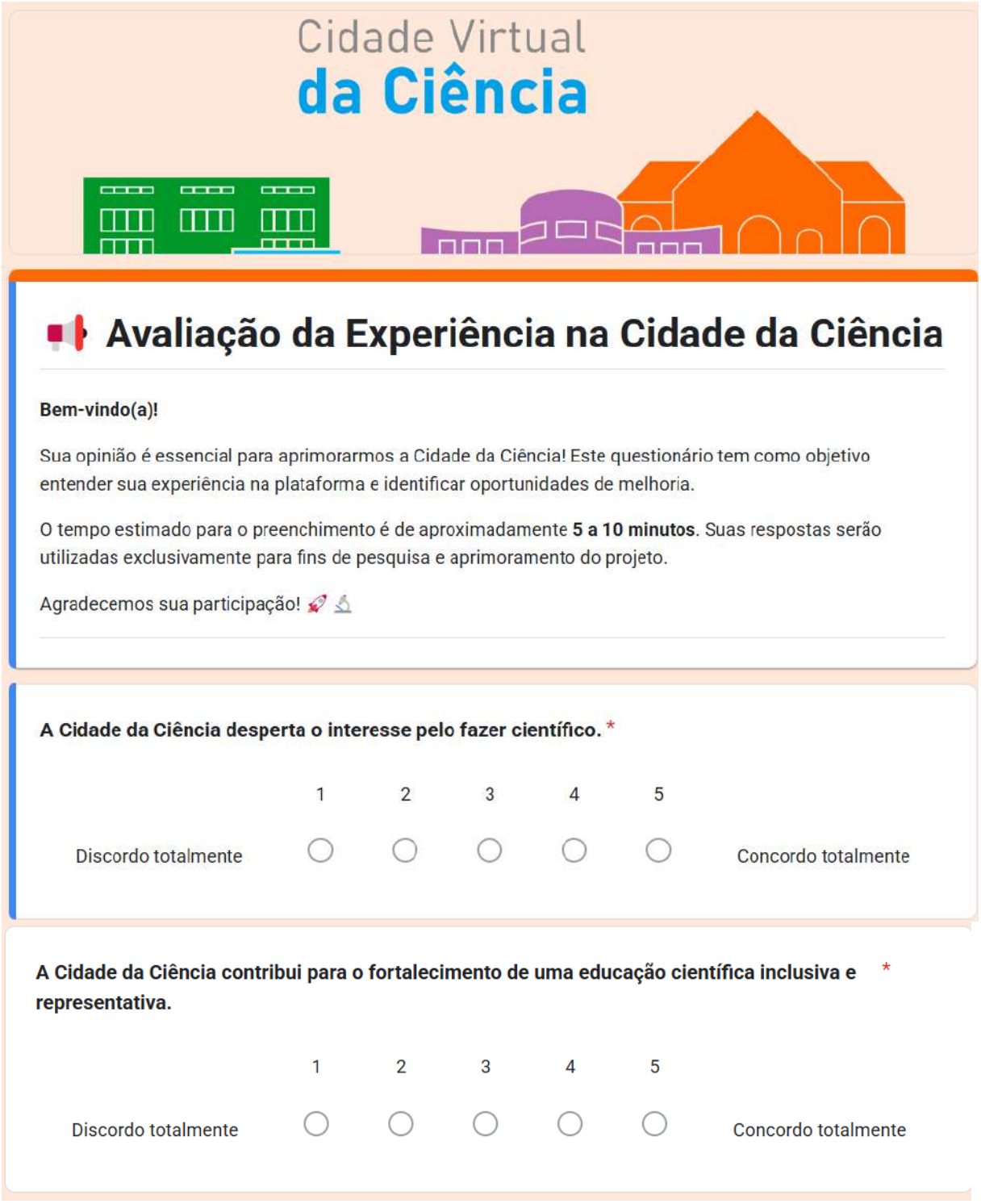
9. Como seria um museu interessante para você? (Pode marcar mais de uma opção) *

- [ ] Com brincandeiras e atividades lúdicas
- [ ] Com realidade virtual
- [ ] Com jogos
- [ ] Com vídeos e filmes
- [ ] Com depoimentos de pessoas
- [ ] Com pessoas explicando a exposição
- [ ] Com equipamentos digitais interativos (touch screen)
- [ ] Com audioguia
- [ ] Com espaço para leitura ou biblioteca
- [ ] Outros...

10. Você lembra de algum filme, série, documentário, jogo, aplicativo, livro, HQs, dentre outros, * que fale sobre ciências em geral e que você tenha gostado?

Texto de resposta longa

APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA NA CIDADE DA CIÊNCIA NO GOOGLE FORMS



A plataforma favorece a alfabetização e o letramento científico dos visitantes. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

O ambiente imersivo virtual facilita a exploração e a compreensão dos conteúdos científicos. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

As simulações virtuais e outros recursos digitais enriquecem a experiência do visitante. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

A diversidade de prédios e espaços temáticos contribui para ampliar a visão sobre as diversas áreas da ciência. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

O acesso gratuito à plataforma amplia a democratização do conhecimento científico. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

A Cidade da Ciência apresenta de forma clara o impacto da ciência no cotidiano das pessoas. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

O projeto aproxima a ciência do público não especializado, tornando-a mais acessível. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

A plataforma contribui para o entendimento do uso seguro e pacífico da energia nuclear. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

O espaço incentiva o protagonismo do visitante na exploração dos temas científicos. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

A experiência na Cidade da Ciência estimula a reflexão sobre a importância da ciência para o desenvolvimento social. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

A Cidade da Ciência utiliza uma linguagem acessível e inclusiva na divulgação dos conteúdos. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

O projeto incentiva maior participação da sociedade nos debates científicos. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

A Cidade da Ciência é uma ferramenta inovadora para a divulgação científica. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	○	○	○	○	○	Concordo totalmente

O que poderia ser feito para tornar a experiência na Cidade da Ciência ainda mais educativa?

Texto de resposta longa

Há algum espaço ou tema que você gostaria de ver na Cidade da Ciência?

Texto de resposta longa

Como a Cidade da Ciência pode melhorar sua comunicação para alcançar mais pessoas?

Texto de resposta longa

Você recomendaria a Cidade da Ciência para outras pessoas? Por quê?

Texto de resposta longa

O que mais chamou sua atenção na Cidade da Ciência?

Texto de resposta longa

Como a plataforma Cidade da Ciência influenciou sua percepção sobre a ciência?

Texto de resposta longa

Deixe aqui qualquer outra sugestão ou comentário sobre sua experiência!

Texto de resposta longa

APÊNDICE G – MATERIAL DIDÁTICO



Reitor
Celso Niskier

Diretor de Pesquisa & Inovação
Antônio Carlos de Abreu Mól

Coordenadora do Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação
Ana Paula Legey

Coordenador do Laboratório de Tecnologia Aplicada
André Cotelli do Espírito Santo

Secretária do Mestrado
Elizabeth Jeane Bento Cavalcante Garcia

Coordenadora da Biblioteca da UniCarioca
Rachel Louredo

FICHA CATALOGRÁFICA

C743m Conceição, Ezequiel Santos da
Material didático - temática nuclear na educação / Ezequiel Santos da Conceição, orientador Jorge Eduardo Mansur Serzedello e coorientador Antônio Carlos de Abreu Mól. – Rio de Janeiro, 2025.
Recurso digital; 51 local.

E- book (Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação) – Centro Universitário UniCarioca. Rio de Janeiro, 2025.

1.Divulgação científica. 2. Temática nuclear. 3. Tecnologias digitais. 4. Educação científica. 5. Aprendizagem significativa. I. Serzedello, Jorge Eduardo Mansur, prof. orient. II. Mól, Antônio Carlos de Abreu, prof. coorient.. III. Título.
CDD 539.7

Autores

EZEQUIEL SANTOS DA CONCEIÇÃO



Graduado em Administração de Empresas pela Faculdades Integradas Simonsen (FIS, 2012). Gestão de Logística pela Universidade Castelo Branco (UCB, 2014), Gestão Empresarial pela UCB (2017), Analytics e Business Intelligence pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas, 2022), Gestão de Projetos pela Universidade Federal Fluminense (UFF, 2022) e Gestão Pública pelo Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG, 2025). Mestre em novas tecnologias digitais na educação pelo Centro Universitário Carioca (UNICARIOCA).

Autores

JORGE EDUARDO MANSUR SERZEDELLO



Jorge Eduardo Mansur Serzedello é servidor público federal do Observatório Nacional (ON), instituição de pesquisa vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Desde 2019, ocupa o cargo de gestor da Divisão de Tecnologia da Informação (DITIN) da instituição. Pesquisador na área de desenvolvimento de novos recursos digitais para a popularização e divulgação científica. Atua como professor no programa de pós-graduação stricto sensu da Universidade Unicarioca e do curso preparatório, Explicadores.net. Possui graduação em Computação pela Universidade Estácio de Sá, Pós-graduação em Engenharia de Redes pelo Instituto Infnet, mestre em novas tecnologias digitais aplicadas à educação pelo Centro Universitário Carioca, doutor em computação no Programa de Pós-graduação em Informática (PPGI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Autores

ANTÔNIO CARLOS DE ABREU MÓL

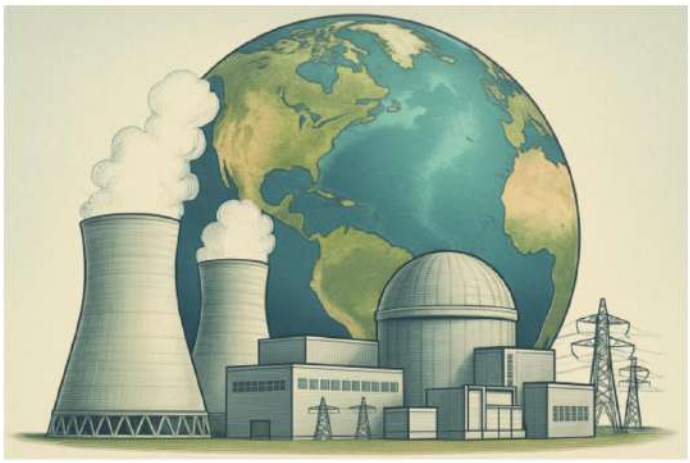


Doutor em Engenharia Nuclear pela COPPE/UFRJ (2002). Ingressou no Instituto de Engenharia Nuclear em 1995, em 2005 fundou o Laboratório de Realidade Virtual do IEN/CNEN e desde esta data vem coordenando o mesmo. Em 2016 assumiu o cargo de Chefe da Divisão de Ensino do IEN/CNEN e a Pró-Reitoria de Ensino. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência e Tecnologia Nucleares (PPGIEN). e Coordenador, Fundador e docente do Mestrado Profissional em Novas Tecnologias Digitais na Educação do Centro Universitário UniCarioca.

SUMÁRIO

1. Introdução.....01
2. Fundamentos da Física Nuclear.....03
Estrutura Atômica e Nuclear.....04
Radioatividade.....05
Fissão Nuclear.....07
Fusão Nuclear.....08
3. Aplicações da Energia Nuclear.....09
Geração de Eletricidade.....10
Aplicações Médicas.....11
Aplicações Industriais.....13
Agricultura e Alimentos.....14
Exploração Espacial.....16
4. Desafios e Controvérsias da Energia Nuclear.....17
Segurança Operacional e Acidentes.....18
Gestão de Resíduos Radioativos.....20
Proliferação Nuclear.....21
Custos e Viabilidade Econômica.....22
5. Educação Nuclear no Brasil e a BNCC.....23
A Importância da Educação Nuclear.....24
A Temática Nuclear na BNCC.....25
Desafios e Oportunidades.....26
6. Divulgação Científica na Temática Nuclear.....27
A Importância da Divulgação Científica.....28
Estratégias e Ferramentas de Divulgação.....29
Desafios na Divulgação da Energia Nuclear.....31
7. Avanços Recentes na Energia Nuclear.....32
Pequenos Reatores Modulares (SMRs).....33
Fusão Nuclear: O Santo Graal da Energia Limpa.....35
Impacto da Inteligência Artificial.....38
8. Considerações Finais.....39
9. Referências.....42

INTRODUÇÃO

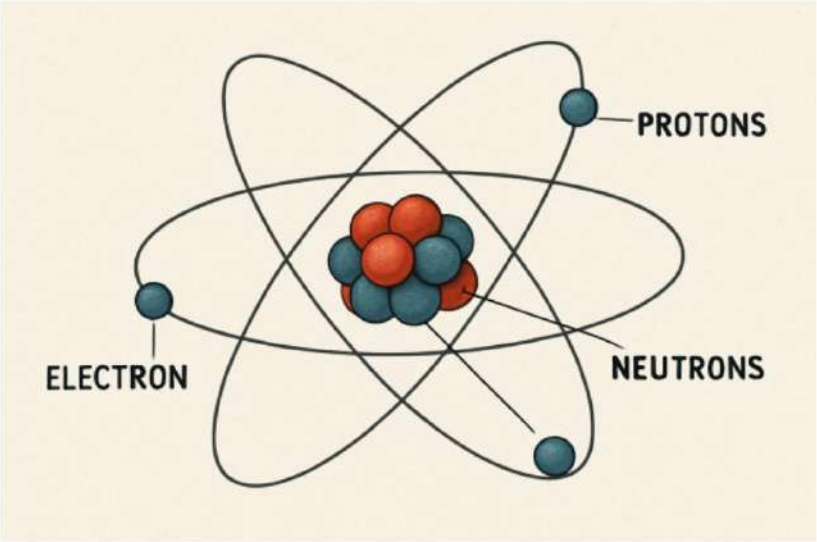


A energia nuclear constitui um dos pilares fundamentais da física moderna, representando um campo de estudo e aplicação caracterizado por sua vasta complexidade e relevância multidisciplinar. Conforme destacado por Veiga (2018) [1], a compreensão desta temática transcende o conhecimento técnico especializado, abrangendo implicações científicas, tecnológicas, ambientais, sociais e geopolíticas que permeiam diversos aspectos da sociedade contemporânea.

Este material didático tem como propósito central aprofundar a discussão sobre a temática nuclear no contexto educacional brasileiro, elevando o nível de rigor científico e ampliando a abrangência do conteúdo em relação às abordagens didáticas tradicionalmente simplificadas. O objetivo principal consiste em fornecer aos educadores e estudantes uma base sólida e atualizada para a compreensão dos princípios fundamentais da física nuclear, suas diversas aplicações pacíficas, os desafios inerentes à sua utilização e os avanços mais recentes que moldam o futuro energético global.

A relevância de uma educação nuclear robusta e imparcial torna-se cada vez mais evidente no cenário contemporâneo. Em um contexto global caracterizado pela crescente dependência de fontes energéticas diversificadas e confrontado com as urgências das mudanças climáticas, a energia nuclear emerge como uma alternativa de baixa emissão de carbono, capaz de suprir grandes demandas energéticas de forma contínua e confiável (BARBOSA, 2023) [2].

Fundamentos da Física Nuclear



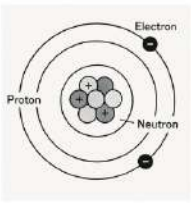
A compreensão adequada da energia nuclear e suas múltiplas aplicações requer o domínio dos conceitos fundamentais da física nuclear, disciplina científica que se dedica ao estudo das propriedades e comportamento dos núcleos atômicos. A matéria, em sua essência mais fundamental, é constituída por átomos, que por sua vez são formados por um núcleo central denso e uma nuvem de elétrons que orbitam ao seu redor

03

Estrutura Atômica e Nuclear

O átomo representa a menor unidade de um elemento químico que mantém suas propriedades características. Sua estrutura é composta por um núcleo denso e carregado positivamente, circundado por uma nuvem de elétrons carregados negativamente. O núcleo atômico, por sua vez, é constituído por duas categorias principais de partículas subatômicas:

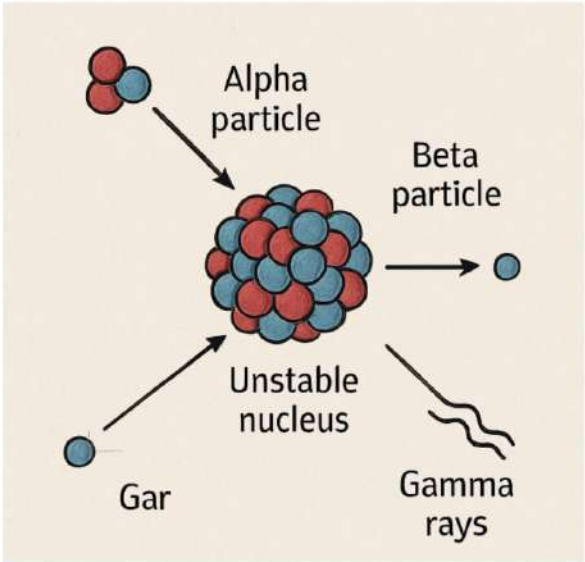
Os prótons são partículas dotadas de carga elétrica positiva unitária (e) e massa aproximadamente igual a 1 unidade de massa atômica (u). O número de prótons presentes em um núcleo define o número atômico (Z), que é único para cada elemento químico e determina sua identidade fundamental. Os nêutrons, por outro lado, são partículas eletricamente neutras com massa ligeiramente superior à do próton, também aproximadamente 1 u. O número de nêutrons (N) em um núcleo pode variar para um mesmo elemento, dando origem aos isótopos.



O número de massa (A) de um átomo corresponde à soma do número de prótons e nêutrons (A = Z + N). Átomos do mesmo elemento (mesmo Z) que possuem diferentes números de nêutrons (diferentes N e, consequentemente, diferentes A) são denominados isótopos, fenômeno de fundamental importância para as aplicações nucleares.

04

Radioatividade



A radioatividade constitui o fenômeno físico pelo qual núcleos atômicos instáveis se desintegram espontaneamente, emitindo partículas e/ou radiação eletromagnética com o objetivo de atingir uma configuração mais estável energeticamente. Este processo, conhecido como decaimento radioativo, manifesta-se através de diferentes modalidades:

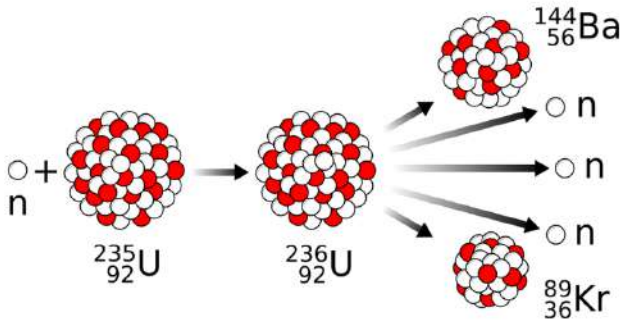
05

O decaimento alfa (α) caracteriza-se pela emissão de uma partícula alfa, constituída por dois prótons e dois nêutrons, equivalente ao núcleo de hélio. O decaimento beta (β) envolve a transformação de um nêutron em próton (β^-) ou vice-versa (β^+), acompanhada pela emissão de um elétron ou pósitron, respectivamente. O decaimento gama (γ) consiste na emissão de radiação eletromagnética de alta energia, sem alteração na composição nuclear.

O conceito de meia-vida assume importância crucial na radioatividade, representando o tempo necessário para que metade dos núcleos de uma amostra de um isótopo radioativo específico decaia. Este parâmetro varia drasticamente entre diferentes isótopos, desde frações de segundo até bilhões de anos.

06

Fissão Nuclear



A fissão nuclear representa um processo físico no qual um núcleo atômico pesado, geralmente urânio-235 ou plutônio-239, se divide em dois ou mais núcleos menores, liberando simultaneamente uma quantidade substancial de energia, nêutrons adicionais e outros produtos de fissão.

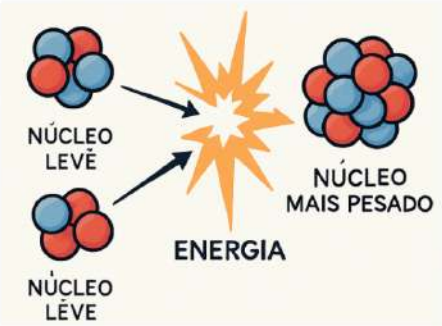
O mecanismo da fissão inicia-se quando um nêutron atinge um núcleo físsil, sendo absorvido e tornando o núcleo resultante instável. Esta instabilidade conduz à divisão nuclear, liberando nêutrons que podem, subsequentemente, atingir outros núcleos físseis, desencadeando uma reação em cadeia. O controle desta reação em cadeia constitui o princípio fundamental do funcionamento dos reatores nucleares.

07

Fusão Nuclear

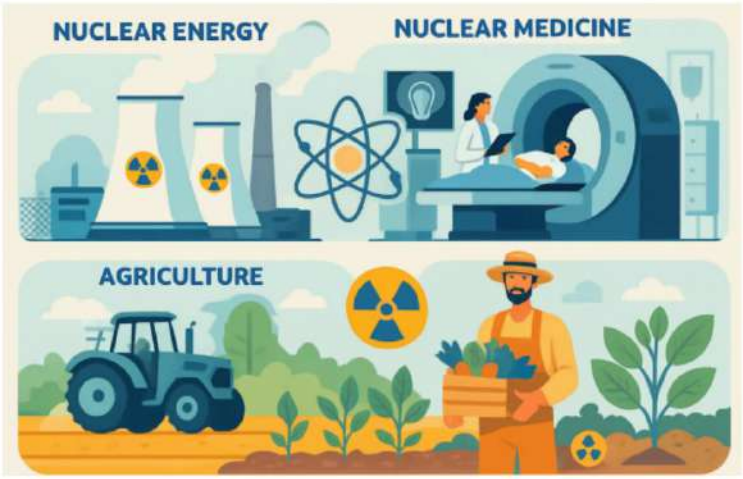
A fusão nuclear representa o processo oposto à fissão, no qual dois ou mais núcleos atômicos leves se combinam para formar um núcleo mais pesado, liberando uma quantidade ainda maior de energia em comparação com a fissão. Este processo constitui o mecanismo fundamental que alimenta o Sol e outras estrelas do universo.

Os principais combustíveis considerados para a fusão nuclear terrestre são os isótopos de hidrogênio, deutério e trítio. Embora a fusão ainda se encontre em fase de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, projetos internacionais de grande envergadura como o ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) buscam demonstrar a viabilidade científica e tecnológica da fusão nuclear como fonte de energia comercial viável.



08

Aplicações da Energia Nuclear



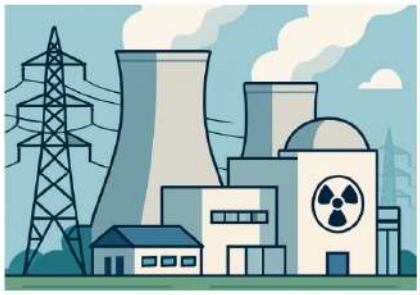
A energia nuclear possui um espectro amplo e diversificado de aplicações em múltiplas áreas do conhecimento e da atividade humana, impactando significativamente setores como medicina, indústria, agricultura e exploração espacial. Conforme destacado pela Universidade Federal de Santa Maria [4], existem pelo menos onze utilidades principais da energia nuclear que beneficiam diretamente a sociedade.

09

Geração de Eletricidade

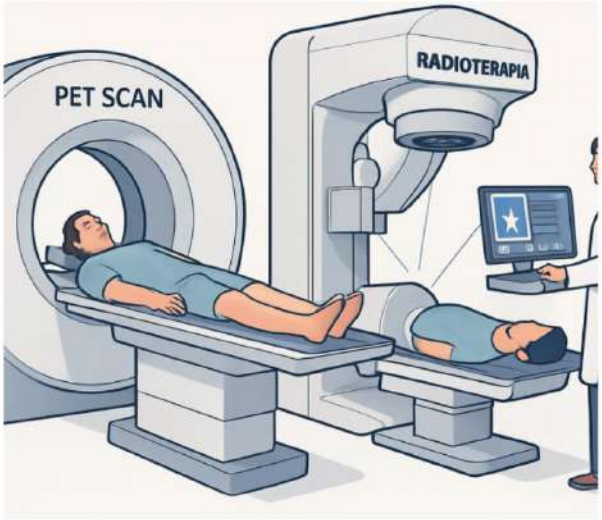
A aplicação mais proeminente e amplamente conhecida da energia nuclear consiste na produção de eletricidade em usinas termonucleares. O processo fundamenta-se na fissão nuclear controlada, onde o calor gerado pela divisão de átomos de urânio é utilizado para aquecer água, transformando-a em vapor que movimenta turbinas conectadas a geradores elétricos.

As usinas nucleares caracterizam-se por sua elevada capacidade de produção energética de forma contínua e ininterrupta, diferenciando-se substancialmente de fontes intermitentes como a solar e a eólica. Adicionalmente, a geração de eletricidade nuclear não emite gases de efeito estufa diretamente na atmosfera durante sua operação, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (PORTAL SOLAR, 2025) [5].



10

Aplicações Médicas



A medicina nuclear constitui um campo especializado que se beneficia enormemente da energia nuclear, utilizando materiais radioativos para diagnóstico e tratamento de diversas patologias. No âmbito diagnóstico, os radioisótopos são empregados como traçadores em exames especializados como a cintilografia e tomografia por emissão de pósitrons (PET), permitindo a visualização de processos metabólicos e funcionais do organismo.

No contexto terapêutico, a radioterapia utiliza radiações ionizantes para destruir células cancerígenas de forma seletiva, constituindo uma das principais modalidades de tratamento oncológico. Adicionalmente, a esterilização de materiais cirúrgicos e equipamentos médicos através da radiação nuclear garante a eliminação de microorganismos patogênicos, contribuindo para a segurança dos procedimentos médicos.



12

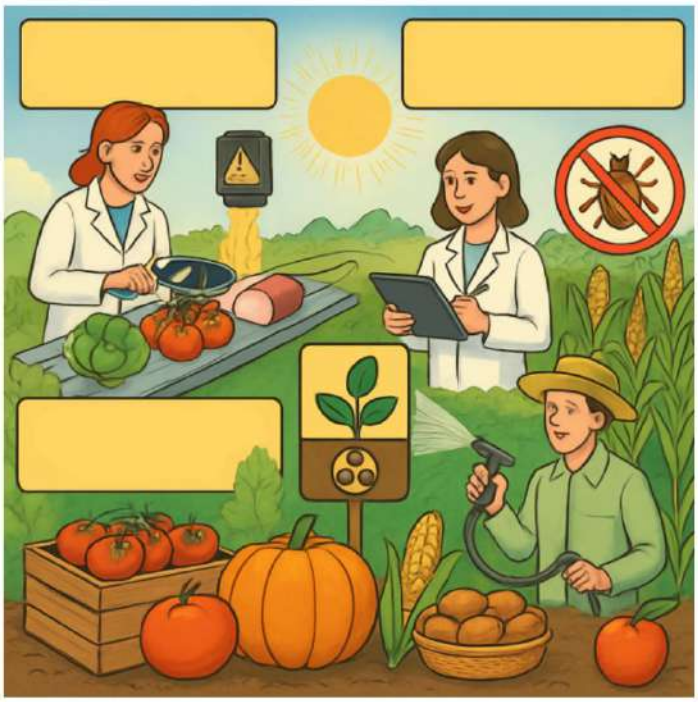
Aplicações Industriais

No setor industrial, a energia nuclear encontra aplicações diversificadas e especializadas. A radiografia com nêutrons permite a análise não destrutiva de estruturas metálicas, identificando falhas internas sem comprometer a integridade dos materiais. A medição de espessura de materiais através de técnicas nucleares oferece precisão superior aos métodos convencionais.

Os testes não destrutivos baseados em radiação nuclear são amplamente utilizados no controle de qualidade em processos de mineração e metalurgia. A esterilização de produtos farmacêuticos e cosméticos através da radiação garante a eliminação de contaminantes microbiológicos, assegurando a segurança dos consumidores.



Aplicações na Agricultura e Alimento



A energia nuclear contribui significativamente para a segurança alimentar global através de múltiplas aplicações. A irradiação de alimentos prolonga substancialmente a vida útil dos produtos, previne o brotamento e elimina patógenos, reduzindo o desperdício alimentar e melhorando a segurança sanitária.

14

O desenvolvimento de cultivares através da modificação genética induzida por radiação permite a criação de plantas mais resistentes a pragas, doenças e condições climáticas adversas. A Técnica do Inseto Estéril (TIE) utiliza radiação para esterilizar insetos machos, controlando populações de pragas de forma ambientalmente sustentável.

Os traçadores radioativos são empregados em estudos de metabolismo de plantas e otimização do uso de fertilizantes, contribuindo para práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

15

Exploração Espacial

A energia nuclear desempenha papel vital na exploração espacial, fornecendo energia confiável para sondas espaciais e rovers em missões de longa duração. Os Geradores Termoelétricos de Radioisótopos (RTGs) convertem o calor do decaimento radioativo em eletricidade, permitindo que as espaçonaves operem por décadas em ambientes onde a energia solar é insuficiente ou inexistente.

Esta tecnologia tem sido fundamental para o sucesso de missões espaciais emblemáticas, incluindo as sondas Voyager, que continuam operacionais após mais de quatro décadas no espaço, e os rovers marcianos, que dependem da energia nuclear para suas operações científicas prolongadas.



16

Desafios e Controvérsias da Energia Nuclear



Apesar de suas inúmeras aplicações benéficas e do potencial para contribuir significativamente para uma matriz energética de baixa emissão de carbono, a energia nuclear enfrenta desafios complexos e multifacetados, sendo alvo de diversas controvérsias que permeiam os debates públicos e políticos contemporâneos.

Segurança Operacional e Acidentes



Um dos maiores desafios da energia nuclear reside na segurança operacional das instalações nucleares. Embora os acidentes nucleares sejam estatisticamente raros, suas consequências podem ser devastadoras e duradouras, como demonstrado pelos incidentes históricos de Chernobyl (1986) e Fukushima (2011).

18

O acidente de Chernobyl resultou na morte direta de dezenas de trabalhadores e causou milhares de mortes a longo prazo devido a câncer e outros problemas de saúde relacionados à exposição à radiação. O desastre de Fukushima levou à evacuação de mais de 200.000 pessoas devido ao risco de contaminação radioativa, gerando impactos socioeconômicos prolongados.

Estes eventos levantaram sérias preocupações públicas sobre a segurança dos reatores nucleares e influenciaram políticas energéticas nacionais em diversos países. A melhoria contínua dos designs de reatores e o desenvolvimento de Pequenos Reatores Modulares (SMRs) com características de segurança passiva representam esforços significativos para mitigar esses riscos.

19

Gestão de Resíduos Radioativos

A gestão dos resíduos radioativos gerados pelas usinas nucleares constitui uma questão crítica e persistente que desafia a comunidade científica e os formuladores de políticas públicas. Estes resíduos permanecem radioativos por períodos que podem se estender por milhares de anos, exigindo soluções de armazenamento seguro e de longo prazo.

Atualmente, a maioria dos rejeitos radioativos é armazenada temporariamente nas próprias usinas, em piscinas de resfriamento ou em depósitos secos. A busca por soluções definitivas, como o armazenamento geológico profundo, enfrenta obstáculos técnicos, sociais e políticos significativos, incluindo a resistência das comunidades locais e questões de aceitação pública.



20

Proliferação Nuclear



A tecnologia nuclear possui um aspecto preocupante relacionado ao potencial para a proliferação de armas nucleares. Os mesmos materiais e conhecimentos necessários para operar uma usina nuclear civil podem, teoricamente, ser desviados para o desenvolvimento de armamentos nucleares, representando um risco à segurança internacional.

O Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) desempenham papéis fundamentais na fiscalização e prevenção da proliferação nuclear, estabelecendo salvaguardas e mecanismos de verificação para garantir o uso exclusivamente pacífico da tecnologia nuclear.

21

Custos e Viabilidade Econômica

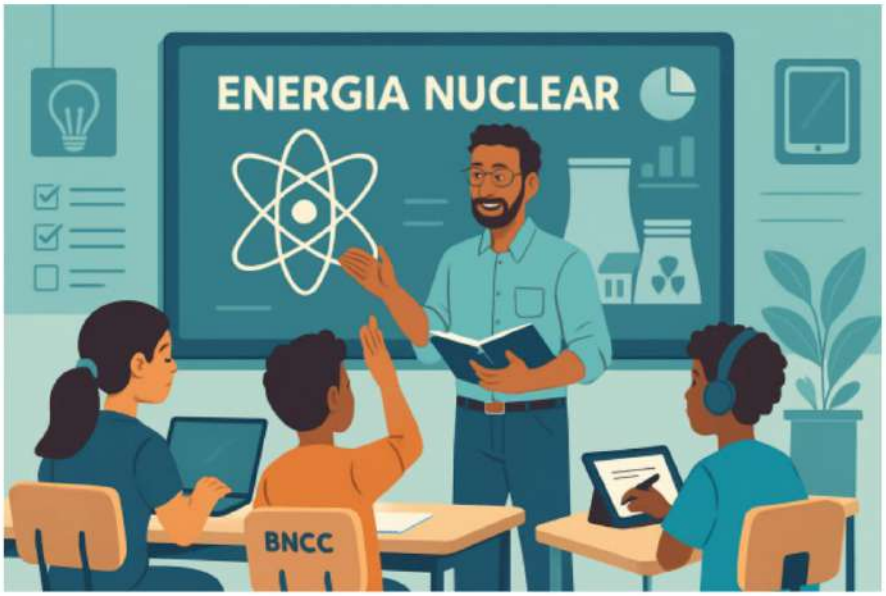
O elevado custo de construção e manutenção de usinas nucleares impacta significativamente sua viabilidade econômica. Os investimentos iniciais são substanciais, frequentemente na ordem de bilhões de dólares, e os projetos comumente enfrentam atrasos e estouros de orçamento que podem comprometer sua competitividade.

Em comparação com fontes de energia renováveis, que têm experimentado uma rápida redução nos custos nas últimas décadas, a energia nuclear pode parecer menos competitiva em alguns mercados. Entretanto, seus benefícios como produção de energia de base confiável e baixa emissão de carbono justificam os custos mais elevados em muitos contextos energéticos.



Educação Nuclear no Brasil e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A integração da temática nuclear no currículo educacional brasileiro representa um desafio multifacetado que envolve a superação de estigmas históricos, a capacitação adequada de educadores e a adequação do conteúdo às diretrizes pedagógicas nacionais estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).



23

A Importância da Educação Nuclear

A educação nuclear no Brasil desempenha um papel crucial na formação de cidadãos informados e capazes de tomar decisões conscientes sobre o uso da energia nuclear e suas aplicações. Historicamente, a temática nuclear tem sido abordada de forma limitada e, frequentemente, enviesada, focando-se predominantemente nos aspectos bélicos e nos acidentes, negligenciando as aplicações pacíficas e benéficas.

Uma abordagem educacional imparcial e abrangente é essencial para desmistificar a energia nuclear, apresentando suas aplicações pacíficas, vantagens e desafios de forma equilibrada e cientificamente fundamentada. Isto inclui a discussão sobre a geração de eletricidade com baixas emissões de carbono, as aplicações na medicina, na agricultura e na indústria, bem como os aspectos de segurança e gestão de resíduos.

A Temática Nuclear na BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao propor uma formação integral e centrada no desenvolvimento de competências e habilidades, oferece oportunidades significativas para a inserção da temática nuclear em diversas áreas do conhecimento, especialmente nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Conforme destacado por Nunes et al. (2023) [6], a abordagem de conceitos como estrutura atômica, radioatividade, fissão e fusão nuclear pode ser integrada de forma contextualizada, relacionando-os com fenômenos do cotidiano e com as aplicações tecnológicas contemporâneas. No Ensino Médio, a BNCC incentiva a exploração de temas contemporâneos e relevantes, abrindo espaço para discussões aprofundadas sobre a energia nuclear como componente da matriz energética, seus impactos ambientais e sociais, e as inovações tecnológicas emergentes.

Desafios e Oportunidades na Implementação

Apesar do potencial da BNCC para promover uma educação nuclear mais completa e equilibrada, existem desafios significativos a serem superados. A formação de professores constitui um obstáculo primordial, uma vez que muitos educadores podem não possuir o conhecimento aprofundado necessário para abordar a temática nuclear de forma científica e atualizada (PACCA; VILLANI, 2018) [7].

A necessidade de recursos didáticos adequados que apresentem o conteúdo de forma acessível e engajadora representa outro desafio importante. O uso de tecnologias digitais, incluindo plataformas interativas, simulações e realidade virtual, pode enriquecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem da temática nuclear.

A BNCC enfatiza o desenvolvimento de competências e habilidades, significando que o ensino da temática nuclear deve transcender a memorização de conceitos, incentivando a análise crítica, a resolução de problemas e a capacidade de argumentação fundamentada cientificamente.

Divulgação Científica na Temática Nuclear

A divulgação científica desempenha um papel crucial na construção de uma compreensão pública informada sobre a energia nuclear. Em um campo caracterizado por sua complexidade técnica e frequentemente mal compreendido pela sociedade, a comunicação eficaz dos fatos científicos, dos benefícios e dos desafios é essencial para combater a desinformação e promover um debate público construtivo e fundamentado.



27

A Importância da Divulgação Científica

A energia nuclear, por sua natureza intrínseca, evoca fortes emoções e opiniões polarizadas na sociedade. A percepção pública é frequentemente moldada por eventos históricos traumáticos como os acidentes de Chernobyl e Fukushima, ou pela associação com armas nucleares, resultando em uma compreensão distorcida das aplicações pacíficas da tecnologia nuclear.

A divulgação científica atua como uma ponte fundamental entre a comunidade científica e o público em geral, desmistificando conceitos complexos e apresentando a realidade da tecnologia nuclear de forma acessível, imparcial e cientificamente rigorosa. Seus objetivos primordiais incluem informar o público com dados precisos e atualizados sobre a energia nuclear, suas aplicações e seus impactos; educar a sociedade para desenvolver uma compreensão mais profunda dos princípios científicos e tecnológicos envolvidos.

Engajar os cidadãos no debate sobre o futuro energético e as políticas relacionadas à energia nuclear; e combater a desinformação, corrigindo equívocos e mitos que podem levar a medos irracionais ou decisões políticas equivocadas.

28

Estratégias e Ferramentas de Divulgação

A divulgação científica na temática nuclear pode empregar uma variedade diversificada de estratégias e ferramentas, adaptadas a diferentes públicos e contextos comunicacionais. As mídias tradicionais, incluindo artigos em jornais e revistas especializadas, programas de rádio e televisão, e documentários, continuam desempenhando papel importante na disseminação de informações científicas.

As mídias digitais têm assumido crescente relevância, incluindo websites especializados, blogs científicos, podcasts, vídeos educativos no YouTube, e redes sociais como Twitter, Instagram e TikTok, permitindo alcançar um público mais jovem e diversificado. Eventos e exposições, como museus de ciência, centros de visitantes de usinas nucleares, feiras de ciência, palestras e workshops, proporcionam experiências educativas interativas e envolventes.

29

Materiais educacionais especializados, incluindo e-books, infográficos, jogos educativos e simulações interativas, oferecem oportunidades de aprendizagem personalizada e adaptada a diferentes estilos de aprendizagem. A colaboração com influenciadores científicos, incluindo parcerias com cientistas, educadores e comunicadores reconhecidos, pode amplificar significativamente o alcance e a credibilidade das mensagens científicas.



30

Desafios na Divulgação da Energia Nuclear

Apesar de sua importância fundamental, a divulgação científica da energia nuclear enfrenta desafios específicos e complexos. A complexidade técnica inerente à física nuclear e à engenharia de reatores pode dificultar a simplificação das informações sem comprometer a precisão científica, exigindo habilidades comunicacionais especializadas.

A percepção de risco associada à radiação e aos acidentes nucleares exige uma comunicação cuidadosa e transparente sobre segurança e gerenciamento de riscos, equilibrando a honestidade científica com a necessidade de evitar pânico desnecessário. A polarização política frequentemente associada à energia nuclear pode dificultar a apresentação de informações de forma neutra e objetiva, exigindo estratégias comunicacionais que transcendam divisões ideológicas.

A limitação de financiamento e recursos para iniciativas de divulgação científica pode restringir o alcance e a qualidade das ações comunicacionais.

31

Avanços Recentes na Energia Nuclear



A energia nuclear está experimentando um período de renovado interesse e inovação tecnológica, impulsionado pela crescente demanda global por energia, a necessidade urgente de descarbonização da matriz energética mundial e os avanços significativos em tecnologias nucleares avançadas.

32

Pequenos Reatores Modulares (SMRs)

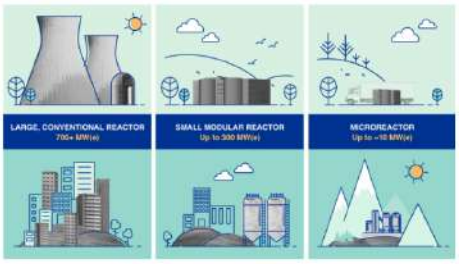
Os Pequenos Reatores Modulares (SMRs) representam uma das inovações mais significativas na indústria nuclear nas últimas décadas. Diferentemente dos grandes reatores convencionais, os SMRs são reatores nucleares avançados com capacidade de geração de energia de até 300 megawatts elétricos (MWe), oferecendo vantagens substanciais em termos de flexibilidade, segurança e viabilidade econômica.

As principais características e vantagens dos SMRs incluem a modularidade e construção em série, sendo projetados para fabricação em fábricas especializadas e transporte para o local de instalação, reduzindo significativamente os custos de construção e os prazos de implantação. A segurança aprimorada é alcançada através da incorporação de sistemas de segurança passiva, que dependem de forças naturais para resfriar o reator em situações de emergência, sem necessidade de intervenção humana ou energia externa.

33

A flexibilidade e aplicações diversas dos SMRs permitem sua implantação em locais com infraestrutura limitada e utilização para finalidades múltiplas além da geração de eletricidade, incluindo dessalinização da água, produção de hidrogênio e aquecimento urbano. A demanda crescente de data centers, especialmente aqueles que suportam tecnologias de inteligência artificial, tem identificado os SMRs como solução ideal para suprir necessidades energéticas que exigem energia confiável e de baixa emissão de carbono disponível continuamente.

Empresas tecnológicas de grande porte, incluindo Amazon e Google, já anunciaram acordos para utilizar SMRs para abastecer seus data centers, demonstrando o crescente interesse comercial e a viabilidade econômica desta tecnologia emergente (UOL ECONOMIA, 2024) [10].



34

Fusão Nuclear: O Santo Graal da Energia Limpa



A fusão nuclear, frequentemente denominada o "Santo Graal" da energia limpa, representa o processo físico oposto à fissão. Ao contrário da fissão, que divide átomos pesados, a fusão combina núcleos atômicos leves, geralmente isótopos de hidrogênio como deutério e trítio, para formar um núcleo mais pesado, liberando uma quantidade colossal de energia no processo.

Os projetos principais de fusão nuclear incluem o ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), atualmente em construção na França, que constitui o maior projeto de fusão do mundo, envolvendo 35 países. Seu objetivo primordial é demonstrar a viabilidade científica e tecnológica da fusão como fonte de energia em larga escala, estabelecendo as bases para futuras usinas comerciais de fusão.

35

As tecnologias de confinamento incluem o confinamento magnético, que utiliza campos magnéticos extremamente poderosos para controlar o plasma superaquecido onde as reações de fusão ocorrem, e o confinamento inercial, que emprega lasers de alta potência para comprimir e aquecer o combustível de fusão até as condições necessárias para a reação.

Empresas privadas têm investido pesadamente em tecnologias de fusão, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento e a comercialização desta tecnologia revolucionária. Embora a energia de fusão comercial ainda esteja estimada para décadas no futuro, os progressos recentes e o investimento crescente indicam um futuro promissor para esta tecnologia transformadora.

37

Impacto da Inteligência Artificial

O avanço da inteligência artificial tem impulsionado significativamente o interesse na energia nuclear. O consumo energético dos data centers está crescendo exponencialmente, e a IA exige fontes de energia confiáveis e de baixa emissão de carbono disponíveis 24 horas por dia.

Atualmente, estima-se que data centers são responsáveis por 1% a 1,5% do consumo de energia mundial, e esse número deve dobrar até 2030. Nos Estados Unidos, o consumo dos data centers deve chegar a 9% da energia produzida até lá.

Essa demanda crescente tem levado grandes empresas de tecnologia a buscar soluções nucleares, especialmente SMRs, para garantir um suprimento energético sustentável e confiável para suas operações.

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) destaca que a inteligência artificial está impulsionando a importância da energia nuclear em escala global, criando novas oportunidades para a expansão desta tecnologia energética (IEN, 2025) [11]

38

Considerações Finais



É fundamental ressaltar que a energia nuclear, quando utilizada de maneira responsável, segura e regulamentada adequadamente, pode desempenhar um papel significativo e estratégico na busca por soluções sustentáveis para as crescentes demandas energéticas globais. Entretanto, é imperativo abordar de forma transparente e científica as preocupações ambientais e sociais associadas, garantindo que seu uso seja pautado pelos mais elevados padrões de responsabilidade, ética e segurança.

39

A capacitação adequada dos docentes na temática nuclear não apenas fortalece a base de conhecimento educacional, mas também contribui fundamentalmente para a formação de cidadãos conscientes, informados e capazes de participar ativamente do debate democrático sobre questões energéticas. Ao fomentar a compreensão abrangente e a discussão construtiva, abrimos portas para um diálogo mais amplo e esclarecedor sobre os desafios e oportunidades relacionados à energia nuclear na busca por um futuro sustentável.

A energia nuclear representa uma tecnologia complexa e multifacetada que desempenha um papel crucial no panorama energético global contemporâneo. Sua compreensão adequada requer uma abordagem científica rigorosa que considere tanto os benefícios quanto os desafios associados a esta forma de energia, evitando tanto a demonização quanto a idealização desta tecnologia.

40

Este material didático buscou fornecer uma visão abrangente e atualizada da temática nuclear, desde os fundamentos da física nuclear até as aplicações mais avançadas e os desenvolvimentos mais recentes.

A educação nuclear de qualidade é fundamental para formar cidadãos capazes de participar de forma informada no debate sobre o futuro energético do país e do mundo, contribuindo para decisões políticas e sociais mais fundamentadas cientificamente.

Os avanços em SMRs e fusão nuclear, combinados com a crescente demanda por energia limpa e confiável, sugerem que a energia nuclear continuará a desempenhar um papel importante na transição para um futuro energético sustentável. Entretanto, isso requer investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento, aprimoramento de tecnologias mais seguras e eficientes, e uma educação pública de qualidade que permita uma avaliação equilibrada dos riscos e benefícios.

41

A integração da temática nuclear no currículo educacional brasileiro, alinhada aos princípios da BNCC e apoiada por sequências didáticas bem estruturadas, tem o potencial de formar uma nova geração de cidadãos com uma compreensão mais profunda e equilibrada sobre a energia nuclear, capacitando-os a contribuir efetivamente para o desenvolvimento sustentável do país.

42

Referências

[1] VEIGA, José Eli da. Energia Nuclear: do anátema ao diálogo. Senac, 2018.

[2] BARBOSA, Miguel. Tório: aspectos econômicos da comparação do plutônio pelo tório na produção de energia nuclear. 2023.

[3] SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 49-67, 2015.

[4] Aplicações da Energia nuclear – Revista Arco - UFSM.

[5] Energia nuclear: o que é, como funciona e vantagens | Portal Solar.

Referências

[6] NUNES, Emanuelle dos Santos et al. Uma abordagem pedagógica sobre o ensino de Química e Base Nacional Comum Curricular (BNCC): um estudo sobre eletroquímica. 2023.

[7] PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; VILLANI, Alberto. A formação continuada do professor de Física. Estudos Avançados, v. 32, p. 57-71, 2018.

[8] ZABALA, Antoni. A prática educativa como ensinar. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

[9] UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 6, p. e99220-e99220, 2020.

[10] Avanço da inteligência artificial deve elevar uso da energia nuclear - UOL Economia.

[11] Inteligência Artificial impulsiona a importância da energia nuclear em escala global — Instituto de Engenharia Nuclear - IEN.

45