

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A. C. SIMÕES
INSTITUTO DE QUÍMICA E
BIOTECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL –
PROFQUI

MARIA JULIA RODRIGUES AMARO

**INCORPORAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE
VIRTUAL NO SHOW DE QUÍMICA DA USINA CIÊNCIA DA UFAL**

Maceió

2025

MARIA JULIA RODRIGUES AMARO

**INCORPORAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE
VIRTUAL NO SHOW DE QUÍMICA DA USINA CIÊNCIA DA UFAL**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Silvio Cavalcante Pimentel

Maceió

2025

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661


- A484i Amaro, Maria Julia Rodrigues.
 Incorporação da realidade aumentada e realidade virtual no show de química da Usina Ciência da Ufal/ Maria Julia Rodrigues Amaro. – 2025.
 124 f. : il.
- Orientadora: Monique Gabriella Angelo da Silva.
 Coorientador: Fernando Silvio Cavalcante Pimentel .
 Dissertação (mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Maceió, 2025.
- Bibliografia: f. 107-117.
 Apêndices: f. 118-124.
1. Química – Estudo e ensino. 2. Realidade virtual. 3. Realidade aumentada. 4. Tecnologias digitais. 5. Aprendizagem significativa. I. Título.

CDU: 37:54


FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIA JULIA RODRIGUES AMARO

Dissertação do Mestrado profissional em Química apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química, pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - Profqui, aprovado em 25 de fevereiro de 2025.


Documento assinado digitalmente
 **MONIQUE GABRIELLA ANGELO DA SILVA**
Data: 26/02/2025 12:04:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva (IQB/Ufal)
Orientadora


Documento assinado digitalmente
 **FERNANDO SILVIO CAVALCANTE PIMENTEL**
Data: 25/02/2025 10:46:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fernando Silvio Cavalcante Pimentel (Cedu/Ufal)
Coorientador

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MARIA ESTER DE SA BARRETO BARROS**
Data: 25/02/2025 10:43:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria Ester de Sá Barreto Barros (IQB/Ufal)
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
 **KINSEY SANTOS PINTO**
Data: 25/02/2025 10:29:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Kinsey Santos Pinto (Igdema/Ufal)
Examinador externo

*Meu Imaculado Coração será o teu refúgio
e o caminho que te conduzirá até Deus.*

- Nossa Senhora de Fátima

AGRADECIMENTOS

A Jesus e Nossa Senhora, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do meu mestrado. Aos meus pais, Germino Amaro e Sandra Maria, e aos meus irmãos, João Fellipe e Júlio Fellipe, que me deram todo suporte, me apoiaram e me incentivaram para que essa etapa fosse concluída, sempre compreensível a minha ausência e as minhas preocupações diárias. Aos meus tios Sandro José, Mércia Helena, Fabiana Lucia, que sempre escutaram os meus anseios e apoiaram desde o primeiro momento.

À minha querida avó, Íris Rodrigues, e ao meu avô, José Gomes (sempre presente), que, apesar de não estar mais entre nós, permanece vivo em minhas memórias e em meu coração. Sua trajetória de vida, marcada pela força, dedicação e resiliência, sempre foi minha maior inspiração. Mulher guerreira, profissional exemplar, avó amorosa—suas lições ecoam em cada passo que dou. Hoje, ao alcançar este marco tão significativo, sinto sua presença em cada conquista. Finalmente, sua neta será, com imenso orgulho, mestre em Química. Vestirei o jaleco que tanto simbolizou seu compromisso com a ciência e a educação, mas de uma forma única, trazendo comigo sua essência, seus ensinamentos e o amor que nos une além do tempo. Sua lembrança me fortalece e me impulsiona a seguir sempre em frente.

Ao meu amado noivo, Cristian Gabriel, minha base e meu companheiro de todas as horas. Sua presença tornou essa jornada menos árdua e mais significativa, transformando cada desafio em uma oportunidade de crescimento. Nos momentos de incerteza, foi seu apoio incondicional que me ajudou a seguir em frente; nas conquistas, foi ao seu lado que encontrei motivos para celebrar. Entre risos, reflexões e aprendizados compartilhados, construímos juntos um caminho de cumplicidade e incentivo mútuo. Sua fé em mim, suas palavras de encorajamento e seu carinho constante foram essenciais para que eu pudesse me manter firme e determinada. Sou imensamente grata por ter você ao meu lado, dividindo não apenas sonhos, mas também a realidade de conquistá-los juntos.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Monique Angelo, nos conhecemos meses antes da minha permanência na UFAL, e por coincidência, foi minha primeira professora de Química na graduação, desde então, tanta ajuda forneceu para que este trabalho fosse concluído com o êxito esperado e por todos os momentos, mesmo distantes, por causa do trabalho e correria, a senhora é mais que uma orientadora, eu tenho um exemplo de uma grande mulher para toda a vida. Obrigada por sempre me incentivar e fazer com que eu sempre enxergue o meu potencial.

Ao meu coorientador, coordenador, parceiro de pesquisa e meu padrinho de coração Prof. Dr. Fernando Silvio Cavalcante Pimentel que eu tive a honra de conhecer-lo durante a graduação, e a grade oportunidade de trabalhar e conhecer um pouco mais os seus anseios pela pesquisa, minha admiração só aumentou, ele me deu muita força, conhecimento e conselhos para vida

acadêmica e vida pessoal com a sua fé admirável e por fim agradeço pelo momentos divertidos dentro e fora do âmbito profissional e por toda a confiança depositada.

A minha amiga Carla Juliana, que durante todo esse tempo em que trabalhamos juntas foi compreensível, e sempre com o seu jeito doce e tranquilo de ser e de dar opiniões, sempre disposta a ajudar, muito obrigada. Aos meus amigos e parceiros do Grupo de Pesquisa em Ensino e Extensão em Química (Quiciência), por todo apoio e momentos de descontração.

Ao Instituto de Química e Biotecnologia e todo o seu corpo docente.

A Universidade Federal de Alagoas pelas oportunidades concedida durante o mestrado.

RESUMO

O estudo investiga a incorporação de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) no Show de Química da Usina Ciência da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), destacando como essas tecnologias podem enriquecer a Educação Química (EQ) por meio de práticas imersivas e interativas. Com uma abordagem de métodos mistos, a pesquisa analisa o impacto dessas ferramentas na aprendizagem e no engajamento dos participantes, incluindo estudantes da rede pública e privada. O percurso metodológico foi estruturado em etapas que incluíram a análise inicial do Show de Química, a seleção de recursos tecnológicos, a capacitação dos monitores, a implementação de Tecnologias Digitais (TD) em experimentos e a aplicação no show de Química piloto da Usina Ciência com as adequações necessárias, e com o auxílio de monitores, expandiu-se os shows para eventos itinerantes, e municípios como Arapiraca, Santana do Ipanema, Maceió e Delmiro Gouveia foram contemplados. Essa ação permitiu que estudantes e professores de diferentes níveis educacionais vivenciassem práticas inovadoras que integraram tecnologias. O estudo deste caso foi escolhido como estratégia central, permitindo uma análise detalhada das práticas no contexto real do Show de Química, com foco nas interações dos participantes e nos resultados das intervenções tecnológicas. Entre os experimentos realizados, destacam-se a formação da molécula de água e reação de combustão simuladas em RA, além de uma experiência imersiva sobre o sistema solar em RV, para compreender o surgimento dos elementos, que serão abordados no show. A pesquisa culminou na reformulação do livreto educacional utilizado no Show de Química, que passou a incorporar instruções detalhadas sobre os experimentos realizados, orientações para o uso das TD e QR codes para download de aplicativos de RA e RV. Essa atualização busca viabilizar a replicação das práticas em diferentes contextos educacionais, promovendo a incorporação de tecnologias inovadoras como suporte ao EQ. Os estudos indicam que a integração de RA e RV com demonstrações práticas podem potencializar a compreensão de conceitos abstratos, melhorar o engajamento dos participantes e tornar o aprendizado mais engajador. O processo de incorporação de RA e RV e a reformulação do livreto permitiu concluir que existe uma necessidade de formação continuada, para acompanhar as evoluções tecnológicas e implementá-las na educação, assim como apontam para a necessidade da popularização científica e a inovação na educação.

Palavras-chave: Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Tecnologias Digitais, Show de Química.

ABSTRACT

The study investigates the incorporation of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) in the Chemistry Show at the Usina Ciência of the Federal University of Alagoas (Ufal), highlighting how these technologies can enrich Chemical Education (CE) through immersive and interactive practices. With a mixed-methods approach, the research analyzes the impact of these tools on learning and engagement among participants, including students from both public and private schools. The methodological process was structured in stages, including the initial analysis of the Chemistry Show, the selection of technological resources, the training of monitors, the implementation of Digital Technologies (DT) in experiments, and the application of these technologies in the pilot Chemistry Show at Usina Ciência with the necessary adjustments. With the assistance of monitors, the shows expanded to itinerant events, and municipalities such as Arapiraca, Santana do Ipanema, Maceió, and Delmiro Gouveia were included. This initiative allowed students and teachers from different educational levels to experience innovative practices integrating technologies. The case study approach was chosen as the central strategy, enabling a detailed analysis of the practices in the real context of the Chemistry Show, focusing on participant interactions and the results of technological interventions. Among the experiments carried out, the formation of the water molecule and combustion reactions simulated in AR, as well as an immersive experience about the solar system in VR, were highlighted, aiming to understand the emergence of the elements addressed in the show. The research culminated in the redesign of the educational booklet used in the Chemistry Show, which now incorporates detailed instructions about the experiments performed, guidelines for using DT, and QR codes for downloading AR and VR applications. This update aims to enable the replication of practices in different educational contexts, promoting the incorporation of innovative technologies as support for CE. Studies indicate that integrating AR and VR with practical demonstrations can enhance the understanding of abstract concepts, improve participant engagement, and make learning more engaging. The process of incorporating AR and VR and redesigning the booklet led to the conclusion that there is a need for continuous training to keep up with technological advancements and implement them in education, as well as a need for scientific popularization and innovation in education.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, Digital Technologies, Chemistry Show.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EC	Educação Química
LDB	Lei de diretrizes e bases
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
Profqui	Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
RA	Realidade Aumentada
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
RV	Realidade Virtual
Saeb	Sistema de Avaliação da Educação Básica
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
SNCT	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
TD	Tecnologias Digitais
UC	Usina Ciência
Ufal	Universidade Federal de Alagoas

FIGURAS

Figura 1. Diagrama das variáveis que compõem a imersividade na Realidade Virtual.....	36
Figura 2. Tela aplicativo Realidade Virtual.....	37
Figura 3 . Touch Surgery simulador de cirurgia com RA.....	38
Figura 4. Continuum Realidade-Virtualidade.....	39
Figura 5. Diferenças entre a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada	39
Figura 6. Quantidade de Trabalhos – 2014 a 2024.....	41
Figura 7. Eventos Usina Ciência mais divertida.....	43
Figura 8. Diagrama da triangulação dos dados.....	49
Figura 9. Livreto do Show de Química.....	51
Figura 10. Formulário aplicados nos Show.....	52
Figura 11. Perguntas do Formulários sobre a Incorporação de Tcnologias Digitais.....	53,
Figura 12. Aprovação no Comitê de Ética.....	54
Figura 13 . Usina Ciência.....	56
Figura 14. Sala do Show de Química.....	57
Figura 15. Etapas de Planejamento para a Incorporação das TD.....	58
Figura 16. Registos do Show de Química para análise	59
Figura 17. Ciclo de Aprendizagem Experiencial.....	61
Figura 18. Aplicativo Rapp Chemistry.....	62
Figura 19. Aplicativo QuímicoAR.....	63
Figura 20. Realidade Virtual DCL.....	64
Figura 21. Capacitação dos Monitores.....	66
Figura 22. Confeção dos Marcadores de RA.....	68
Figura 23. Marcadores de RA - Rapp Chemistry.....	69
Figura 24. Marcadores de Realidade Aumentada – Molécula de Água.....	70
Figura 25. Marcadores de Realidade Aumentada – Reação de Combustão.....	70
Figura 26. Salto de elétrons entre camadas	72
Figura 27. Incorporação com Óculos de RV.....	75
Figura 28. Engajamento Científico.....	87
Figura 29. Mapa de Alagoas e os registros de Incorporação de RA e RV	93
Figura 30. Resultado da 1ª fase – Pesquisas e Ideias Inovadoras Sinpete 2024.....	95
Figura 31. Vídeo para o concurso de Ideias Inovadoras.....	90
Figura 32. Apresentação do Banner – Sinpete 2024.....	96
Figura 33. Votação do público visitante e avaliadores.....	96

Figura 34. Área de exposição com incorporação de Tecnologias Digitais.....	97
Figura 35. Ganhadores do prêmio Ideias e Pesquisas Inovadoras.....	98
Figura 36. Livreto antigo Usina Ciência.....	99
Figura 37. Show de Química da Usina Ciência da Ufal.....	101
Figura 38. Representação do Experimento 11 – Camaleão Químico.....	103
Figura 39: Página interna - Incorporações tecnológicas.....	104

GRÁFICOS

Grafico 1. Rede de Ensino - participantes na Usina Ciência.....	75
Grafico 2. Rede de Ensino - participantes no Sinpete.....	76
Grafico 3. Motivação e interesse em aprender Química- participantes.....	77
Grafico 4. Motivação e interesse em aprender Química - Pré e Pós incorporação de TD.....	78
Grafico 5. Dificuldades na aprendizagem - participantes na Usina Ciência.....	78
Grafico 6. Dificuldades na aprendizagem- participantes no Sinpete.....	79
Gráfico 7. Aula Lúdica – Participantes na Usina Ciência.....	80
Gráfico 8. Aula Lúdica – Participantes no Sinpete.....	81
Gráfico 9. Incorporação da RA e RV.....	83
Gráfico 11. Incorporação da RA e RV no dia a dia.....	89

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Relação entre as Competências Docentes de Perrenoud (2000) e as Competências Gerais da BNCC (2019) no Uso de Tecnologias Digitais	28
Tabela 2. Organização e temas do livreto Show de Química da Usina Ciência da Ufal.....	102

LISTA DE NUVEM DE PALAVRAS

Nuvem de palavras 1. Incorporação das tecnologias nos Shows – Respostas Sinpete	84
Nuvem de palavras 2. Incorporação das tecnologias nos Shows – Respostas Usina Ciência....	85

LISTA DE EQUAÇÕES QUÍMICAS

Equação Química 1. Formação da Água.....	70
Equação Química 2. Reação de Combustão.....	71
Equação Química 3. Decomposição do permanganato de potássio.....	73
Equação Química 4. Formação do óxido de magnésio.....	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
SEÇÃO 3. EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: CONCEITOS, LIMITES E	20
POSSIBILIDADES.....	20
3.1 Conceito e Características da Educação Não Formal.....	20
3.2. Os Limites do Ensino Tradicional e o Papel da Educação Não Formal.....	22
3.3. Desafios e Perspectivas da Educação Não Formal.....	24
SEÇÃO 4. TECNOLOGIAS DIGITAIS NA POPULARIZAÇÃO DE CIÊNCIAS:	26
CONCEITOS, APLICAÇÕES E DESAFIOS.....	26
4.1 Conceitos e Abordagens sobre Tecnologias Digitais e Divulgação Científica.....	26
4.2. Tipos de Tecnologias Digitais e Formas de Divulgação Científica.....	31
4.3. Realidade Aumentada e Realidade Virtual na Divulgação Científica.....	34
SEÇÃO 5. USINA CIÊNCIA E O SHOW DE QUÍMICA.....	42
5.1 A Usina Ciência e seu Papel na Divulgação Científica.....	42
5.2 O Show de Química: Conceito e Impacto Educacional.....	46
SEÇÃO 6. PERCURSO METODOLÓGICO.....	48
6.1 Tipo da Pesquisa.....	48
6.1.1 Coleta e análise de dados.....	50
6.2 Abordagem da Pesquisa.....	54
6.3. Objeto de Estudo.....	56
6.4. Incorporação de tecnologias digitais no Show de Química	57
6.4.1 Aplicação das tecnologias no Show de Química.....	67
SEÇÃO 7. ANÁLISE DOS RESULTADOS E IMPACTOS DAS INTERVENÇÕES	74
TECNOLÓGICAS	74
7.1 Percepções e impacto nos estudantes e professores da educação básica.....	74
7.2 Percepções e impacto nos monitores: estudantes do curso de Química Licenciatura.....	94
7.3 Desafios e Perspectivas para a Inovação no Show de Química.....	91
7.4. Impacto / Alcance dos eventos de Divulgação Científica.....	92
7.5. Premiação SINPETE	94
7.5.1 Premiação e Reconhecimento.....	98
SEÇÃO 8: ANÁLISE DOS RESULTADOS E IMPACTOS DAS INTERVENÇÕES	99
TECNOLÓGICAS.....	99
8.1 Justificativa da proposta.....	99

8.2 Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.....	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
APÊNDICES – PRODUTO EDUCACIONAL.....	118

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, a busca pelo entendimento dos fenômenos químicos tem sido uma constante na trajetória da humanidade, resultando em importantes avanços científicos e tecnológicos. A Química é considerada uma ciência central, está presente em diversas atividades do dia a dia e desempenha um papel crucial no desenvolvimento social, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e para a sustentabilidade (Silva; Pereira, 2020). No entanto, apesar de sua relevância, a Química é frequentemente vista como uma disciplina complexa e de difícil compreensão, o que pode gerar desinteresse e dificuldades de aprendizagem entre os estudantes.

Segundo Gouveia (2018), a Educação Química (EQ) deve ir além da simples transmissão de conteúdos, promovendo uma aprendizagem significativa por meio da experimentação, da resolução de problemas e do uso de tecnologias inovadoras que aproximem o conhecimento químico do cotidiano dos estudantes. Essa perspectiva reforça a necessidade de estratégias didáticas que estimulem o pensamento crítico e a curiosidade científica, tornando o aprendizado mais dinâmico e contextualizado.

Nesse sentido, busca-se por novas abordagens pedagógicas que tornem a EQ mais acessível e atrativa. Uma dessas abordagens envolve ambientes não formais, a incorporação de Tecnologias Digitais (TD), como a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), que permitem a criação de ambientes imersivos e interativos. Essas tecnologias possibilitam que os estudantes tenham experiências mais dinâmicas, nas quais podem explorar fenômenos químicos em três dimensões e interagir com simulações que reforçam a aprendizagem.

De acordo com Mazzuco et al. (2021), essas ferramentas oferecem aos estudantes a oportunidade de visualizar conceitos abstratos de forma mais concreta, promovendo uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos e uma aprendizagem significativa. Além disso, o uso de RA e RV pode tornar os conteúdos mais acessíveis para diferentes perfis de estudantes, favorecendo aqueles que possuem dificuldades com abordagens tradicionais e tornando o ensino mais inclusivo.

Em paralelo, a utilização da RA e da RV na EQ pode contribuir para o aumento do engajamento dos estudantes, tornando as aulas mais dinâmicas e estimulantes. Essas tecnologias oferecem um caráter lúdico e interativo que desperta o interesse e a curiosidade dos estudantes, incentivando-os a explorar conceitos químicos de maneira ativa e participativa. Estudos apontam que o uso dessas ferramentas tecnológicas facilita o aprendizado, pois permite a experimentação em ambientes virtuais controlados, reduzindo a necessidade de infraestrutura laboratorial complexa.

Dessa forma, mesmo em instituições que enfrentam limitações de recursos, é possível proporcionar experiências enriquecedoras que simulam práticas laboratoriais com alta fidelidade. Assim, essas tecnologias surgem como recursos promissores para a superação das barreiras tradicionais da educação de ciências, contribuindo para um ensino mais interativo, acessível e eficiente.

Considerando esse cenário, o presente estudo investiga a incorporação da RA e da RV no Show de Química da Usina Ciência da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), analisando como essas tecnologias podem contribuir para a desmistificação da Química como uma ciência complexa. Ao permitir que os participantes visualizem e manipulem modelos tridimensionais de moléculas, reações e fenômenos químicos, a proposta visa tornar a aprendizagem mais concreta, interativa e envolvente.

A pesquisa busca responder o seguinte problema de pesquisa: como a incorporação de RA e RV no Show de Química da Usina Ciência pode promover uma compreensão mais profunda e envolvente dos conceitos químicos pelos estudantes? Para responder o problema de pesquisa, foi adotada uma abordagem de métodos mistos, combinando análises qualitativas e quantitativas, e analisa os impactos dessas ferramentas na aprendizagem e no engajamento dos participantes. Além disso, busca-se compreender de que forma essas tecnologias podem ser aplicadas de maneira eficiente em outros contextos educacionais, ampliando o alcance e os benefícios da inovação tecnológica no ensino de Química.

Dessa forma, a estrutura do texto está organizada em oito seções principais. São elas: Introdução, contextualizando o tema e expondo o problema de pesquisa; Objetivos, apresentando as metas gerais e específicas do estudo; A fundamentação teórica, com os seguintes autores, Trilha (1993); Gohn (1999) e Marandino et al. (2009), apresentando a Educação não formal: conceitos, limites e possibilidades; Tecnologias digitais na popularização de ciências, com os seguintes autores, Lévy (1999); Castells (2007) e Leite, (2021), abordando conceitos, aplicações e desafios contemporâneos; Desenvolvimento e implementação da realidade aumentada e virtual no processo de integração das tecnologias; Usina ciência e o show de Química, abordando o papel da usina, e a importância na popularização de ciências; Percorso metodológico, com os autores, Nascimento (2005), Yin (2005), Flick (2009) e Godoy (2006), obteve-se a análise dos resultados e impactos das intervenções tecnológicas, trazendo o resultado da investigação quanto a aceitação e os efeitos do uso das tecnologias no aprendizado; e, por fim, Proposta de produto educacional - Livroto: Show de Química da Usina Ciência da Ufal, com uma nova roupagem e reformulação do material didático para facilitar a replicação das atividades em diferentes contextos educacionais.

2 OBJETIVOS

Esta seção propõe a apresentação dos objetivos delineados para a pesquisa. Nela serão apresentados os objetivos gerais e específicos. As etapas desta seção são: 2.1 - Objetivo Geral e 2.2 - Objetivos específicos.

2.1 Objetivo Geral

Investigar como o Show de Química da Usina Ciência pode promover uma compreensão mais profunda e envolvente dos conceitos químicos pelos estudantes com a incorporação de TD.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um estudo sobre o estado da arte por meio de um levantamento em base de dados, revistas e periódicos no período de 2014 a 2024;
- Selecionar métodos e modelos de aplicações utilizando RA e RV para fazer a incorporação nos experimentos feitos no Show de Química da Usina Ciência;
- Investigar e analisar a percepção e a receptividade do público participante em relação à introdução das tecnologias de RA e RV no Show de Química, por meio de métodos de coleta de dados;
- Investigar a viabilidade e os desafios na implementação de RA e RV em atividades de Educação Química;
- Identificar limitações e propor soluções para a adoção dessas tecnologias em diferentes contextos educacionais;
- Atualizar o livreto Usina Ciência de forma didática, para os experimentos realizados no Show de Química.

SEÇÃO 3. EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: CONCEITOS, LIMITES E POSSIBILIDADES

Na presente seção, efetuou-se uma revisão teórica dos elementos paralelos da dissertação. A seguir, as etapas desta seção são delineadas da seguinte forma: 3.1 - Conceito e Características da Educação Não Formal; 3.2 - Os Limites do Ensino Tradicional e o Papel da Educação Não Formal; 3.3 - Desafios e Perspectivas da Educação Não Formal.

3.1 Conceito e Características da Educação Não Formal

A educação formal, não formal e informal representam diferentes modalidades do processo educativo (Cazelli, 2000). A educação formal é aquela que ocorre dentro de instituições de ensino estruturadas, como escolas e universidades, com um currículo definido e certificação ao final do processo (Smith, 2001). Já a educação não formal ocorre fora dessas instituições, sendo planejada e organizada, mas sem um currículo obrigatório ou certificação formal (Trilla, 1993; Trilla, Ghanem, 2008). Por outro lado, a educação informal é aquela que ocorre de maneira espontânea no dia a dia, sem intencionalidade educativa formalizada (Falk, 2001).

A distinção entre esses modelos pode ser analisada pelo contexto em que ocorrem, pela intencionalidade e pelo grau de estruturação (Simkins, 1976, Smith, 2001). A educação formal segue um padrão normativo e institucionalizado, enquanto a não formal é flexível, ajustando-se às necessidades dos participantes (Gohn, 1999). A educação informal, por sua vez, ocorre de forma difusa, sem estrutura predefinida (Asensio, 2001).

Diferentes autores destacam que a educação formal tende a seguir um modelo hierárquico e sistematizado, enquanto a educação não formal tem como característica a flexibilidade e a adaptação às necessidades específicas dos aprendizes (Crombs, Prosser, Ahmed, 1973). A educação informal, por sua vez, ocorre de maneira natural e involuntária, influenciada pelo convívio social (Dierking, Falk, 1999).

Outro ponto relevante é o papel da aprendizagem nesses diferentes contextos. Enquanto a educação formal tem a função de instruir sistematicamente (Fordham, 1993), a educação não formal busca complementar esse aprendizado de maneira mais dinâmica (García Blanco, 1999). A educação informal, por sua vez, ocorre através de experiências diárias e interações sociais espontâneas (Hofstein, Rosenfeld, 1996).

Assim, compreende-se que a educação não se limita ao ambiente escolar. A coexistência entre esses modelos é essencial para o desenvolvimento do indivíduo, pois

permite a construção do conhecimento de maneira mais ampla e diversificada (Falk, 2001).

O modelo educativo da educação não formal possui objetivos distintos dos modelos tradicionalmente utilizados nas instituições de ensino formais (Gohn, 1999). Seu principal propósito é proporcionar aprendizagens significativas, adaptadas às necessidades de indivíduos e grupos específicos, sem a rigidez de um currículo padronizado (Trilla, 1993; Perrude, Silva, 2022).

Uma das principais características da educação não formal é a flexibilidade, pois permite a adaptação do conteúdo e das metodologias ao público-alvo (Smith, 2001). Diferente da educação formal, que segue um planejamento centralizado, a educação não formal pode ocorrer em diferentes espaços e contextos, como comunidades, organizações sociais e instituições culturais (García Blanco, 1999).

Outro objetivo relevante é a promoção da inclusão social, possibilitando o acesso à educação a grupos que, muitas vezes, não possuem oportunidades no sistema formal (Gohn, 1999). Além disso, valoriza a aprendizagem ao longo da vida, incentivando o desenvolvimento de habilidades e competências de forma contínua (Falk, 2001; Silva, Lemos, 2022).

A interatividade também é uma característica marcante desse modelo educativo. Ao privilegiar a participação ativa dos envolvidos, a educação não formal estimula a troca de experiências e o aprendizado colaborativo, favorecendo o desenvolvimento crítico e reflexivo (Asensio, 2001). Por fim, esse modelo educativo tem grande importância na ampliação da democratização do conhecimento, pois possibilita o ensino de temas e práticas muitas vezes não contemplados no currículo formal, contribuindo para a formação cidadã e cultural dos participantes (Díaz, 1999).

A educação não formal se manifesta em diversos espaços e através de práticas variadas, possibilitando a construção do conhecimento de forma ampla e significativa (Cazelli, 2000). Entre os principais espaços de educação não formal, destacam-se os museus, centros culturais, instituições comunitárias e organizações não governamentais (Valdés Sagüés, 1999).

Os museus e centros culturais desempenham um papel importante na educação não formal, pois proporcionam experiências interativas e imersivas que ampliam a compreensão sobre diversos temas (García Blanco, 1999). A visita guiada, exposições interativas e oficinas educativas são práticas comuns nesses espaços (Bragança Gil, Lourenço, 1999).

As organizações não governamentais (ONGs) também são relevantes na educação não

formal, promovendo atividades que vão desde a alfabetização de jovens e adultos até cursos de capacitação profissional e formação cidadã (Gohn, 1999).

Os meios de comunicação também têm um papel relevante na educação não formal, ao disseminar informações e conhecimentos através de programas educativos, documentários, podcasts e conteúdos online (Massarani, 1998; Sieiro; Mazza, 2018).

Em paralelo, os espaços comunitários, como associações de bairro e centros sociais, desenvolvem projetos educativos voltados para o fortalecimento da identidade cultural, inclusão digital e participação cidadã (Trilla, 1993). Esses exemplos demonstram a amplitude da educação não formal e sua importância na complementação do ensino formal, promovendo aprendizagens contextualizadas e acessíveis a diversos públicos (Falk, 2001).

3.2. Os Limites do Ensino Tradicional e o Papel da Educação Não Formal

O ensino tradicional enfrenta desafios significativos devido ao seu modelo rígido, baseado na transmissão de conhecimento de maneira passiva, Marandino et al., (2009). A estrutura disciplinar fixa e a priorização da memorização comprometem a aprendizagem significativa, tornando os estudantes meros receptores de informações, Morán, (2015). Isso gera um distanciamento entre o conhecimento teórico e sua aplicabilidade prática, contribuindo para a falta de engajamento dos estudantes (Marandino et al., 2009; Morán, 2015).

Outro fator limitante do ensino formal é a resistência à inovação pedagógica (Trilla, 1993; Morán, 2015). Muitos sistemas educacionais ainda priorizam métodos convencionais, dificultando a implementação de abordagens mais dinâmicas e interativas, seguindo, Trilla (1993). A educação tradicional tem dificuldades em adaptar-se à nova realidade digital, onde a informação está amplamente disponível e exige habilidades analíticas e criativas (Morán, 2015; Trilla, 1993).

Somado a isso, a desmotivação dos estudantes se torna um grande obstáculo (Marandino et al., 2009; Gohn, 1999). A padronização excessiva do currículo desconsidera as particularidades dos aprendizes e seus interesses individuais (Marandino et al., 2009). Isso pode resultar em uma aprendizagem superficial e na dificuldade de desenvolver competências essenciais para a vida adulta e o mercado de trabalho (Marandino et al., 2009; Gohn, 1999).

A falta de conexão entre os conteúdos escolares e a realidade dos estudantes também contribui para a baixa motivação (Gohn, 1999; Trilla, 1993). A aprendizagem significativa ocorre quando os estudantes percebem a aplicabilidade dos conteúdos em seu cotidiano

(Gohn, 1999). No entanto, a educação formal muitas vezes falha em estabelecer essa relação, tornando as aulas desinteressantes (Trilla, 1993).

Segundo os autores Trilla, 1993 e García Blanco, 1999, fala sobre a estrutura engessada do ensino tradicional não favorece a autonomia dos estudantes. Os estudantes deveriam ser incentivados a construir seu próprio conhecimento de maneira ativa, explorando diferentes contextos de aprendizado (García Blanco, 1999). A rigidez curricular impede esse processo, limitando o potencial criativo e investigativo dos estudantes.

Baseada na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) a educação não formal surge como um complemento essencial à educação tradicional, pois permite maior flexibilidade e adaptação às necessidades dos aprendizes (Marandino et al., 2009). Os espaços não formais oferecem um ambiente dinâmico e interativo, favorecendo a aprendizagem ativa e exploratória (Marandino et al., 2009; García Blanco, 1999).

Os espaços de educação não formal, como museus e centros culturais, permitem que o aprendizado ocorra de forma contextualizada e significativa (Gohn, 1999; García Blanco, 1999). Essas experiências educativas estimulam a curiosidade e a criatividade dos participantes, tornando o processo de ensino mais envolvente (Gohn, 1999).

Em paralelo, a educação não formal promove a inclusão e a democratização do conhecimento (Gohn, 1999; Trilla, Ghanem, 2008). Essa abordagem atende a diversos perfis de aprendizes, incluindo aqueles que encontram dificuldades no modelo tradicional (Trilla, Ghanem, 2008). Isso é essencial para reduzir desigualdades e ampliar o acesso à educação de qualidade (Gohn, 1999; Trilla & Ghanem, 2008).

Outro aspecto importante é o estímulo à autonomia e ao pensamento crítico (Morán, 2015; Trilla, Ghanem, 2008). A educação não formal permite que os estudantes aprendam no seu próprio ritmo e explorem temas de interesse pessoal, desenvolvendo habilidades essenciais para a tomada de decisão e a resolução de problemas (Morán, 2015).

Por fim, a complementaridade entre a educação formal e não formal possibilita um aprendizado mais completo e diversificado (Trilla, Ghanem, 2008; García Blanco, 1999).

A interação entre diferentes modelos educativos favorece uma formação integral, preparando os indivíduos para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo de maneira mais eficaz, como as metodologias ativas, que aliadas às novas tecnologias, permitem a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos e personalizados, aumentando o engajamento dos estudantes (Morán, 2015; Marandino et al., 2009).

A educação híbrida e a sala de aula invertida são exemplos de abordagens inovadoras

que integram recursos tecnológicos ao ensino formal (Morán, 2015; Trilla, 1993). Essas estratégias proporcionam maior autonomia aos estudantes, permitindo que acessem os conteúdos de forma flexível e aprofundem seus conhecimentos por meio de atividades práticas (Morán, 2015; Trilla, 1993).

Somado a isso, as plataformas digitais e os ambientes virtuais de aprendizagem ampliam as possibilidades da educação não formal (Marandino et al., 2009; García Blanco, 1999). A utilização de ferramentas tecnológicas permite a realização de atividades interativas e colaborativas, favorecendo o aprendizado por meio da experimentação e da prática (Marandino et al., 2009).

As metodologias ativas também desempenham um papel essencial nesse processo (García Blanco, 1999; Trilla, Ghanem, 2008). Estratégias como aprendizagem baseada em projetos e ensino por investigação incentivam os estudantes a assumir um papel mais ativo na construção do conhecimento, promovendo um aprendizado mais significativo e duradouro (García Blanco, 1999).

Por fim, a combinação entre tecnologia e metodologias ativas fortalece a integração entre a educação formal e não formal (Gohn, 1999). Essa abordagem possibilita a criação de experiências educativas mais dinâmicas e engajadoras, contribuindo para a formação de indivíduos mais críticos e preparados para os desafios do século XXI (Trilla, 1993; Gohn, 1999).

3.3. Desafios e Perspectivas da Educação Não Formal

A educação não formal enfrenta diversas barreiras que limitam seu potencial no cenário educacional (Gohn, 2006). A ausência de um conceito claro sobre o que configura essa modalidade dificulta seu reconhecimento pelas políticas públicas e pela sociedade. Além disso, a visão tradicional de que a educação válida deve ocorrer apenas em instituições formais ainda prevalece em muitos setores (Gohn, 2006).

Outro desafio é a falta de investimento financeiro. Projetos de educação não formal, dependem de parcerias instáveis com ONGs ou financiamento intermitente do Estado, o que compromete a continuidade das atividades (Marandino et al., 2002). Sem recursos adequados, torna-se mais trabalhoso oferecer uma estrutura pedagógica robusta e atrativa para os participantes.

A formação insuficiente de profissionais para atuar nesse campo é outra barreira. A maioria dos educadores não recebe treinamento específico para trabalhar em espaços não

formais, o que limita a capacidade de inovação e adaptação às necessidades dos participantes (Smith, 2001). Essa carência reflete a marginalização histórica da educação não formal em termos de políticas formativas (Pereira, 2001).

As políticas públicas em educação ainda concentram a maior parte dos investimentos nos sistemas formais, mas algumas iniciativas têm buscado integrar a educação não formal ao contexto educacional. O incentivo a programas de parceria entre escolas e museus, por exemplo, tem mostrado resultados positivos ao complementar o aprendizado escolar com experiências práticas (Morán, 2015).

Uma iniciativa relevante é o Programa "Ciência Móvel – Vida e Saúde para Todos", desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Esse programa leva exposições interativas, oficinas e experimentos científicos a diferentes localidades, especialmente em regiões com pouco acesso a museus e centros de ciência. O objetivo é aproximar a ciência do cotidiano dos estudantes e da comunidade, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. A iniciativa estabelece parcerias com escolas, permitindo que os estudantes vivenciem experiências práticas relacionadas a temas científicos, complementando os conteúdos abordados em sala de aula e despertando maior interesse pela ciência.

Outro exemplo são os programas comunitários que promovem a educação em saúde, cidadania e sustentabilidade. Esses projetos mostram como a educação não formal pode gerar impactos sociais importantes, especialmente em comunidades vulneráveis (Gohn, 2001). No entanto, para que essas iniciativas tenham alcance mais significativo, é necessário criar um arcabouço legal que reconheça e valorize a educação não formal como parte integrante do sistema educacional. Além disso, políticas públicas que fomentem a formação continuada de educadores para atuar nesse campo são fundamentais (Pereira, 1996).

A criação de redes de colaboração entre diferentes setores da sociedade pode também ampliar o impacto dessas iniciativas. A atuação conjunta de instituições de ensino, empresas e organizações sociais pode favorecer a troca de experiências e recursos, tornando as ações mais eficientes e sustentáveis (Smith, 2001).

As tendências para o futuro da educação não formal apontam para a integração cada vez maior de tecnologias digitais. O uso de plataformas virtuais e dispositivos móveis tem ampliado as possibilidades de aprendizado fora das salas de aula convencionais, tornando a educação mais acessível e personalizada (Morán, 2015).

Outra inovação significativa é o crescente uso de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e a gamificação. Essas abordagens estimulam o

protagonismo dos participantes, tornando-os agentes ativos em seu processo de aprendizagem (Keller-Franco, Massetto, 2012).

A colaboração entre ambientes formais e não formais é uma tendência que pode se intensificar. Essa hibridização permite que os aprendizados adquiridos em espaços não formais sejam reconhecidos e integrados ao currículo tradicional (Cyrino, Toralles-Pereira, 2004). Por fim, a valorização da educação ao longo da vida pode ser uma diretriz central para o futuro da educação não formal. Essa perspectiva reconhece que o aprendizado não se restringe à infância e juventude, mas pode ser contínuo, abrangendo diferentes etapas da vida e contextos sociais (Smith, 2001).

SEÇÃO 4. TECNOLOGIAS DIGITAIS NA POPULARIZAÇÃO DE CIÊNCIAS: CONCEITOS, APLICAÇÕES E DESAFIOS

Na presente seção, efetuou-se uma revisão teórica dos elementos centrais da dissertação. A seguir, procederemos à elaboração detalhada dos autores citados como referências para o desenvolvimento da pesquisa. As etapas desta seção são delineadas da seguinte forma: 4.1 - Conceitos e Abordagens sobre Tecnologias Digitais e Divulgação Científica; 4.2 - Tipos de Tecnologias Digitais e Formas de Divulgação Científica; 4.3 - Realidade Aumentada e Realidade Virtual na Divulgação Científica.

4.1 Conceitos e Abordagens sobre Tecnologias Digitais e Divulgação Científica

Nos últimos anos, a reflexão sobre o desenvolvimento das Tecnologias Digitais (TD) tem ganhado destaque, com especial atenção a como torná-lo mais significativo para os estudantes. As TD tem sido objeto de estudo por pesquisadores de diversas áreas e níveis de formação, por sua abrangência de possibilidades, LÉVY, 1996; LÉVY, 1999; e LEITE, 2021) que buscam compreender como as TD podem potencializar, colaborar e enriquecer a Educação, com seus artefatos, tornando-a mais realista e com protagonismo dos Estudantes.

De acordo com Souza et al. (2021), as TD são fundamentais para integrar elementos multimídia ao ensino, tornando-o mais interativo e alinhado às demandas dos estudantes em um contexto digital. Isso inclui ferramentas como simuladores de laboratório e programas de modelagem molecular, que auxiliam na visualização de conceitos abstratos e promovem a interação entre estudantes e professores.

Conforme argumentado por Bangemann (1994), as tecnologias não apenas podem melhorar a compreensão dos estudantes, mas também promovem o desenvolvimento da autonomia dos estudantes no processo de aprendizado., permitindo que os estudantes

explorem conteúdos de maneira independente e fora do ambiente escolar. Da mesma forma, Pimentel (2015), diz que as TD têm o potencial de proporcionar um aprendizado mais espontâneo e inovador, especialmente no contexto extraescolar, onde as crianças utilizam essas ferramentas de forma mais criativa.

A partir desses pensamentos, com a incorporação de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, pode tornar a EQ mais eficiente, principalmente quando combinados com aplicativos específicos, como o QuimicAR, que facilitam a interação e a personalização do aprendizado (Souza et al., 2021). No entanto, a integração desses recursos exige uma formação contínua de professores para que possam utilizá-los de maneira eficaz e superar resistências às mudanças pedagógicas (Pascoin; Carvalho, 2023).

Segundo Blanco (1995), inovar é mais do que introduzir novos recursos; trata-se de uma mudança reflexiva que melhora a qualidade da educação. Assim, ferramentas digitais como plataformas colaborativas, como o Miro, Google Classroom e Padlet, oferecem oportunidades para repensar a melhoria de práticas tradicionais e desenvolver ambientes de aprendizado mais dinâmicos.

A cibercultura, como explorada por Lévy (1999), redefine as fronteiras do aprendizado, permitindo que os estudantes se envolvam em comunidades globais de conhecimento. Essas comunidades são redes de pessoas interconectadas por meio da TD, independentemente de barreiras geográficas elas permitem a troca de informações, experiências e conhecimentos em escala mundial. Essa descentralização do aprendizado, mediada por TD, pode promover a autonomia e a colaboração, elementos centrais em uma educação voltada para um futuro em constante transformação.

Castells (2007) destaca que, apesar do potencial inclusivo das TD, as desigualdades de acesso continuam sendo um desafio. No entanto, iniciativas como cursos online gratuitos e plataformas acessíveis têm contribuído para democratizar a educação, alcançando comunidades marginalizadas e expandindo o impacto da educação digital e iniciativas de divulgação científica com a incorporação de TD, Amaro (2022).

Segundo Perrenoud (2000), a formação docente é crucial para a integração eficaz das TD na educação. Professores capacitados para utilizar tecnologias como ferramentas de edição, comunicação remota e plataformas interativas têm maior capacidade de criar experiências pedagógicas. Além disso, Kozinets (2014) aponta que a análise das interações digitais por meio da netnografia, um método de pesquisa qualitativa que adapta as técnicas da etnografia tradicional para o ambiente digital.

Esse método permite a análise das interações, comportamentos e culturas que emergem em comunidades online, sendo amplamente utilizado em estudos sobre aprendizagem digital e cibercultura pode ajudar educadores a entenderem como os estudantes se envolvem com o conhecimento em contextos online. O entendimento pode ser aplicado para adaptar práticas pedagógicas às necessidades e interesses dos estudantes.

Tabela 1. Relação entre as Competências Docentes de Perrenoud (2000) e as Competências Gerais da BNCC (2019) no Uso de Tecnologias Digitais

Competências de Perrenoud (2000)	Competência da BNCC Relacionada	Relação com Tecnologias Digitais
1. Organizar e dirigir situações de aprendizagem	Mobilizar conhecimentos e habilidades (Competência 1 da BNCC)	Uso de plataformas digitais e simulações para organizar aulas mais dinâmicas.
2. Gerir a progressão das aprendizagens	Utilizar tecnologias digitais para resolver problemas e produzir conhecimento (Competência 5)	Monitoramento do progresso via ferramentas como quizzes e relatórios digitais.
3. Diferenciação de dispositivos de ensino	Desenvolver autonomia, protagonismo e autoria (Competência 6)	Uso de TD personalizadas para atender diferentes ritmos e perfis de alunos.
4. Envolver os alunos em seu aprendizado	Participar ativamente do mundo digital de forma crítica e ética (Competência 5 e 6)	Ferramentas colaborativas como Google Classroom para engajar os estudantes.
5. Trabalhar em equipe	Colaboração e comunicação (Competência 4)	Utilização de fóruns, redes sociais e atividades online em grupo.
6. Participar da gestão escolar	Mobilizar práticas sociais e tecnológicas (Competência 7)	Uso de tecnologias na administração e gestão de projetos escolares.
7. Informar e envolver os pais	Comunicação eficaz (Competência 4)	Ferramentas digitais para comunicação escola-família, como aplicativos.
8. Utilizar novas tecnologias	Criar, usar e compreender tecnologias digitais (Competência 5)	Uso de simuladores, aplicativos e tecnologias digitais no ensino de Química.
9. Enfrentar dilemas éticos	Uso ético e reflexivo das TD (Competência 10)	Reflexão sobre o uso ético das tecnologias no contexto escolar e científico.

Competências de Perrenoud (2000)	Competência da BNCC Relacionada	Relação com Tecnologias Digitais
10. Formação contínua	Desenvolvimento pessoal e profissional contínuo (Competência 9)	Formação de professores para uso das TD no processo pedagógico.

Fonte: adaptado, autora (2024)

Na tabela 1, a integração das competências de Perrenoud (2000) com as competências gerais da BNCC (Brasil, 2018) no contexto da EQ destaca a importância das tecnologias digitais como ferramentas essenciais para promover uma aprendizagem inovadora e significativa. Segundo Perrenoud (2000), o uso de novas tecnologias é fundamental para que o docente organize e direcione situações de aprendizagem mais dinâmicas e contextualizadas.

Já a BNCC (Brasil, 2018) destaca na Competência 5 a importância de "compreender, utilizar e criar TD de forma crítica e significativa", pode impactar positivamente o desenvolvimento de habilidades científicas, como observação, protagonismo e experimentação, ao proporcionar experiências mais imersivas, interativas e acessíveis no educação de Ciências., o que se aplica perfeitamente a EQ por meio de simuladores e plataformas digitais, como o *PhET Interactive Simulations* (Souza et al., 2021).

O *PhET Interactive Simulations* (Souza et al., 2021) é um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado que disponibiliza simulações interativas para o ensino de ciências e matemática. No contexto da Química, o PhET permite a simulação de reações químicas, práticas laboratoriais virtuais e a visualização de conceitos abstratos, como interações moleculares, equilíbrio químico e ligações químicas. Essas simulações possibilitam que os estudantes manipulem variáveis, observem resultados em tempo real e testem hipóteses de forma segura e acessível, sem a necessidade de laboratórios físicos. Dessa forma, a ferramenta contribui para a aprendizagem ativa e pode ser utilizada tanto em ambientes formais quanto não formais de ensino.

A utilização de tecnologias digitais fortalece a competência de gerir a progressão das aprendizagens (Perrenoud, 2000), permitindo que professores monitorem o desenvolvimento dos estudantes em tempo real e adaptem suas estratégias pedagógicas conforme necessário. Ferramentas como o Google Classroom ou softwares específicos de análise de desempenho possibilitam um acompanhamento contínuo, promovendo intervenções direcionadas e eficazes (Pascoin; Carvalho, 2023). Essa abordagem está alinhada com a BNCC (Brasil, 2018), que propõe o uso das tecnologias para "resolver problemas e produzir conhecimento", facilitando

a consolidação de conceitos químicos complexos, como o comportamento dos gases ou as reações ácido-base.

Além disso, as TD estimulam o protagonismo e a colaboração dos estudantes, competências defendidas tanto por Perrenoud (2000) quanto pela BNCC (Brasil, 2018). Perrenoud ressalta que envolver os estudantes em seu processo de aprendizagem é crucial para o desenvolvimento da autonomia. A BNCC, na Competência 6, destaca a necessidade de "desenvolver projetos que incentivem autoria e protagonismo". Aplicativos colaborativos e metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), permitem que os estudantes utilizem ferramentas digitais para investigar temas científicos e sociais relacionados à Química, como poluição atmosférica e reações de combustão (Lévy, 1999; Kozinets, 2014).

Em paralelo, a formação contínua dos professores pode ser crucial para o uso eficiente das TD na EQ. Perrenoud (2000) destaca a gestão da formação contínua como uma competência necessária para que o docente se mantenha atualizado em um contexto educacional em constante transformação. A BNCC também ressalta, na Competência 9, a importância do desenvolvimento profissional dos educadores, especialmente no domínio das TD, Brasil (2018).

Dessa forma, a capacitação de professores em ferramentas como simuladores digitais e plataformas de experimentação virtual não apenas melhora as práticas pedagógicas, mas também prepara os estudantes para enfrentar desafios contemporâneos (Castells, 2007; Buckingham, 2012).

Buckingham (2012) argumenta que a educação digital deve ir além da simples usabilidade das ferramentas, promovendo um pensamento crítico sobre o impacto das tecnologias na sociedade. Isso inclui discutir temas como privacidade digital e ética no uso da informação, preparando os estudantes para serem cidadãos digitais conscientes, que utilizam a tecnologia e a internet de maneira ética, responsável e crítica. Eles compreendem seus direitos e deveres no ambiente digital e buscam promover um uso seguro, respeitoso e produtivo das ferramentas online.

Outra perspectiva sobre tecnologias digitais (TD) é a proposta de Bangemann (1994) que defende que as TD não apenas transformam a forma como aprendemos, mas também ampliam os horizontes do que pode ser ensinado. Ferramentas digitais permitem a exploração de conteúdos complexos de maneira interativa, ajudando os estudantes a conectar o aprendizado teórico à prática, e para a EQ desperta um interesse, por ser uma ciência abstrata.

O uso de programas interativos, como o ChemSketch, destaca-se como uma ferramenta que permite aos estudantes explorar a construção de moléculas em 3D, proporcionando uma visão mais específica e aprofundada dos conceitos químicos (Souza et al., 2021). Somado a isso, os ambientes digitais colaborativos permitem que os estudantes compartilhem ideias, realizem experimentos virtuais e discutam resultados, ampliando suas habilidades de trabalho em equipe (Pimentel, 2015).

Em paralelo, plataformas de educação online, como o Google Classroom, têm sido utilizadas para ampliar o alcance da educação, especialmente durante crises como a pandemia de COVID-19. Essas ferramentas facilitam a comunicação entre professores e estudantes, promovendo um aprendizado híbrido e integrado (Pascoin; Carvalho, 2023).

Outro recurso relevante é o uso de aplicativos móveis dedicados a EQ. Aplicativos como o *PhET Interactive Simulations* oferecem simulações interativas que ajudam os estudantes a visualizar fenômenos químicos abstratos, como ligações moleculares e reações químicas, reforçando o aprendizado de maneira prática (Souza et al., 2021).

Os dispositivos móveis têm um papel central para facilitar o aprendizado em espaços não formais. Com smartphones e tablets, os estudantes podem acessar conteúdos educacionais em qualquer lugar, promovendo o conceito de *mobile learning*, que combina flexibilidade com personalização (Souza et al., 2021).

A análise de dados gerados por plataformas digitais também é um aspecto significativo. Ferramentas analíticas permitem aos professores monitorar o progresso dos estudantes em tempo real, identificando dificuldades e ajustando estratégias pedagógicas de forma mais eficaz (Pascoin; Carvalho, 2023). Por fim, a integração de TD na EQ não apenas enriquece a experiência educacional, mas também prepara os estudantes para um futuro digital. Pimentel (2015) destaca que o domínio dessas tecnologias é essencial para a formação de cidadãos críticos e capazes de enfrentar os desafios da sociedade contemporânea.

4.2. Tipos de Tecnologias Digitais e Formas de Divulgação Científica

A divulgação científica tem se beneficiado do avanço das TD, que proporcionam novas formas de interação e aprendizado. Além da RA e da RV, outras ferramentas digitais vêm sendo amplamente utilizadas para tornar o conhecimento científico mais acessível e envolvente, Souza et al. (2021). Dentre elas, destacam-se os quizzes interativos, que permitem a revisão de conceitos de forma lúdica e dinâmica, e os podcasts educativos, que apresentam conteúdos científicos em formatos acessíveis para diferentes públicos.

Segundo Souza et al. (2021), plataformas como o *Kahoot!* e o *Quizizz* possibilitam testar conhecimentos e reforçar o aprendizado, tornando a experiência mais participativa e motivadora. Já os podcasts, como o "Fronteiras da Ciência" e "SciCast", discutidos por Nogueira e Lima (2020), permitem a divulgação de temas científicos de maneira informal e descontraída, alcançando um público amplo e diversificado.

Outra tecnologia digital usada na divulgação científica é o uso de laboratórios virtuais e simulações interativas. De acordo com Santos et al. (2022), plataformas como *PhET Interactive Simulations* e *Labster* permitem que estudantes e entusiastas da ciência realizem experimentos sem a necessidade de infraestrutura física, facilitando o aprendizado de conceitos complexos. Essas ferramentas são especialmente úteis para instituições com recursos limitados, pois oferecem experiências imersivas e seguras. Além disso, vídeos educacionais e animações científicas disponibilizados em plataformas como YouTube e TikTok têm se mostrado eficazes na popularização da ciência (Silva, Ribeiro, 2021). Essas mídias traduzem conteúdos acadêmicos para linguagens mais acessíveis e visuais, contribuindo para uma maior aproximação do público com temas científicos.

A RA e a RV também desempenham um papel importante na divulgação científica em espaços não formais, como museus e centros de ciências. O Museu da Gente Sergipana, por exemplo, utiliza RA para proporcionar experiências interativas e imersivas aos visitantes, permitindo a visualização de objetos históricos em diferentes perspectivas (Almeida et al., 2019). Já o Museu Catavento, em São Paulo, incorpora a RV em algumas de suas exposições, permitindo que os visitantes "viajem" por dentro de moléculas ou conheçam fenômenos científicos de maneira mais envolvente (Pereira, Costa, 2020). Essas iniciativas demonstram como a integração de tecnologias digitais pode tornar a experiência museológica mais rica e educativa, aproximando o público da ciência e incentivando o interesse pelo conhecimento.

Com isso, a diversidade de tecnologias digitais aplicadas à divulgação científica amplia as possibilidades de ensino e aprendizagem, tornando o conhecimento mais acessível e estimulante. O uso de quizzes, podcasts, laboratórios virtuais, vídeos educativos, além da RA e da RV, contribui para a construção de um ambiente interativo e participativo (Melo & Andrade, 2021). Essas ferramentas não apenas tornam o aprendizado mais dinâmico, mas também incentivam a curiosidade e o pensamento crítico, aspectos essenciais para o desenvolvimento do letramento científico na sociedade.

Ao falar sobre divulgação científica, esta pode ser definida como o processo de comunicação de informações científicas para o público não especializado, utilizando uma

linguagem acessível e adaptada ao entendimento comum (Bueno, 1985). Segundo Reis e Gonçalves (2000), o interesse pelo conhecimento científico tem crescido desde a Revolução Industrial, especialmente com a expansão da escolarização e o aumento da produção tecnológica no século XX. O crescimento de periódicos voltados para a divulgação científica, como *Ciência Hoje* e *Scientific American*, reflete essa demanda por informação científica acessível (Mostafá, Terra, 2000).

A divulgação científica vai além da simples disseminação de informações. Segundo Frota-Pessoa (1988), ela cumpre seis papéis fundamentais: informativo, educativo, social, cultural, econômico e político-ideológico. No Brasil, observa-se uma crescente valorização dessa prática, com iniciativas de acesso livre à produção científica e popularização da ciência através da internet (Nunes, 2003).

A democratização do conhecimento científico através da divulgação é essencial para a formação de uma sociedade mais informada e participativa. Cetto (2001) destaca que a ciência precisa dialogar com a sociedade e que novas tecnologias oferecem oportunidades para estreitar essa relação. Nesse sentido, a divulgação científica desempenha um papel impar na formação cidadã e na tomada de decisões informadas sobre questões científicas e tecnológicas.

As TD têm potencializado significativamente a divulgação científica, tornando o conhecimento mais acessível e interativo, como a utilização da internet. Segundo Valerio e Pinheiro (2008), a internet ampliou exponencialmente o alcance das publicações científicas, permitindo a aproximação entre públicos especializados e não especializados. Isso ocorre especialmente por meio de periódicos eletrônicos, blogs, redes sociais e plataformas de acesso aberto (Pinheiro, 2003).

O impacto das redes eletrônicas na divulgação científica também pode ser observado na crescente interação entre cientistas e o público. Segundo Mostafá e Terra (2000), comunidades virtuais e listas de discussão proporcionam um espaço dinâmico para a disseminação do conhecimento. Dessa forma, as tecnologias digitais não apenas ampliam a audiência, mas também possibilitam uma maior participação da sociedade na produção do conhecimento científico.

A convergência entre tecnologia e divulgação científica permite o desenvolvimento de novas estratégias para engajar o público em temas de ciência e tecnologia. Projetos interativos e multimodais, como a RA e a visualização de dados, são exemplos de abordagens inovadoras que tornam a ciência mais acessível e compreensível (Alvarez, 2002). Assim, as tecnologias

digitais atuam como catalisadoras da democratização do conhecimento científico, reduzindo barreiras e promovendo uma sociedade mais informada e participativa.

4.3. Realidade Aumentada e Realidade Virtual na Divulgação Científica

Existe uma concepção equivocada sobre os termos "real" e "virtual", frequentemente interpretados como opostos. Lévy (1996) esclarece que, no uso comum, "virtual" é muitas vezes associado à ideia de "irrealidade", o que tornaria o conceito de RV aparentemente contraditório porque, antes da popularização das tecnologias imersivas, o virtual era amplamente associado ao imaginário ou ao que não possuía correspondência no mundo físico. Entretanto, sob uma perspectiva filosófica, o virtual pode ser entendido como algo "em potência, mas não em ato", enquanto a realidade envolve a concretização material e uma presença tangível (LÉVY, 1996). O termo Realidade Virtual foi introduzido no final da década de 1980 para descrever novas interfaces interativas que iam além da simples reprodução multimídia encontrada em interfaces bidimensionais até então predominantes (VELOSO, 2011).

Tanto a Realidade Virtual quanto a RA são tecnologias computacionais que possibilitam ao usuário visualizar e interagir com ambientes híbridos, mesclando elementos do mundo real e digital. Conforme Tori e Kirner (2006, p. 23), essas tecnologias permitem a criação de cenários que combinam objetos reais e virtuais, estáticos ou dinâmicos. Apesar de possuírem nomes semelhantes, elas apresentam características distintas.

A RV é uma tecnologia que possibilita a interação do usuário com ambientes tridimensionais gerados por computador, proporcionando uma experiência imersiva. Kirner e Siscoutto (2007) a definem como "uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário navegar e interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador, utilizando dispositivos multissensoriais". Essa interação é viabilizada por equipamentos como óculos ou capacetes de RV, que transportam temporariamente o usuário para um ambiente simulado. Embora a visão desempenhe um papel central nessa tecnologia, outros sentidos, como audição e tato, também podem ser incorporados, tornando a experiência mais rica e envolvente.

Além de permitir a navegação por espaços virtuais, a RV se destaca por oferecer ambientes controlados e seguros para diversas aplicações. Segundo Tori, Hounsell e Kirner (2020), essa tecnologia utiliza dispositivos como capacetes de visualização, luvas de dados e rastreadores, possibilitando que os usuários interajam de forma natural com o ambiente

simulado. O isolamento do mundo real e a sensação de presença nesses espaços artificiais favorecem experiências imersivas e interativas. Leite (2021) enfatiza que essa característica torna a RV uma ferramenta valiosa para o aprendizado, ao permitir que os usuários explorem cenários e realizem atividades de maneira dinâmica e contextualizada, contribuindo para uma maior assimilação dos conteúdos e um envolvimento mais ativo no processo educacional.

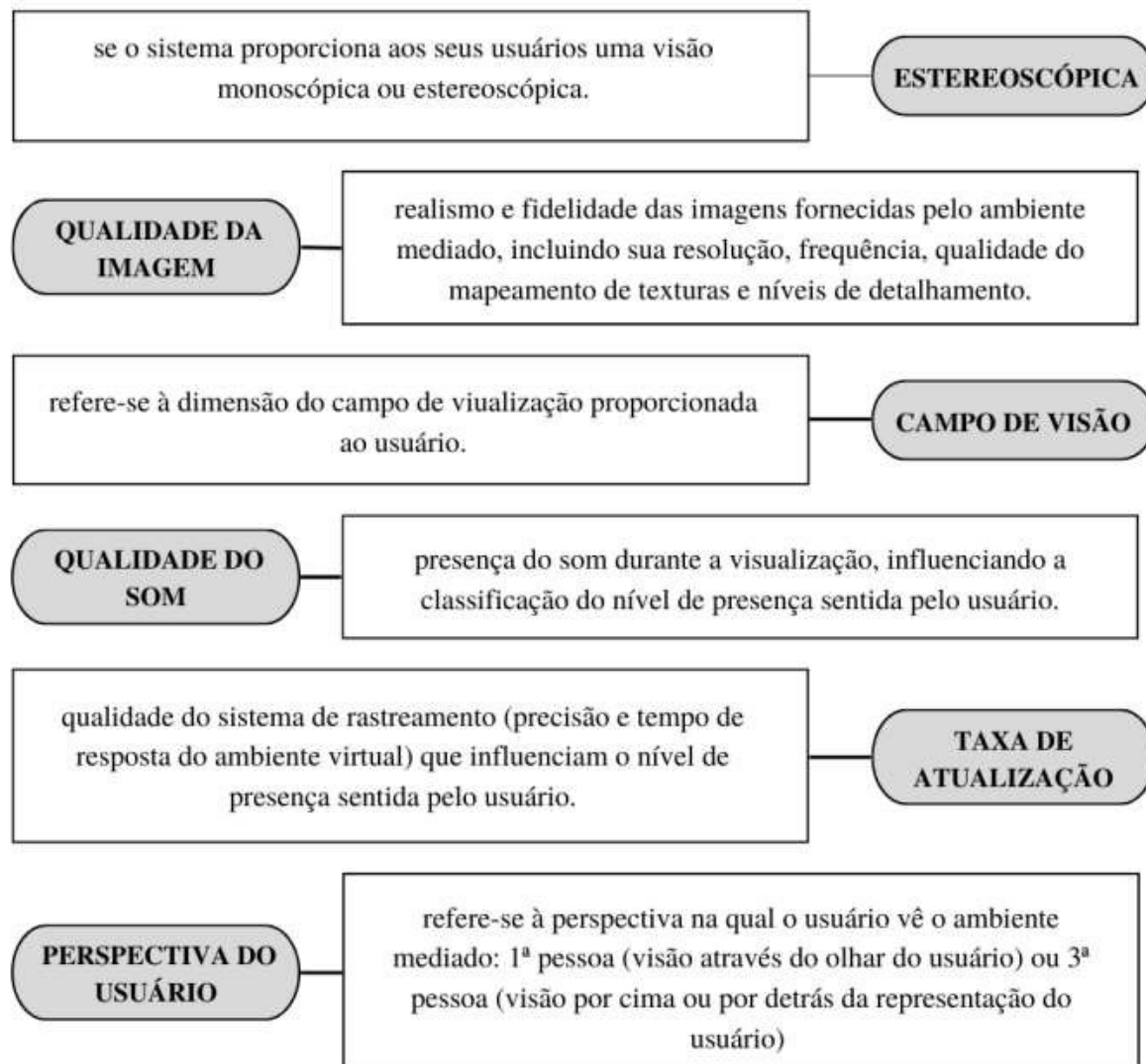
As interfaces de RV geram uma intensa sensação de presença no ambiente virtual, sendo capaz de criar uma impressão tão vívida que chega a simular a realidade, mesmo quando apresentada de maneira ficcional. A experiência com essas interfaces é composta por quatro elementos essenciais: o mundo virtual, a imersão, a resposta sensorial ou feedback e a interatividade (Sherman; Craig, 2003, p. 6).

De acordo com Dunleavy; Dede; Mitchell (2009), a RV é utilizada em contextos educacionais, possibilitando que os estudantes pratiquem habilidades em ambientes simulados que replicam situações do mundo real. Akçayır; Akçayır (2017) afirmam que a RV facilita o entendimento de conceitos abstratos e a aplicação prática de teorias. Além disso, Kozma; Russell (2005) mencionam que simuladores virtuais, como *Molecular Workbench*, permitem a realização de experimentos complexos, promovendo a aprendizagem por meio de metodologias baseadas em experimentação.

De acordo com Sherman e Craig (2003, p. 7), o mundo virtual é entendido como um espaço imaginário, geralmente representado por meio de uma mídia ou descrito como um conjunto de objetos em um espaço, juntamente com as regras e relações que os governam. Nos ambientes de Realidade Virtual, as simulações apresentam um formato tridimensional, permitindo que o usuário perceba as interações entre seus movimentos e as dimensões de comprimento, largura e altura do espaço em que está envolvido (FIALHO, 2018, p. 26).

A imersão, por sua vez, refere-se à sensação de estar fisicamente presente em um ambiente. Cummings e Bailenson (2012) destacam diversas variáveis que influenciam o grau de imersão nos sistemas de Realidade Virtual, representadas no diagrama a seguir, Figura 1:

Figura 1. Diagrama das variáveis que compõem a imersividade na Realidade Virtual

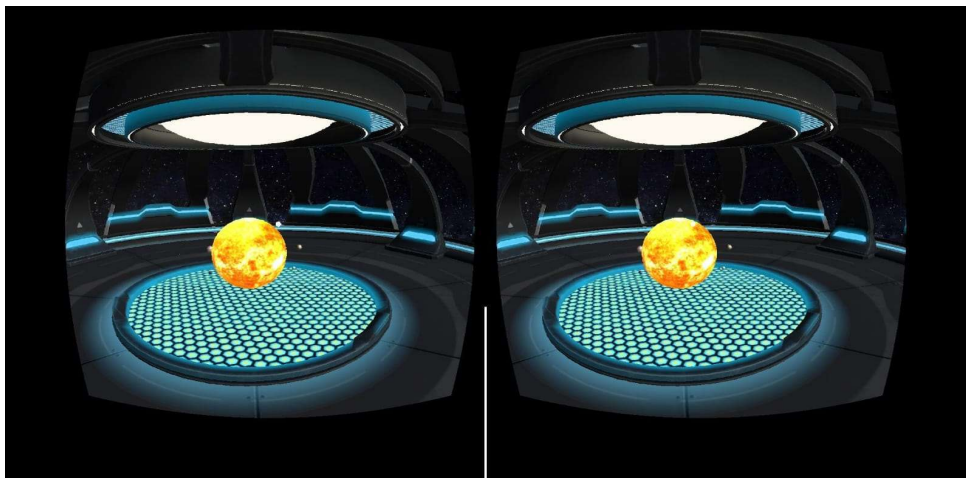


Fonte: Gulart, 2021, com base em Cummings e Bailenson (2012, p. 7-8)

A estereoscopia relatada na figura 1, está relacionada à capacidade de se enxergar em três dimensões, isto é, de perceber a profundidade. O princípio de funcionamento da maioria dos dispositivos estereoscópicos é o oferecimento de imagens distintas aos olhos esquerdo e direito do observador, proporcionando sensação de profundidade, tal qual quando se observa um objeto real (SISCOUTTO et al., 2006, p. 226).

Assim, os dispositivos RV apresentam a tela em duas partes, conforme apresentado na figuras 2, cada uma delas exibe a mesma imagem do objeto para cada olho (direito e esquerdo), permitindo a percepção de tridimensionalidade do mundo real.

Figura 2. Tela aplicativo Realidade Virtual



Fonte: *print screen*, autora (2024)

Sherman e Craig (2003, p. 9) apontam que a RV proporciona uma imersão obtida por meios físicos, designada por imersão física, que é produzida por recursos sensoriais provocando estímulos sintéticos dos sentidos do corpo, o que não significa que todos os sentidos ou que todo o corpo esteja imerso. Ainda segundo os autores, a Realidade Virtual permite a experimentação de uma realidade imaginada através desses sentidos, ou seja, vale-se menos da imaginação do usuário durante a experiência e mais do cenário gerado em ambiente virtual (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 10).

A resposta ou feedback sensorial compreende a capacidade do sistema em detectar os inputs no próprio sistema e modificar, em tempo real, o mundo virtual, provocando intervenções sobre ele, isso é possível com base na detecção da posição física dos participantes. Ou seja, não é a reprodução repetida de uma gravação multimídia. Na maioria dos casos, é o sentido visual que orienta esse feedback. (SHERMAN; CRAIG, 2003, p. 10).

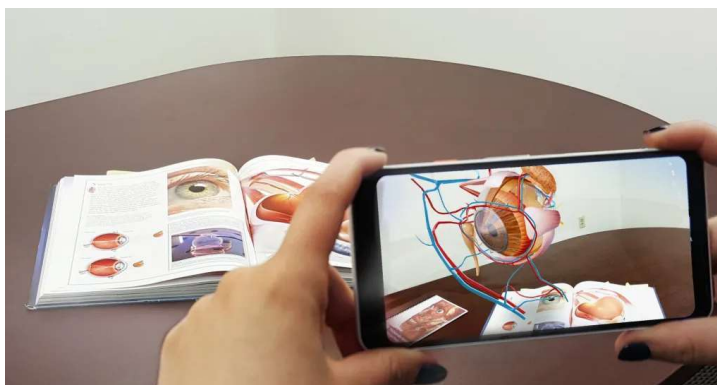
Ao pressupor que a RV se utiliza de sistemas computacionais sensíveis a este posicionamento do usuário, os autores afirmam a existência de uma interatividade com o ambiente, ou seja, o usuário possui a capacidade de interagir com o mundo virtual (Gulart, 2022).

Conforme descrito por Wu; Shah (2004), a RV também oferece oportunidades para a EQ, permitindo que os estudantes visualizem estruturas moleculares, acompanhem reações químicas em tempo real e explorem interações atômicas de maneira prática. Leite (2021) destaca que o uso de simuladores digitais contribui para a redução de custos e riscos associados a experimentos físicos, além de melhorar o engajamento e o desempenho acadêmico dos estudantes.

A colaboração em ambientes virtuais também é mencionada por Johnson; Adams Becker; Estrada; Freeman (2015), que afirmam que plataformas de RV permitem que os estudantes desenvolvam habilidades de trabalho em equipe e resolvam problemas de maneira colaborativa, mesmo em contextos geograficamente distantes. Kozinets (2014) complementa, explorando a importância das interações digitais e da inteligência coletiva em espaços virtuais.

Agora a tratar sobre a RA, ela é uma tecnologia que sobrepõe informações e objetos virtuais ao ambiente real, permitindo a interação simultânea com os dois mundos. Segundo Tori, Hounsell; Kirner (2020), a RA é utilizada em diversas áreas, incluindo Educação, como Google Expeditions permitem que estudantes explorem conteúdos interativos, como visualizar em 3D o sistema solar, Medicina, o Touch Surgery é um excelente simulador de cirurgia que permite que os estudantes apliquem seus conhecimentos teóricos na prática e Turismo como o Educity, permitem que estudantes e turistas apontem a câmera do celular para monumentos históricos e recebam informações sobre eles instantaneamente.

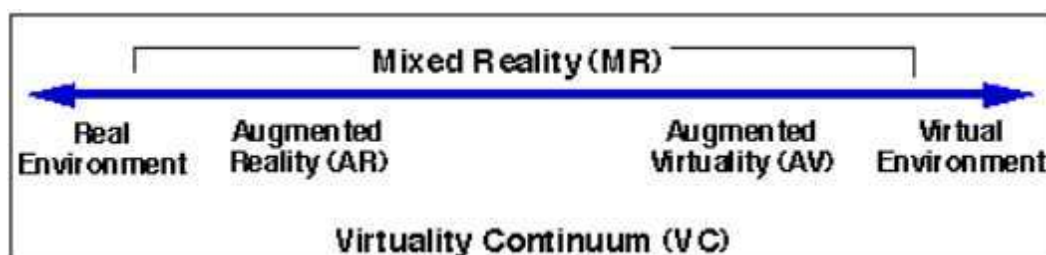
Figura 3 . *Touch Surgery* simulador de cirurgia com RA



Fonte: *Touch Surgery* (2019)

Para o funcionamento desses sistemas, são necessários dois componentes essenciais: hardware e software. O hardware abrange dispositivos de entrada, como câmeras e sensores, além de telas e processadores. Já o software é responsável por funções como posicionamento e combinação de imagens, interação com o usuário e interfaces multimodais (TORI; KIRNER, 2006, p. 28).

Figura 4. *Continuum Realidade-Virtualidade*



Fonte: Milgram e Kishino (1994)

Na parte esquerda do continuum de realidade-virtualidade, conforme demonstra a figura 4, está localizado o ambiente real e, na direita, o ambiente virtual (onde estariam incluídos os ambientes da Realidade Virtual), os elementos que se encontram entre as extremidades desses dois ambientes são considerados Realidade Mista. De forma que tanto a Realidade Aumentada (aquela em que elementos virtuais são adicionados ao mundo real) quanto a Virtualidade Aumentada (aquela em que elementos reais são adicionados ao mundo virtual) compõem realidades misturadas.

Assim, evidencia-se que as tecnologias se diferenciam. Enquanto a Realidade Virtual se localiza em uma das extremidades do continuum realidade-virtualidade, a Realidade Aumentada está entre as extremidades. O quadro abaixo apresenta as diferenças em suas características:

Figura 5. Diferenças entre a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada

REALIDADE VIRTUAL	REALIDADE AUMENTADA
A RV é totalmente digital, portanto, não há interação no mundo real.	Há um enriquecimento das cenas com a inserção dos objetos virtuais.
A sensação visual é totalmente gerada e controlada por computador.	O sentido de presença no mundo real é mantido pelo usuário.
A RV necessita de um mecanismo de integração total ou parcial entre o mundo virtual e o usuário.	Há a necessidade de um mecanismo (interface) para combinar a RA com o mundo real.

Fonte: Fialho (2018)

As aplicações da RA são classificadas conforme os dispositivos de exibição utilizados, podendo ser: (i) móveis, utilizando câmeras e sensores de movimento, como giroscópio e acelerômetro, presentes em smartphones e tablets; (ii) desktop, por meio de webcams e monitores de computadores e notebooks; (iii) óculos, que contam com visores semitransparentes ou baseados em vídeo, capazes de processar essa tecnologia; e (iv) projetores, conhecidos como Spatially Augmented Reality (SAR), que projetam imagens virtuais diretamente sobre superfícies no ambiente real (JÚNIOR, 2017, p. 108).

Os dispositivos de RA, como smartphones e óculos inteligentes, utilizam sensores de movimento, câmeras e geoprocessamento para detectar o ambiente e posicionar objetos virtuais de forma precisa. As aplicações dessa tecnologia geralmente necessitam de um marcador para incluir as informações Virtuais. Esses marcadores podem ser visuais (como código QR) ou naturais como os filtros do instagram.

Essas TD revolucionam a maneira como a ciência é ensinada e divulgada, proporcionando experiências imersivas e interativas. Enquanto a RV transporta os usuários para ambientes tridimensionais simulados, permitindo a experimentação segura de fenômenos complexos, a RA enriquece o mundo real com informações visuais adicionais, facilitando a compreensão de conceitos abstratos. Essas tecnologias ampliam o acesso ao conhecimento, tornando a aprendizagem mais dinâmica e envolvente (TORI; KIRNER, 2006).

Ambientes virtuais colaborativos, impulsionados pela RV, possibilitam que cientistas, professores e estudantes de diferentes partes do mundo compartilhem descobertas e realizem pesquisas em conjunto, superando barreiras geográficas. Além disso, museus e centros de ciências já utilizam essas tecnologias para oferecer exposições interativas, tornando a ciência mais acessível e estimulando o interesse do público. Dessa forma, a RV e a RA não apenas enriquecem a educação científica, mas também desempenham um papel fundamental na popularização do conhecimento.

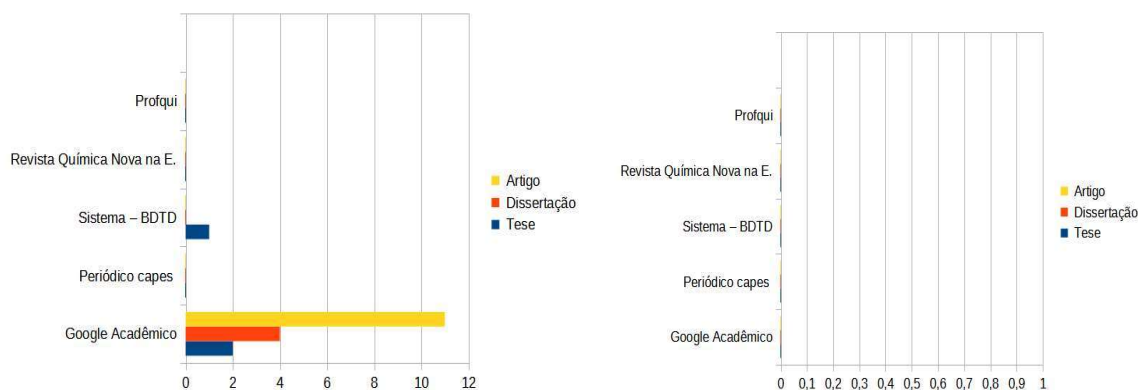
A interligação entre RA e RV representa uma abordagem híbrida no uso de TD para a educação, promovendo diferentes níveis de engajamento e interação. De acordo com Milgram e Kishino (1994), enquanto a RA situa-se em um ponto intermediário no continuum de realidade mista, a RV se posiciona na extremidade virtual, criando ambientes totalmente simulados. Schlemmer (2018) destaca que a combinação dessas tecnologias potencializa o aprendizado ao integrar experiências concretas e imersivas, permitindo que conceitos abstratos sejam explorados em diferentes perspectivas.

Além das aplicações anteriormente listadas, a utilização da RV e RA como ferramenta

educativa também vem sendo amplamente discutida em estudos acadêmicos. Em levantamento bibliográfico, observou-se a existência de um número significativo de artigos acerca da temática. No que refere-se a artigos, teses e dissertações, a pesquisa realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Google acadêmico, Periódico Capes, Revista Química Nova na Escola, Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (Profqui) e apontou alguns trabalhos referentes ao assunto, mas nenhum sobre a Incorporação de Tecnologias Digitais em Show de Química.

No intuito de encontrar trabalhos relacionados à temática da utilização da Realidade Virtual e Aumentada especificamente no show de Química, utilizou-se os descritores: “realidade virtual” - “realidade aumentada” - “educação química” - “incorporação” – “show de química”. Para tanto, priorizou-se os estudos dos últimos dez anos, compreendidos entre os anos de 2014-2024, nas seguintes bases de dados: Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (Profqui), Revista Química Nova na Escola, Sistema biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) Periódico Capes e Google Acadêmico.

Figura 6. Quantidade de Trabalhos – 2014 a 2024



Fonte: *print screen*, autora (2024)

Obtiveram-se dezoito resultados, entre eles, três teses, quatro dissertações e onze artigos. Destes trabalhos, quando abordados o critério da pesquisa “Show de Química”, não foram encontrados na literatura essa incorporação em shows e em mostras científicas com incorporações digitais, figura 6 lado direito. Mas entre os dezoito trabalhos encontrados nos levantamentos de dados, três seguiram o critério do Show de Química da Ufal, e seguiam a mesma linha de pensamento. Na próxima seção expressará o papel e relevância dos shows e mostras científicas embasadas com alguns autores encontrados nos trabalhos.

SEÇÃO 5: USINA CIÊNCIA E O SHOW DE QUÍMICA

Na presente seção, apresenta uma análise dos aspectos centrais relacionados à Usina Ciência e ao Show de Química, abordando suas origens, objetivos e contribuições para a educação de ciências. Este segmento está estruturado em três partes principais: 5.1 - A Usina Ciência e seu Papel na Divulgação Científica ; 5.2 - O Show de Química: Conceito e Impacto Educacional.

5.1 A Usina Ciência e seu Papel na Divulgação Científica

Inaugurada em 1991, a Usina Ciência é um espaço de divulgação e disseminação da ciência, além de funcionar como um núcleo de apoio pedagógico. A Usina Ciência é um órgão suplementar da Universidade Federal de Alagoas, vinculado à Pró-Reitoria de Extensão (ProEx), Pibit (2024) e tem como objetivos:

- Melhoria da educação em Ciências: Contribuição para a qualidade da educação de ciências no ensino fundamental e médio.
- Popularização e Desmistificação da Ciência: Tornar a ciência e a tecnologia acessíveis e compreensíveis, destacando sua dimensão histórica.
- Conexão da Ciência com a Vida Cotidiana: Trazer os conceitos científicos para o contexto cotidiano dos estudantes e do público.
- Divulgação do Conhecimento Acadêmico: Compartilhar o conhecimento gerado nas universidades com o público em geral.
- Estímulo ao Envolvimento com a Ciência e Tecnologia: Aumentar a consciência pública sobre a importância da ciência e tecnologia, incentivando a participação em atividades relacionadas.

Para alcançar os objetivos mencionados, a Usina Ciência reúne o principal acervo de experimentos educativos científicos e tecnológicos do estado de Alagoas, distribuído em salas de exposições, laboratórios, parque científico, experimentoteca (que contém kits de experimentos), planetário e biblioteca. Além disso, a Usina realiza ações educativas e de divulgação científica vinculadas a três programas desenvolvidos pela instituição:

- Incentivo à aprendizagem das ciências naturais: apoio às atividades escolares;
- Popularização e disseminação das ciências naturais;
- Aperfeiçoamento de professores de ciências naturais de nível fundamental e médio.

O objetivo desses programas é disseminar a ciência, incentivar e estimular estudantes, professores e pessoas da comunidade em geral a dispor de maior interesse pelas disciplinas das ciências exatas e da natureza, como Biologia, Física, Química e Astronomia.

Neste contexto, a Usina Ciência realiza as seguintes atividades:

- Organização e realização de palestras, mostras, evento "Usina Ciência mais divertida", como na figura 7, Divertidamente, aulas-show de Química, Geografia, Biologia, Astronomia e Física;
- Participação em mostras científicas;
- Realização de cursos e oficinas.

Figura 7. Eventos Usina Ciência mais divertida



Fonte: Usina Ciência (2024)

A principal atividade desenvolvida pela instituição são as aulas-show, realizadas diariamente na Usina Ciência, um ambiente não formal de aprendizagem, e em eventos científicos, como mostras e feiras. Nessas apresentações, os monitores abordam conceitos das ciências exatas e da natureza de forma lúdica e envolvente, utilizando experimentos de forte apelo visual para estimular o interesse do público.

As mostras científicas são eventos que reúnem experimentos, projetos e atividades interativas com o objetivo de divulgar o conhecimento científico para a comunidade. Realizadas em escolas, universidades, museus e centros de ciência, essas iniciativas proporcionam experiências educativas dinâmicas por meio de exposições, oficinas práticas, palestras e demonstrações experimentais.

Dentro desses eventos, as aulas-show se destacam por combinar entretenimento e aprendizado. Com o uso de experimentos práticos, essas apresentações tornam a compreensão dos conceitos científicos mais acessível e interativa. Conduzidas por especialistas, professores

ou monitores, elas têm o objetivo de despertar o interesse pelas ciências, explorando recursos visuais e atividades lúdicas para engajar o público.

Além das aulas-show, as mostras científicas podem incluir oficinas temáticas, jogos educativos, experimentações guiadas e exibições audiovisuais, ampliando as possibilidades de aprendizado e incentivando a curiosidade científica dos participantes. Já os show de Física, Biologia, Geografia, Física, Astronomia e Química presentes na literatura, abordam alguns conteúdos parecidos com os que tem no Show da Usina Ciência da Ufal, mas todos com suas particularidades.

• **Show de Física**

O show de Física envolve demonstrações de fenômenos relacionados à mecânica, termodinâmica, eletricidade e magnetismo. São experimentos que ajudam a visualizar leis físicas de forma prática e envolvente. Alguns exemplos incluem

- Gerador de Van de Graaff (eletrização e atração de cabelos);
- Experimentos com garrafa de Leyden (armazenamento de carga elétrica);
- Experimentos com nitrogênio líquido (mudança de estado e criogenia).

O Show de Física traz experimentos dinâmicos e interativos para ilustrar conceitos fundamentais da mecânica, termodinâmica, eletricidade e magnetismo. Com demonstrações visuais impactantes, os participantes podem compreender na prática leis que regem o funcionamento do universo. A eletrização de cabelos com o Gerador de Van de Graaff, por exemplo, permite explorar o conceito de carga elétrica, enquanto experimentos com a garrafa de Leyden demonstram o armazenamento e a descarga de energia. Além disso, o uso de nitrogênio líquido destaca os efeitos da criogenia e das mudanças de estado físico, tornando a ciência mais acessível e estimulante.

• **Show de Biologia**

O show de Biologia destaca aspectos da vida e da biodiversidade, trazendo experimentos sobre microbiologia, genética e fisiologia. Atividades comuns incluem:

- Extração de DNA de frutas (visualização do material genético);
- Modelos interativos de células e órgãos (demonstração de funções biológicas);
- Observação de microorganismos e espécies;
- Experimentos sobre simulação da digestão humana.

No Show de Biologia, os fenômenos da vida são explorados por meio de experiências práticas que abordam microbiologia, genética e fisiologia. A extração de DNA de frutas permite aos participantes visualizarem o material genético de forma simples e direta, tornando conceitos abstratos mais concretos. Modelos interativos de células e órgãos auxiliam na compreensão das funções biológicas, enquanto a observação de microrganismos amplia o entendimento sobre a diversidade da vida. Além disso, a simulação da digestão humana mostra, de maneira didática, como os processos químicos e mecânicos atuam na quebra dos alimentos dentro do organismo.

• **Show de Geografia**

O show de Geografia trabalha com fenômenos naturais e a relação entre o ser humano e o meio ambiente. Alguns exemplos de atividades incluem:

- Simulação de erosão e formação de relevo;
- Demonstrações sobre mudanças climáticas e efeito estufa;
- Experimentos sobre forças tectônicas e terremotos.

O Show de Geografia destaca a dinâmica da Terra e as interações entre o ser humano e o meio ambiente, utilizando experimentos para demonstrar processos naturais. A simulação de erosão e formação de relevo, por exemplo, evidencia a ação dos agentes modeladores da superfície terrestre, como vento e água. Além disso, atividades sobre mudanças climáticas e efeito estufa ajudam a compreender o impacto das atividades humanas no aquecimento global. Outro experimento fascinante envolve a reprodução de forças tectônicas e terremotos, permitindo aos participantes observarem, em escala reduzida, os movimentos da crosta terrestre e suas consequências.

• **Show de Astronomia**

O show de Astronomia utiliza modelos tridimensionais e simulações para explicar o universo e seus fenômenos. Atividades incluem:

- Projeções de constelações em planetários móveis;
- Simulação de crateras lunares (impacto de meteoritos em diferentes superfícies);
- Demonstração do movimento dos planetas e rotação da Terra;
- Observação de corpos celestes com telescópios.

O Show de Astronomia proporciona projeções de constelações em planetários móveis permitindo uma visão detalhada do céu noturno, enquanto a simulação de crateras lunares demonstra o impacto de meteoritos em diferentes superfícies. A demonstração do movimento dos planetas e da rotação da Terra ajuda a entender conceitos como dia e noite, estações do ano e órbitas celestes. Por fim, a observação de corpos celestes com telescópios possibilita uma conexão direta com o espaço, tornando o aprendizado sobre o cosmos ainda mais fascinante.

5.2 O Show de Química: Conceito e Impacto Educacional.

O estudo da Química, enquanto ciência, abrange uma ampla gama de fenômenos, fundamentando-se no conhecimento acerca da estrutura da matéria e de suas transformações. Sua estreita relação com o cotidiano dos estudantes evidencia sua importância no campo das ciências. No entanto, muitos discentes demonstram desinteresse pela EQ (SANTOS et al., 2013).

A predominância de abordagens essencialmente teóricas em algumas instituições de ensino pode ter contribuído para uma percepção distorcida da disciplina, conduzindo os estudantes a um aprendizado baseado apenas na memorização mecânica dos conteúdos (ZUB, 2012). Além disso, a Química trata de conceitos frequentemente abstratos e relacionados a um universo microscópico, o que dificulta a assimilação dos conhecimentos por parte dos estudantes. Dessa forma, a disciplina exige que os estudantes utilizem a imaginação para construir seus saberes (JÚNIOR; PARREIRA, 2016).

A experimentação na Educação Química desempenha um papel fundamental ao promover a integração entre os conteúdos teóricos e práticos, permitindo a construção do conhecimento científico por meio da compreensão dos processos físicos e químicos observáveis durante a realização de atividades experimentais (GOUVEIA et al., 2018).

Ademais, para a efetivação das aulas práticas, é imprescindível considerar fatores como a infraestrutura das escolas e instituições, a disponibilidade de materiais, os riscos inerentes a cada experimento e a implementação de estratégias didáticas atrativas que despertem o interesse dos estudantes menos engajados. Além da visualização dos fenômenos, é essencial que a abordagem teórica seja apresentada de maneira acessível e objetiva (SANTOS; NAGASHIMA, 2017).

A introdução da experimentação na educação proporciona uma abordagem mais dinâmica, incentivando os estudantes a formular questionamentos e buscar soluções para os fenômenos observados, promovendo, assim, o desenvolvimento do pensamento crítico e

investigativo (SILVA; MACHADO, 2008). Todos esses aspectos ressaltam a importância de os docentes adotarem metodologias diversificadas na EQ.

Dessa forma, o show de Química como o locus desta pesquisa, apresenta reações químicas, mudanças de cor, liberação de gases e efeitos visuais marcantes, como explosões seguras e chamas coloridas. Essas apresentações ajudam a ilustrar conceitos como reatividade, equilíbrio químico, estados da matéria e termodinâmica. Exemplos de experimentos incluem:

- Elefante de espuma (decomposição do peróxido de hidrogênio);
- Chamas coloridas (teste de chama com sais metálicos);
- Reação oscilante de Briggs-Rauscher (mudança periódica de cor);
- Balão de Hidrogênio.

Os eventos recebem semanalmente cerca de 300 participantes, incluindo estudantes do ensino fundamental e médio, professores e integrantes da comunidade. A realização desses experimentos, além de exemplificar teorias químicas, busca engajar o público por meio de interações práticas que conectam os conceitos ao cotidiano.

As demonstrações incluem experimentos que exploram propriedades químicas observáveis, como as reações ácido-base e a formação de precipitados. Esses elementos permitem que os participantes visualizem, de maneira direta, processos químicos que muitas vezes são apresentados de forma abstrata nos currículos escolares. A proposta de incluir atividades que envolvam a manipulação de materiais contribui para reforçar a relação entre teoria e prática no aprendizado da Química.

Adicionalmente, os shows de Química incluem momentos destinados a perguntas e respostas, nos quais os participantes têm a oportunidade de esclarecer dúvidas e aprofundar o entendimento dos temas abordados. Essa interação promove reflexões que vão além das demonstrações realizadas. Esse formato permite o enriquecimento da experiência educativa e amplia o alcance da informação científica apresentada.

Os temas abordados nos shows são cuidadosamente planejados para abranger tópicos variados, como propriedades físicas e químicas da matéria, reações químicas e transformações de energia. Essa diversidade temática é importante para atender a diferentes interesses e níveis de compreensão, possibilitando que os conteúdos sejam assimilados por um público heterogêneo.

O Show de Química desperta interesse e engajamento entre os estudantes, promovendo um ambiente dinâmico e interativo para o aprendizado da Química. A abordagem lúdica e experimental facilita a assimilação de conceitos muitas vezes abstratos,

tornando a educação mais acessível e envolvente. Durante as apresentações, os estudantes demonstram curiosidade e entusiasmo, o que contribui para uma maior participação ativa no processo de aprendizagem (Santos et al., 2013; Zub, 2012).

O impacto educacional desse projeto é significativo, pois permite que os estudantes desenvolvam habilidades científicas fundamentais, como pensamento crítico, observação e questionamento. Ao associar teoria e prática, o Show de Química possibilita uma compreensão mais profunda dos fenômenos químicos, incentivando a construção do conhecimento de forma mais concreta e significativa (Silva, Machado, 2008). O uso da experimentação na educação de ciências contribui diretamente para a interligação entre conteúdos teóricos e práticos, proporcionando aos estudantes uma experiência mais imersiva e estimulante (Gouveia et al., 2018).

Os professores que acompanham as apresentações reconhecem a relevância dessa metodologia e podem incorporá-la em suas práticas pedagógicas, ampliando as oportunidades de aprendizado para os estudantes. (Silva, Clemente & Pires, 2015). O Show de Química não apenas transforma a maneira como a Química é ensinada, mas também cria um impacto duradouro na percepção dos estudantes sobre a ciência, estimulando o interesse por áreas científicas e contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes da importância da Química no cotidiano (Toma, Santos, 2001).

SEÇÃO 6: DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL

Esta seção especifica o percurso metodológico da pesquisa, detalhando todas as fases realizadas, que incluem: 6.1 - Tipo de Pesquisa; 6.2 – Abordagem da Pesquisa; 6.3 – Objeto de estudo; 6.4 - Etapas de planejamento e escolha dos recursos; e 5.5 - Integração das tecnologias no Show de Química; 6.6 - Experiências incorporadas: quais e funcionalidades. Assim, o percurso metodológico caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa.

6.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa adotada neste estudo é um estudo de caso, que permite uma análise detalhada e aprofundada do fenômeno em seu contexto natural (Yin, 2018). Para Yin (2005), o estudo de caso consiste na análise de fenômenos ou indivíduos em contextos específicos, buscando generalizações e promovendo reflexões acerca das descobertas. Essa abordagem

possibilita a repetição de eventos e resultados em grupos similares, favorecendo a formulação de construções teóricas sobre a realidade estudada. Além disso, o estudo de caso trabalha com a subjetividade, integrando a observação direta do pesquisador para desenvolver conhecimento científico e compreender as interconexões sociais.

De acordo com Nascimento (2005), Yin (2005), Flick (2009) e Godoy (2006), o estudo de caso é uma metodologia que permite reunir dados para um aprofundamento detalhado do objeto investigado, como a triangulação dos dados, figura 8.

Figura 8. Diagrama da triangulação dos dados



Fonte: autora (2025)

Godoy (2006) afirma que o estudo de caso é ideal para observar a realidade da sociedade em profundidade. Já Yin (2005) destaca que o estudo de caso é definido pela questão central da pesquisa, geralmente formulada como "como" ou "por que". Uma das principais vantagens dessa metodologia é a possibilidade de examinar eventos contemporâneos sem manipular os comportamentos envolvidos, permitindo análises baseadas em evidências reais e contextuais.

Nesta pesquisa, o foco foi investigar o impacto da integração de RV e RA no Show de Química da Usina Ciência, abrangendo o público em geral e analisando como essas tecnologias influenciam a aprendizagem e o engajamento dos participantes. Optou-se por um

estudo de caso, centrado na experiência dos participantes dos eventos, que reúne pessoas de diferentes idades e contextos educacionais.

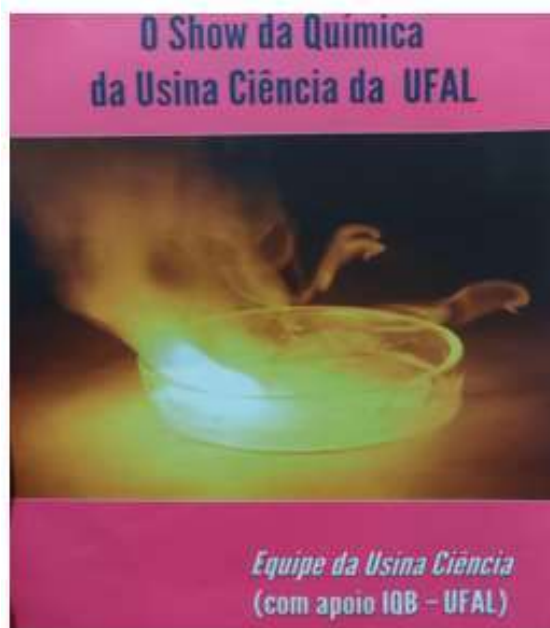
A escolha deste caso baseou-se na proposta da Usina Ciência de promover a disseminação do conhecimento científico com recursos inovadores. As atividades realizadas integram RV e RA, ferramentas que não apenas ampliam o alcance educativo, mas também apresentam peculiaridades em termos de uso na educação brasileira. Dessa forma, buscou-se compreender empiricamente os impactos dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem e como elas contribuem para a construção de um conhecimento mais interativo e acessível.

Para alcançar os objetivos da pesquisa, foram adotados procedimentos como pesquisa documental e empírica, seguindo as recomendações de Yin (2005) para a coleta e análise de evidências. Durante a coleta de dados, buscou-se reunir elementos significativos a partir de múltiplas fontes, como observações diretas, entrevistas e registros das atividades realizadas. A análise contemplou tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos, permitindo uma interpretação abrangente dos impactos das tecnologias de RV e RA no contexto educacional promovido pela Usina Ciência.

6.1.1 Coleta e Análise de dados

A pesquisa documental foi realizada com base no livreto informativo, como ilustrado na Figura 9, e nos Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI) da Usina Ciência, que serviram como principais fontes de análise para compreender a proposta educativa do espaço. Além disso, a análise desses documentos permitiu um aprofundamento na concepção pedagógica adotada, destacando os objetivos, metodologias e estratégias utilizadas para promover a aprendizagem científica. Os dados coletados a partir dessas fontes possibilitaram uma visão mais ampla sobre o funcionamento da Usina Ciência, evidenciando a importância do material informativo na contextualização e estruturação das atividades educacionais. Dessa forma, o estudo documental não apenas fundamentou a pesquisa, mas também forneceu subsídios para uma avaliação crítica sobre a abordagem educativa desenvolvida no espaço.

Figura 9. Livreto do Show de Química



Fonte : Usina Ciência (2017)

Além da análise dos livretos, foram utilizados formulários, como ilustrado na figura 10, elaborados para os participantes e respondidos ao longo do período da pesquisa, que se estendeu de janeiro de 2024 a fevereiro de 2025. Esses documentos foram disponibilizados digitalmente, permitindo um acesso facilitado e uma maior abrangência na coleta de dados, anexados no apêndice. A escolha pelo formato digital se deu pela necessidade de garantir maior acessibilidade aos participantes, possibilitando que respondessem de forma remota e em momentos mais convenientes. Dessa forma, buscou-se minimizar possíveis dificuldades logísticas e ampliar a diversidade de respostas, visto que a flexibilidade do meio digital permitiu uma maior adesão por parte dos envolvidos na pesquisa.

A análise desses formulários foi conduzida em conjunto com as informações obtidas durante o desenvolvimento do estudo, possibilitando uma visão mais detalhada das percepções e experiências dos participantes. A comparação entre os dados coletados por meio dos formulários e os registros obtidos na análise documental possibilitou uma triangulação de informações, reforçando a credibilidade dos achados. Esse cruzamento de dados permitiu identificar padrões de resposta e compreender melhor como os participantes perceberam e avaliaram as estratégias educacionais adotadas ao longo do estudo. Dessa forma, os formulários não apenas complementaram a análise documental, mas também forneceram subsídios relevantes para a compreensão do impacto e da eficácia das estratégias educacionais implementadas.

Figura 10. Formulário aplicados nos Show

Incorporação da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual no Show de Química da Usina Ciência

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa Incorporação da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada no Show de Química da Usina Ciência - pesquisadora Prof^a. Maria Julia Rodrigues Amaro.

A seguir, as informações do projeto de pesquisa com relação a sua participação neste projeto:

O preenchimento do formulário é de caráter individual, independentemente da idade.

1. O estudo se destina a investigar as aprendizagens desenvolvidas no Show de Química da Usina Ciência.
2. Este estudo é de suma relevância para que o avanço da educação permeada pelo uso das Tecnologias Digitais possa ser de qualidade ao analisar quais estratégias aderidas na incorporação das tecnologias no Show de Química da Usina Ciência.

As informações fornecidas neste formulário poderão ser utilizadas para pesquisas, incluindo estudos futuros relacionados ao mesmo tema ou áreas correlatas, desde que aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Garantimos a confidencialidade e o anonimato dos dados, em conformidade com as diretrizes éticas e legais vigentes. Você poderá revogar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Fonte: autora (2024)

Cada formulário continha 12 perguntas, sendo que três delas estavam relacionadas ao conhecimento prévio do público, enquanto as demais foram elaboradas para investigar as dificuldades, desafios e benefícios vivenciados durante o Show de Química. Essas perguntas permitiram uma análise detalhada das percepções dos participantes, possibilitando a identificação de lacunas no entendimento dos conceitos abordados e a avaliação do impacto do evento na aprendizagem dos espectadores. E a estrutura do questionário foi pensada para garantir uma abordagem ampla e diversificada, contemplando tanto aspectos cognitivos quanto emocionais da experiência. Dessa forma, os formulários não apenas serviram como instrumento de coleta de dados, mas também forneceram subsídios valiosos para futuras melhorias na metodologia do projeto, permitindo um refinamento contínuo das atividades desenvolvidas.

Figura 11. Perguntas do Formulários sobre a Incorporação de Tecnologias Digitais

1	Qual sua rede de ensino?
2	Qual a sua idade?
3	Em qual cidade você reside atualmente?
4	O que você gostaria de aprender sobre Química/Ciências?
5	Você se sente motivado a aprender Química/Ciências?
6	Qual alternativa abaixo representa uma dificuldade na aprendizagem de Química/Ciências?
7	Quais das seguintes áreas da nova BNCC vocês acham que a química está interligada?
8	Você tem aula de forma lúdica? (Obs: Lúdico: Utilizar métodos diferentes como jogos, aplicativos, experimentos ...)
9	Quais conteúdos de Química/Ciência você tem mais dificuldade?
10	Você acha que a utilização de Realidade Aumentada e Realidade virtual no Show de Química facilitou a explicação dos experimentos apresentados?
11	Você já utilizou uma tabela periódica de Realidade Aumentada antes? Se sim, como foi sua experiência?
12	Na sua opinião, a utilização da tabela periódica interativa em Realidade Aumentada impacta positivamente a Educação Química/Ciências? Como isso pode melhorar sua compreensão do conteúdo?

Fonte: autora (2024)

A pesquisa empírica teve início após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), conforme ilustrado na Figura 12, sob o número 83265324.2.0000.5013. A partir dessa aprovação, foi solicitada a autorização formal dos participantes para a coleta de dados, garantindo a conformidade com os princípios éticos da pesquisa. Além disso, foram realizados uma série de procedimentos metodológicos, incluindo a aplicação de questionários e a análise detalhada dos resultados obtidos.

Como parte da abordagem investigativa, também foram utilizados vídeos do Show de Química, considerados registros documentais, os quais possibilitaram uma avaliação mais aprofundada das interações, reações e engajamento do público durante as apresentações. Dessa forma, a combinação dessas estratégias permitiu uma análise mais ampla e embasada, proporcionando uma compreensão mais completa do impacto do evento na aprendizagem dos participantes.

Figura 12. Aprovação no Comitê de Ética

LISTA DE PROJETOS DE PESQUISA:									
Tipo *	CAAE *	Versão *	Pesquisador Responsável *	Comitê de Ética *	Instituição *	Origem *	Última Avaliação *	Situação *	Ação
P	83265324.2.0000.5013	1	MARIA JULIA RODRIGUES AMARO	5013 - Universidade Federal de Alagoas - UFAL		PO	PO	Aprovado	

Fonte: autora (2024)

O primeiro contato com o lócus da pesquisa ocorreu no período de janeiro a abril de 2024, quando foram realizadas visitas ao espaço da Usina Ciência. Nessas visitas, buscou-se compreender a dinâmica das atividades realizadas, as interações dos participantes com os recursos de RV e RA, bem como a relação entre o espaço educativo e a comunidade local. E procurou-se avaliar a relação entre o ambiente educativo e a comunidade local, observando como o espaço contribui para a disseminação do conhecimento científico e para o envolvimento dos visitantes no processo de aprendizagem.

A análise também teve como objetivo identificar as diferentes estratégias de interação e compreensão adotadas pelos participantes ao utilizar essas tecnologias, investigando aspectos como engajamento, intencionalidade e interatividade. Buscou-se, ainda, destacar as potencialidades e os desafios que o uso dessas ferramentas apresenta no contexto educacional contemporâneo, especialmente dentro do Show de Química. Dessa forma, a pesquisa permitiu compreender como essas inovações tecnológicas podem ampliar as experiências de educação, tornando a aprendizagem ainda mais dinâmica, acessível e envolvente.

6.2 Abordagem da pesquisa

A configuração deste estudo como Método Misto é baseada na definição de Creswell e Plano Clark (2013, p. 22), segundo a qual nos métodos mistos o pesquisador “coleta e analisa de modo persuasivo e rigoroso tanto os dados qualitativos quanto os quantitativos; mistura as duas formas de dados concomitantemente [...]; usa esses procedimentos em um único estudo”.

Essa abordagem permitiu investigar não apenas as percepções dos participantes, mas também os resultados mensuráveis relacionados ao uso de RV e RA no contexto educativo. Optou-se por uma abordagem metodológica de Métodos Mistos, considerando a necessidade de integrar a coleta, a sistematização e a análise de dados de forma abrangente e plural (CRESWELL, 2010). Essa escolha reflete o compromisso com uma análise que contemple as complexidades das relações sociais em um contexto de transformações constantes, alinhando-se à ideia de pluralidade das esferas da vida destacada por Flick (2009). Na sociedade conectada, conforme observado por Castells (2007), valores, paradigmas, economia e

educação são reconfigurados, exigindo que as investigações acadêmicas acompanhem essas mudanças.

Ao analisar essa cultura digital, refere-se ao conjunto de práticas, comportamentos, valores e transformações que surgem com o uso das tecnologias digitais, principalmente a internet, dispositivos móveis e redes sociais. Ela engloba como as pessoas interagem com a tecnologia, como consomem e compartilham informação, como criam e colaboram em ambientes virtuais, e como essas tecnologias impactam a sociedade, a educação, o trabalho e as relações pessoais.

Na cultura digital, aspectos como a comunicação instantânea, o acesso à informação em tempo real, a criação de conteúdo colaborativo (como memes, vídeos e postagens nas redes sociais), e a forma como as pessoas se expressam e se conectam, são centrais. Além disso, ela também envolve uma reflexão sobre questões como privacidade, identidade digital e a influência das plataformas online na sociedade, Pimentel (2015).

Nesse sentido, seguimos a perspectiva epistemológica de González-Rey (2005); Pimentel (2015), que defende o conhecimento como um processo de produção contínua, em vez de mera apropriação de verdades. O olhar reflexivo e subjetivo do pesquisador torna-se, assim, um elemento central na construção de entendimentos sobre os objetos de estudo.

Em paralelo a isso, foi delimitado a investigação como descritivo-analítica, buscando aprofundar os entendimentos empíricos sobre a integração das TD nos processos educativos. Como apontam Coll e Monereo (2010), o aprendizado mediado por TD ainda demanda investigações que ultrapassem o campo especulativo. Embora saibamos que essas tecnologias fazem parte do cotidiano das pessoas e são utilizadas de forma natural por muitas crianças, ainda não tem um conhecimento significativo sobre como elas podem efetivamente aprender com esses recursos. Desafios como compreender as estratégias preferidas, o sentido atribuído às TD e os impactos dessas tecnologias em contextos escolares e extraescolares permanecem abertos.

No contexto da cultura digital, a educação enfrenta mudanças estruturais profundas. Projetos governamentais de inclusão e acesso, assim como iniciativas voltadas para a democratização da educação, apresentam novas possibilidades, mas também levantam questões sobre os objetivos que os norteiam, sejam de caráter educativo, comercial ou ideológico, segundo Pimentel (2015). Essas transformações, conforme destacado por Flick (2009), colocam os pesquisadores sociais diante de novos cenários, que exigem metodologias inovadoras e uma postura investigativa mais adaptativa e crítica.

Com essa abordagem, busca-se não apenas mapear as dinâmicas de interação entre as pessoas e as TD, mas também contribuir para a compreensão das relações sociais e educativas em um mundo cada vez mais digital e interconectado que por sua vez, refere-se à ideia de que diferentes elementos, sistemas ou pessoas estão ligados ou conectados uns aos outros, formando uma rede de relações ou interações.

6.3 Objeto de estudo

O objeto de estudo deste trabalho é o Show de Química da Usina Ciência, um projeto vinculado à Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Alagoas (ProEx-Ufal). O evento tem como objetivo popularizar a ciência, promovendo demonstrações experimentais lúdicas e interativas para estimular o interesse pela Química entre estudantes e o público em geral, como abordado nos tópicos anteriores.

O locus da pesquisa é na própria Usina Ciência, um centro de divulgação científica localizado na Avenida Aristeu de Andrade, 452, no bairro Farol, em Maceió - AL (CEP 57051-090). Esse espaço como ilustrado na figura 13, desempenha um papel fundamental na disseminação do conhecimento científico no estado de Alagoas, oferecendo atividades educativas e interativas para diferentes públicos.

Figura 13 . Usina Ciência



Fonte: arquivo autora (2024)

Cada show realizado na Usina Ciência possui o seu próprio espaço, adequado às especificidades de cada área do conhecimento. Esses ambientes são planejados para oferecer aos visitantes uma experiência interativa e educativa, explorando diferentes fenômenos científicos por meio de demonstrações práticas e dinâmicas. A sala do Show de Química na Usina Ciência é um espaço projetado para a realização das demonstrações experimentais,

contando com uma estrutura completa para garantir a segurança e o impacto visual das apresentações. O ambiente é equipado com bancadas, onde os experimentos são conduzidos, além de vidrarias, reagentes e armários para o armazenamento adequado dos materiais, como mostra a figura 14. Todos os insumos e equipamentos necessários estão disponíveis para que as reações químicas sejam apresentadas

Figura 14. Sala do Show de Química



Foto: arquivo autora (2024)

Para realizar o planejamento e a escolha dos recursos a serem incorporados, foi necessário avaliar toda a estrutura do Show de Química e da Usina Ciência. Essa análise incluiu a verificação detalhada da sala do show, que conta com bancadas, vidrarias, reagentes, armários e demais materiais essenciais para a execução das demonstrações experimentais. Além disso, foi preciso considerar a infraestrutura geral da Usina Ciência, garantindo que o espaço estivesse adequado para receber o público e proporcionar uma experiência interativa e segura.

Outro aspecto fundamental foi a necessidade de verificar e levar em consideração todo o espaço disponível para analisar as possibilidades de incorporação de tecnologias ao show. Esse processo exigiu um planejamento cuidadoso para assegurar que as inovações fossem introduzidas sem prejudicar o roteiro e o tempo das apresentações, mas sim para aprimorá-las, tornando a experiência ainda mais dinâmica e envolvente para o público.

6.4 Incorporação de tecnologias digitais no Show de Química

As etapas de planejamento e escolha de recursos foram desenvolvidas com o propósito de integrar TD ao Show de Química da Usina Ciência da Ufal, mantendo o caráter educativo e científico do show. Esse processo foi realizado em 6 etapas inter-relacionadas, 1. Análise Inicial do Show de Química, 2. Seleção dos Recursos Tecnológicos, 3. Reuniões de Planejamento com os Monitores, 4. Capacitação e Treinamento dos Monitores, 5. Planejamento da implementação das tecnologias, 6. Implementação Piloto e Ajustes, detalhadas a seguir:

Figura 15. Etapas de Planejamento para a Incorporação das TD

Etapas	Descrição
1. Análise Inicial do Show de Química	Avaliação da estrutura existente, incluindo bancadas, vidrarias, reagentes, armários e espaço físico, além da infraestrutura da Usina Ciência.
2. Seleção dos Recursos Tecnológicos	Escolha das tecnologias a serem incorporadas ao show, garantindo que não prejudiquem o roteiro e o tempo das apresentações.
3. Reuniões de Planejamento com os Monitores	Discussão com a equipe para alinhar as mudanças, apresentar novas ferramentas e coletar sugestões para melhorias.
4. Capacitação e Treinamento dos Monitores	Formação dos monitores para o uso dos novos recursos tecnológicos e aperfeiçoamento das técnicas de apresentação.
5. Planejamento da Implementação das tecnologias	Estruturação detalhada de como os experimentos serão conduzidos, distribuição dos monitores e organização dos materiais.
6. Implementação Piloto e Ajustes	Realização de um teste inicial do show com as novas incorporações, análise do desempenho e ajustes necessários para a versão final.

Fonte: autora (2024)

Essas etapas foram fundamentais para garantir que a incorporação de tecnologias ao Show de Química ocorresse de forma eficiente, sem comprometer a dinâmica, o tempo e a interação do experimento com o público. Cada uma dessas etapas foi aprofundada com o embasamento teórico de autores relevantes, garantindo um estudo fundamentado e estruturado sobre a aplicação de tecnologias em atividades de divulgação científica.

1. Análise Inicial do Show de Química

Inicialmente, foram realizadas gravações completas do Show de Química, com o objetivo de registrar as apresentações em sua totalidade e compreender a dinâmica do evento. A gravação completa das apresentações permitiu registrar a dinâmica do evento em sua totalidade, fornecendo uma base objetiva para a análise dos experimentos, das interações entre

monitores e público, e da estrutura geral do show. Essa abordagem possibilitou a identificação dos momentos mais propícios para a inserção de recursos tecnológicos sem comprometer a fluidez dos experimentos.

Conforme Yin (2005), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que permite analisar fenômenos dentro de seus contextos específicos, promovendo reflexões aprofundadas sobre a realidade estudada. A aplicação dessa metodologia na observação do show, permitindo comparações entre diferentes apresentações e a identificação de padrões estruturais, como as perguntas elaboradas pelos estudantes. Além disso, ao integrar a observação direta, foi possível captar nuances das interações e compreender melhor as interconexões sociais no evento, garantindo que as mudanças planejadas respeitassem o caráter educativo e envolvente do show.

Figura 16. Registos em vídeo do Show de Química para análise



Fonte: registros, autora (2024)

Essa etapa inicial também favoreceu a construção de um planejamento sólido para a implementação das tecnologias, minimizando riscos de interferências negativas e assegurando que os recursos inseridos contribuíssem para a experiência do público. Dessa forma, a análise detalhada das gravações e o suporte teórico da abordagem de estudo de caso de modo a

garantir que as futuras mudanças fossem fundamentadas e eficazes na modernização do show sem comprometer sua essência.

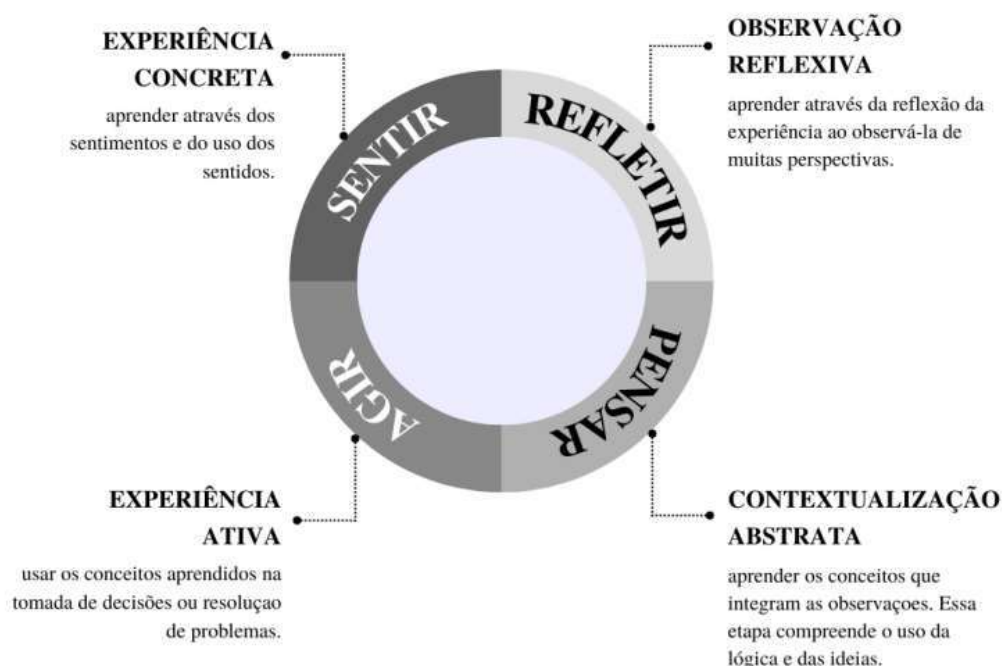
2. Seleção dos Recursos Tecnológicos

Para seleção de recursos tecnológicos, a incorporação de RV e RA no processo educativo se apresenta como uma evolução significativa das tradicionais abordagens audiovisuais. Enquanto os recursos tradicionais, como o data-show, já são amplamente utilizados para exibição de vídeos e apresentações, a RV e a RA se destacam ao oferecer experiências imersivas e interativas, com um potencial único de representar conceitos tridimensionais, ampliando as possibilidades de educação. De acordo com Cardoso et al. (2017), essas tecnologias são poderosas para a educação, pois permitem aos estudantes interagir com ambientes virtuais ou objetos que complementam e enriquecem sua experiência de aprendizagem, resultando em uma educação mais significativa e dinâmica.

A importância da análise de como esses recursos afetam o processo de aprendizagem pode ser embasada pela teoria sociointeracionista de Vygotsky. Para Vygotsky (2001), o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ocorre por meio da interação social, e a aprendizagem é uma construção conjunta entre o indivíduo e seu meio sociocultural. As ferramentas tecnológicas, como a RV e a RA, atuam como elementos mediadores entre o estudante e o conhecimento, facilitando a internalização de conceitos de maneira mais concreta e acessível, conforme destacam Oliveira (1993) e Rego (1995). A imersão proporcionada pela RV, por exemplo, permite que o estudante se envolva com o conteúdo de forma mais ativa, promovendo a mediação que é central na teoria vygotskiana.

Somado a isso, o processo de aprendizagem experiencial, conforme descrito por Kolb (1984), também se aplica aos recursos de RV e RA. A aprendizagem, para Kolb, é um processo cíclico e holístico em que a experiência concreta leva à reflexão sobre a experiência, seguida pela conceitualização abstrata e, por fim, pela experimentação ativa. A RV e a RA atuam predominantemente na primeira fase do ciclo de aprendizagem, Figura 17, oferecendo experiências imersivas que permitem aos estudantes experimentar diretamente conceitos antes abstratos, como fenômenos científicos, de uma forma tangível e visualmente rica. Isso contribui para uma compreensão mais profunda e concreta de conteúdos complexos.

Figura 17. Ciclo de Aprendizagem Experiencial



Fonte: Gulart (2022), com base em Kolb (1984)

A utilização dessas tecnologias no processo educativo exige uma análise cuidadosa, já que sua implementação deve considerar não apenas a inovação tecnológica, mas também a significância do conteúdo, a interatividade e a qualidade pedagógica dos recursos. Como sugerem Cardoso et al. (2017), para que o uso da RV e RA seja eficaz, os estudantes devem perceber que suas ações têm impacto no aprendizado e que os recursos utilizados devem ser pedagogicamente relevantes e de alta qualidade. A motivação também desempenha um papel fundamental, pois, como destaca Camacho (1996), a curiosidade gerada por essas novas formas de aprendizado pode engajar os estudantes de maneira mais profunda do que as abordagens tradicionais.

Portanto, a escolha de RV e RA como ferramentas educacionais deve ser estratégica e integrada ao conteúdo e à metodologia, conforme proposto por García, Ortega e Zednik (2017). A inserção dessas tecnologias na educação requer um planejamento cuidadoso para que, além de gerar entusiasmo e envolvimento, também contribua de maneira significativa para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Com base na análise, foi realizada uma pesquisa entre aplicativos já existentes na literatura, para identificar as ferramentas tecnológicas mais adequadas, com o objetivo de melhorar a experiência educativa e alinhar as tecnologias com o conteúdo científico abordado

no show. O processo de seleção considerou, como principais critérios, o alinhamento com o conteúdo científico, garantindo que as ferramentas escolhidas fossem relevantes e complementassem os experimentos e conceitos explorados no show, além da facilidade de uso, para que os monitores e estudantes pudessem se adaptar rapidamente às novas tecnologias. Outro ponto essencial foi o potencial de enriquecer a experiência educacional, proporcionando uma interação mais significativa, engajante e acessível ao conhecimento. Com esses critérios em mente, foram selecionados três recursos tecnológicos específicos que atendem às necessidades do evento, promovendo uma interação mais profunda com o conteúdo abordado:

- *Rapp Chemistry*: Este aplicativo utiliza Realidade Aumentada para proporcionar uma visualização interativa da Tabela Periódica. Com ele, os estudantes podem explorar os elementos químicos em 3D, acessando informações detalhadas sobre suas propriedades, estrutura atômica e aplicações. Esse recurso facilita a assimilação dos conceitos químicos, tornando o aprendizado mais intuitivo e acessível.

Figura 18. Aplicativo Rapp Chemistry



Fonte: arquivo, autora (2024)

- **QuímicoAR:** Focado na simulação interativa de reações químicas, o QuímicoAR permite que os estudantes explorem diferentes reações em um ambiente virtual, experimentando as transformações de maneira prática e segura. Ao utilizar Realidade Aumentada, o aplicativo proporciona uma visualização dos componentes envolvidos e o efeito das variáveis, como liberação dos gases. Esse recurso contribui diretamente para a compreensão de conceitos químicos complexos, proporcionando aos estudantes a chance de visualizar interações moleculares que, de outra forma, seriam invisíveis.

Figura 19. Aplicativo QuímicoAR



Fonte: arquivo autora, 2024

- **Realidade Virtual DCL:** Considerando que o Show de Química também aborda conteúdos astronômicos, a escolha de uma ferramenta de Realidade Virtual para explorar o Sistema Solar é uma maneira de proporcionar uma experiência imersiva, permitindo que os estudantes "viajem" pelo espaço e visualizem planetas 3D e entendam os elementos presente no espaço. A simulação imersiva oferece uma oportunidade de complementar o aprendizado sobre o Sistema Solar, criando um ambiente mais envolvente e realista para a exploração de conceitos astronômicos e químicos.

Figura 20. Realidade Virtual DCL



Fonte: arquivo autora, 2024

Essas ferramentas tecnológicas foram selecionadas para criar uma experiência educativa interativa e envolvente, alinhada com a proposta do Show de Química, que visa transformar o aprendizado em um processo mais dinâmico e acessível. O uso de RA e RV não só facilita a compreensão de conceitos científicos, mas também estimula a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes, proporcionando um ambiente de aprendizado mais imersivo e reflexivo, como proposto por García, Ortega e Zednik (2017).

3. Reuniões de Planejamento com os Monitores

Após a seleção criteriosa dos aplicativos, foi iniciada a etapa estratégica de planejamento para garantir a implementação eficaz das tecnologias no Show de Química. Esse processo envolveu uma série de reuniões organizadas para alinhar a equipe e definir a melhor forma de integrar as ferramentas digitais às apresentações.

O primeiro encontro ocorreu com os monitores responsáveis pelo show, um monitor fica no turno da manhã e o outro no turno da tarde, nesse momento foram discutidas as estratégias para a incorporação dos aplicativos, os ajustes necessários no roteiro e a melhor forma de interligar os recursos tecnológicos aos conteúdos científicos apresentados. Essa reunião foi essencial para garantir que as inovações agregassem valor ao evento sem comprometer sua fluidez e dinâmica.

Em seguida, foram conduzidas reuniões com toda a equipe de monitores, coordenador da Usina e a professora responsável, nas quais os seguintes aspectos foram trabalhados:

- Apresentação da proposta de integração das Tecnologias Digitais (TD): Realidade Virtual e Realidade Aumentada, explicação sobre os objetivos da implementação e os benefícios da adoção dos aplicativos.
- Demonstração e treinamento sobre o funcionamento dos aplicativos: cada ferramenta foi apresentada em detalhes, destacando suas funcionalidades e potenciais aplicabilidades.
- Definição da aplicação prática dos recursos tecnológicos: foi estabelecido como cada aplicativo seria incorporado aos experimentos, garantindo coerência entre a demonstração científica e a experiência interativa proporcionada pelas TD.

As reuniões foram realizadas nos períodos matutino e vespertino, conforme a disponibilidade dos monitores, para assegurar a participação de todos. Esse processo de alinhamento foi essencial para promover o engajamento da equipe, possibilitando uma implementação estruturada e eficiente das tecnologias no evento. Assim, garantiu-se que as inovações tecnológicas potencializassem a experiência dos participantes, tornando o Show de Química ainda mais dinâmico e envolvente.

4. Capacitação e Treinamento dos Monitores

A capacitação prática dos monitores foi uma etapa crucial para garantir a efetiva integração das tecnologias no Show de Química. Durante essas sessões de treinamento, os monitores receberam instruções detalhadas sobre o uso dos aplicativos selecionados, com foco na aplicação prática das ferramentas. Foram realizadas demonstrações interativas utilizando tablets e óculos de Realidade Virtual, permitindo que os monitores se familiarizassem com os recursos tecnológicos e entendessem seu funcionamento no contexto dos experimentos.

Figura 21. Capacitação dos Monitores



Fonte: arquivo autora (2024)

Adicionalmente, como ilustrado na Figura 21, foram conduzidos exercícios simulados que reproduziam situações reais do show, nos quais os monitores utilizaram os recursos tecnológicos em experimentos específicos. Essas atividades práticas proporcionaram uma compreensão mais profunda das ferramentas, permitindo aos monitores ganhar confiança no uso dos aplicativos e esclarecer quaisquer dúvidas sobre a aplicação das tecnologias. Essa preparação garantiu que a equipe estivesse bem capacitada para aplicar as tecnologias de forma eficaz, otimizando a experiência do público e enriquecendo a aprendizagem científica.

5. Planejamento da Implementação das tecnologias

Após a conclusão do treinamento, foi elaborado um planejamento detalhado para a execução das tecnologias no Show de Química, com base nos temas discutidos nas etapas anteriores. Esse planejamento foi estruturado em dois aspectos principais:

- Momentos de aplicação das tecnologias: A definição dos experimentos a serem enriquecidos com Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) foi baseada na complexidade dos recursos tecnológicos e na capacidade dos experimentos de abranger aspectos fundamentais de aprendizado com o uso dessas tecnologias. Optou-se por selecionar aqueles experimentos que oferecessem maior potencial educativo e que permitissem um melhor aproveitamento das funcionalidades dos aplicativos escolhidos. A intenção foi maximizar o impacto no aprendizado dos participantes, proporcionando experiências mais imersivas e interativas que facilitassem a compreensão de

conceitos complexos, como a estrutura molecular e os fenômenos astronômicos, temas que se beneficiam significativamente de simulações visuais e interativas.

- **Organização logística:** A logística foi planejada cuidadosamente para garantir a distribuição adequada dos dispositivos necessários, incluindo tablets, celulares e óculos de RV. Além disso, o tempo de apresentação foi ajustado para acomodar as novas tecnologias sem comprometer a fluidez do show. Esse ajuste foi necessário para garantir que os monitores tivessem tempo suficiente para conduzir as atividades interativas e, ao mesmo tempo, manter o ritmo da apresentação, favorecendo a experiência do público e o entendimento dos conceitos abordados.

Essa abordagem foi necessária para assegurar que as tecnologias fossem utilizadas de forma estratégica, proporcionando uma experiência educativa enriquecida, ao mesmo tempo em que respeitava a dinâmica do evento e as necessidades dos participantes.

6. Implementação Piloto e Ajustes

Por fim, foi conduzida uma implementação piloto durante o Show de Química, na qual os aplicativos selecionados foram integrados aos experimentos planejados. Durante essa fase, a equipe de monitores foi acompanhada de perto, e o feedback obtido foi essencial para identificar ajustes necessários. As observações e sugestões coletadas permitiram realizar ajustes e melhorias contínuas na aplicação dos recursos tecnológicos, garantindo que as ferramentas fossem utilizadas da maneira mais eficaz possível para enriquecer a experiência educacional e otimizar o aprendizado dos participantes.

6.4.1 Aplicação das tecnologias no Show de Química

A incorporação de RA e RV na educação, e no campo da Química, representa uma integração de tecnologias interativas e imersivas que permitem visualizar elementos virtuais sobrepostos ao mundo real ou experimentar ambientes tridimensionais digitais. Wu, Lee, Chang e Liang (2013) definem incorporação como um processo de integração dessas tecnologias de forma planejada para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem.

No contexto do Show de Química da Usina Ciência, foram selecionados oito experimentos, dos quais três receberam a incorporação de TD. O tempo total do show foi ajustado para 25 a 30 minutos, de forma a equilibrar a apresentação tradicional com as intervenções tecnológicas.

Para a confecção dos marcadores de RA, foram utilizados materiais simples, como papel, tesoura, cola, folhas A4 e papelão, como na figura 22. Os marcadores foram baixados diretamente do site do próprio aplicativo, garantindo a compatibilidade com as tecnologias de RA utilizadas. Esses marcadores possibilitam a visualização de elementos da tabela periódica, permitindo que os usuários explorem características detalhadas, como a disposição de elétrons, as camadas de valência e as distribuições eletrônicas.

Figura 22. Confecção dos Marcadores de RA



Fonte: autora (2024)

Conforme ilustrado na figuras 23, os aplicativos de RA foram utilizados para demonstrar moléculas e átomos em três dimensões, permitindo a visualização de estruturas moleculares e a compreensão das interações químicas. Os marcadores de RA, podem ser encontrados no aplicativo Rapp Chemistry e QuimicAR, disponível para download no site APKpure, citados anteriormente.

Figura 23. Marcadores de RA - Rapp Chemistry

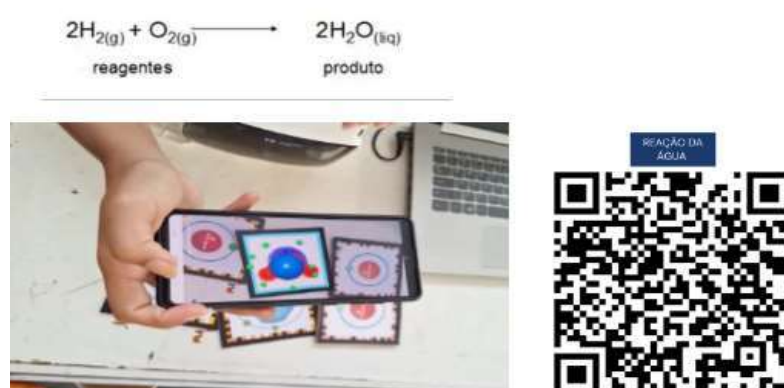


Fonte: arquivo, autora (2024)

A utilização de dispositivos móveis, como celulares ou tablets, para a visualização tridimensional em RA baseia-se na interação entre a câmera do dispositivo e um aplicativo especializado, como mostra a figura 23. Ao apontar a câmera para um marcador, como uma imagem ou código QR, o aplicativo reconhece o padrão e sobrepõe, em tempo real, objetos virtuais tridimensionais ao ambiente físico exibido na tela. Essa interação permite que os usuários explorem modelos, animações e outros elementos digitais de forma dinâmica e visual.

Em paralelo a isso, outros marcadores foram baixados utilizando o aplicativo QuímicoAR, também disponível no site APKpure. Esses marcadores foram utilizados para simular reações químicas específicas, como a formação da molécula de água e uma reação de combustão. Essa abordagem facilita a compreensão de conceitos complexos, como estereoquímica, descritos por Tamer e Tamer (2018), ao mesmo tempo que aumenta o engajamento dos estudantes (Bacca, Baldiris e Marín, 2014).

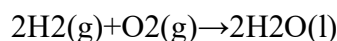
Figura 24. Marcadores de Realidade Aumentada – Molécula de Água



Fonte: autora (2024)

O primeiro momento de RA ocorreu antes do experimento “Faixa Invisível”, que introduz o público às reações químicas demonstrando a mudança de cor como indicador de transformação. Utilizando o aplicativo de RA, QuimicAR, o público visualizou a formação da molécula de água (H_2O) através de três marcadores representando dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, no QR confira a reação da água.

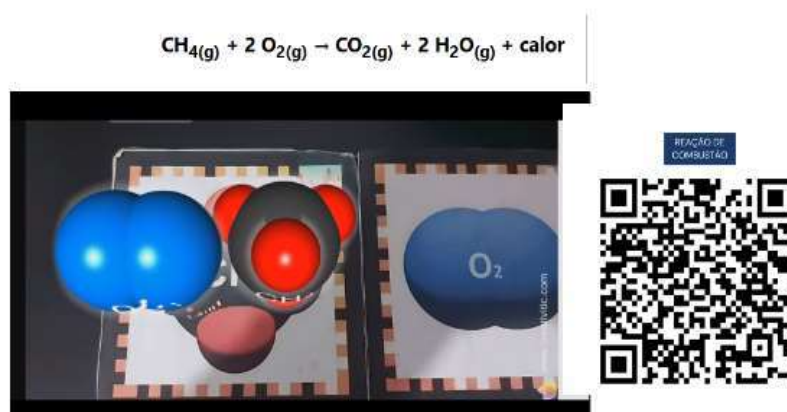
Equação Química 1. Formação da Água



Fonte: autora (2024)

Para tornar a atividade mais dinâmica, voluntários do público foram convidados a manipular os marcadores, “construindo” a molécula no aplicativo. Essa atividade demonstrou a importância da RA ao permitir que o público visualizasse uma reação em nível molecular, algo impossível de observar diretamente.

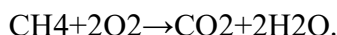
Figura 25. Marcadores de Realidade Aumentada – Reação de Combustão



Fonte: autora (2024)

A reação de combustão é um processo químico no qual uma substância reage com o oxigênio, liberando energia na forma de calor e luz. No caso da combustão completa de um hidrocarboneto, como o metano (CH₄), os produtos formados são dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O). Essa reação pode ser representada pela seguinte equação química:

Equação Química 2. Reação de Combustão



Fonte: autora (2024)

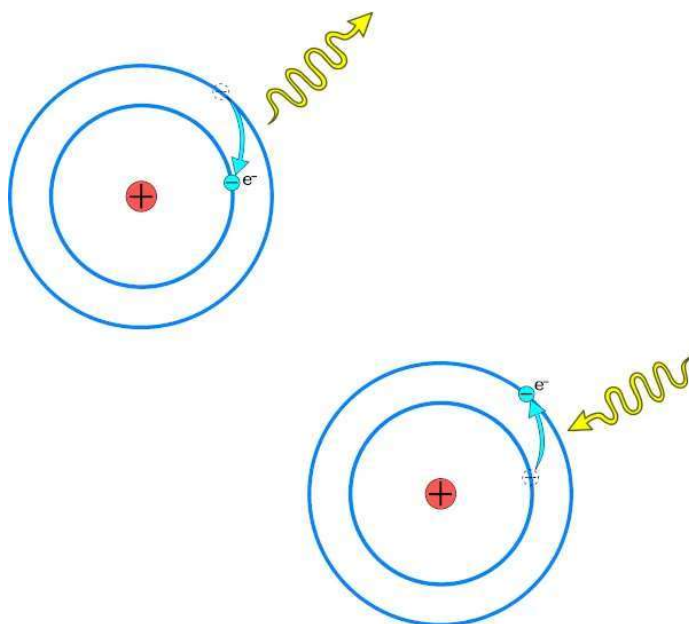
Nessa equação, observa-se que uma molécula de metano reage com duas moléculas de oxigênio para produzir uma molécula de dióxido de carbono e duas moléculas de água. Esse processo é fundamental em diversas aplicações, desde a geração de energia até o funcionamento de motores a combustão.

Esse fenômeno pode ser explorado de forma interativa utilizando o aplicativo QuimicAR, como na figura 25, mostra os marcadores de RA para simular a reação em tempo real, com o QR confira a reação de combustão através do link acima em formato de Qrcode. Com o uso de marcadores específicos e dispositivos móveis, o aplicativo permite que os usuários visualizem o processo completo, desde a interação inicial entre as moléculas de combustível e oxigênio até a formação dos produtos finais. A simulação tridimensional ajuda a ilustrar conceitos importantes, como liberação de energia, quebra de ligações químicas e rearranjo atômico.

O segundo momento de RA ocorreu antes do experimento “Queimando Dinheiro”, que explora propriedades como densidade, ponto de ebulição e ligação de hidrogênio, usando uma solução de água e álcool. Com o aplicativo QuimicAR, dois voluntários participaram da visualização de uma reação de combustão, equação 2, simulada por dois marcadores, um representando o metano (CH₄) e outro o oxigênio (O₂), como visto anteriormente. Antes da simulação, discutiu-se com o público a possibilidade (ou falta dela) de observar essa reação de perto. Isso serviu para explicar a importância da RA, que possibilita observar reações perigosas, como a combustão de combustíveis, de maneira segura e interativa.

Após o experimento “Teste de Chama”, que usa sulfato de cobre para demonstrar o fenômeno do salto quântico, aconteceu a terceira incorporação de RA, utilizando o aplicativo Rapp Chemistry, figura 23, para aprofundar o conceito apresentado. Com essa tecnologia, o público visualizou a estrutura do átomo de cobre em 3D e entendeu melhor como o salto de elétrons entre camadas produz a emissão de luz colorida, como na figura 26.

Figura 26. Salto de elétrons entre camadas



Fonte: Brasil escola, 2018

Essa abordagem com RA conectou o experimento prático ao modelo teórico, ajudando o público a compreender como a excitação e o retorno dos elétrons nas camadas do átomo resultam na emissão de cores específicas. Ao integrar o mundo físico com representações digitais, a RA tornou o conceito mais tangível e acessível, enriquecendo a aprendizagem e tornando-a mais envolvente.

Além dos marcadores de RA, que proporcionam uma interação direta entre o mundo físico e elementos virtuais, a utilização dos óculos de RV amplia a experiência ao transportar os usuários para um ambiente completamente imersivo e tridimensional. Conforme ilustrado na figura 27, o uso de óculos de RV no contexto do Show de Química permite a exploração do sistema solar de forma interativa.

Figura 27. Incorporação com Óculos de RV



Fonte: autora (2024)

Com o aplicativo específico, chamado Realidade Virtual CDL, encontrado na PlayStore do Google, previamente baixado e configurado, pois tem mais de um conteúdo nesse aplicativo, abrangendo as disciplinas de Biologia, Química e Geografia, foi utilizado para demonstrar o ambiente espacial, possibilitando que os estudantes “navegassem” entre os planetas, observassem suas características em detalhes e compreendessem fenômenos astronômicos de maneira prática e visual.

O último momento de incorporação tecnológica ocorreu antes do experimento “Sol de Magnésio”, que utiliza o permanganato de potássio como catalisador para decompor a água oxigenada, liberando oxigênio e produzindo uma queima intensa de magnésio.

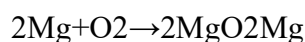
Equação Química 3. Decomposição do permanganato de potássio



Fonte: autora (2024)

Em seguida, o magnésio (Mg) reage com o oxigênio (O₂) liberado para formar óxido de magnésio (MgO):

Equação Química 4. Formação do óxido de magnésio



Fonte: autora (2024)

O aplicativo Realidade Virtual DCL foi utilizado em conjunto com um óculos de RV para abordar a questão “Do que o Sol é formado?”. A experiência imersiva permitiu ao público explorar o Sol em um ambiente tridimensional e entender melhor os processos naturais que liberam energia, como a fusão nuclear, conectando o experimento à ideia de liberação de energia na natureza.

Essa estratégia também é apoiada por Leite (2021), que ressalta o papel das TD na promoção de uma educação mais interativa e significativa. Ao alinhar RA e RV em um mesmo contexto, como no Show de Química, cria-se um ambiente dinâmico que conecta teoria e prática, incentivando a curiosidade científica e o engajamento dos estudantes.

SEÇÃO 7: ANÁLISE DOS RESULTADOS E IMPACTOS DAS INTERVENÇÕES TECNOLÓGICAS

Os procedimentos desta seção são divididos em: 7.1 Percepções e impacto nos estudantes e professores da educação básica ; 7.2 Percepções e impacto nos monitores: estudantes do curso de Química Licenciatura; 7.3 Desafios e Perspectivas para a Inovação no Show de Química ; 7.4 Alcance dos eventos de Divulgação Científica; e 7.5 Premiação SINPETE

7.1 Percepções dos participantes: estudantes e professores

Para os procedimentos de coleta e análise dos dados, com o objetivo da triangulação de dados Yin (2005), objetivando definirmos claramente o processo a ser realizado, o questionário foi estruturado em cinco etapas principais, com o objetivo de coletar informações abrangentes sobre o perfil dos participantes e suas percepções sobre o uso de TD na EQ. Para garantir acessibilidade e praticidade no preenchimento, foi disponibilizado um QR Code que direcionava os participantes ao formulário eletrônico anexado no apêndice.

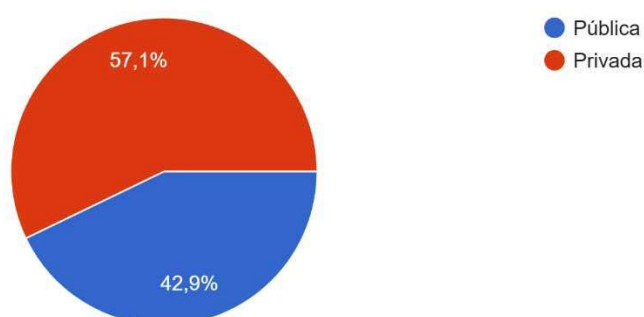
A análise dos dados coletados revelou informações sobre o perfil dos participantes, como rede de ensino e faixa etária, e suas percepções em relação a incorporação das tecnologias de RA e RV. Essas informações fornecem subsídios importantes, como a relevância das TD no âmbito educacional, para a avaliação da eficácia das estratégias utilizadas no Show de Química.

Os participantes incluíram estudantes de escolas públicas e privadas, e participantes dos eventos, com idades variando entre 8 e 56 anos. Essa ampla faixa etária reflete a abrangência e o apelo intergeracional das atividades desenvolvidas, permitindo que diferentes perfis de participantes interagissem e contribuíssem com perspectivas variadas. A diversidade

etária também proporcionou um panorama mais amplo sobre o impacto das atividades, considerando as diferentes formas de percepção e envolvimento de crianças, adolescentes e adultos. Dessa maneira, foi possível observar como as estratégias adotadas dialogaram com distintos níveis de conhecimento e experiência, enriquecendo a análise dos dados coletados.

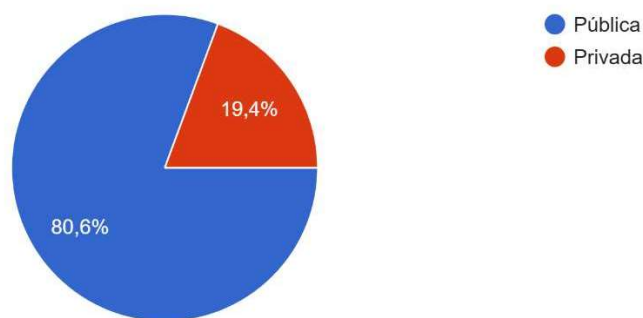
Os formulários foram aplicados no Show Padrão da Usina Ciência, no evento Usina Ciência Mais Divertida, que ocorreram nos dias 20 de abril e 21 de setembro de 2024 e do dia 16 a 22 de outubro de 2024 na Semana Institucional de Pesquisa, Tecnologia e Inovação na Educação Básica (Sinpete), um evento itinerante que aconteceu em Maceió, Delmiro Gouveia, Santana do Ipanema e Arapiraca. A realização das atividades em diferentes localidades possibilitou uma avaliação comparativa entre os contextos urbanos e do interior, identificando possíveis variações na recepção e no engajamento dos participantes. Além disso, a itinerância do evento garantiu um alcance maior, permitindo que um público mais diversificado tivesse acesso às atividades e contribuísse com suas percepções, enriquecendo ainda mais os resultados obtidos na pesquisa.

Gráfico 1. Rede de Ensino - participantes na Usina Ciência



Fonte: autora (2024)

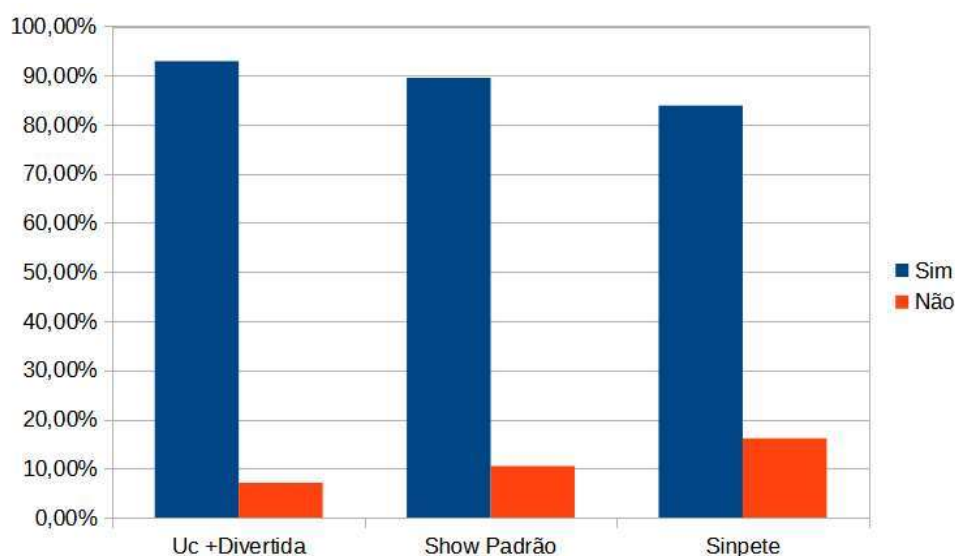
O gráfico 1 revela que 57,1% dos participantes do evento “Usina Ciência mais Divertida” eram oriundos de escolas privadas, enquanto 42,9% pertenciam à rede pública, já no Show padrão 66,7% eram oriundos de escolas pública e 33,3% pertenciam a rede privada, nos shows semanais é necessário fazer um agendamento prévio por interesse das escolas para participar dos shows, enquanto nos eventos é aberto para todos os públicos, mas precisam preencher um formulário de inscrição do evento.

Gráfico 2. Rede de Ensino - participantes no Sinpete

Fonte: autora (2024)

No Gráfico 2, observa-se que 80,6% dos participantes do Sinpete eram provenientes da rede pública de ensino, enquanto apenas 19,4% pertenciam à rede privada. Esse resultado reflete o objetivo do evento de fomentar o engajamento científico em escolas públicas. Sobre a participação no evento, as escolas públicas foram convidadas para participar, e tiveram que fazer um agendamento para comparecer no dia do evento, mas como é um evento aberto ao público outros estudantes de outras escolas também podiam participar desse evento. De acordo com Mantoan (2003), eventos desse tipo são fundamentais para democratizar o acesso ao conhecimento científico, proporcionando experiências que tornam o aprendizado mais significativo para os estudantes.

Depois de identificar o perfil dos estudantes, os gráficos a seguir apresentam dados sobre a motivação e o interesse dos participantes em aprender Química e o impacto das TD, conforme identificado durante os eventos Usina Ciência mais Divertida, Show padrão e o Sinpete, esses dados são retirados dos formulários, da perspectiva da análise comportamental através dos registros como fotos e vídeos e documental. Essa análise visa compreender o impacto das atividades realizadas nesses eventos na percepção dos participantes sobre o show, destacando elementos que contribuem para o envolvimento e engajamento com o conteúdo.

Gráfico 3. Motivação e interesse em aprender Química- participantes

Fonte: autora (2024)

No gráfico 3, observa-se que 92,9% dos participantes da Usina Ciência relataram estar motivados e interessados em aprender Química, enquanto 7,1% indicaram o contrário. Essa alta taxa de interesse reflete o impacto positivo das atividades interativas desenvolvidas no evento. Exemplos de relatos incluem:

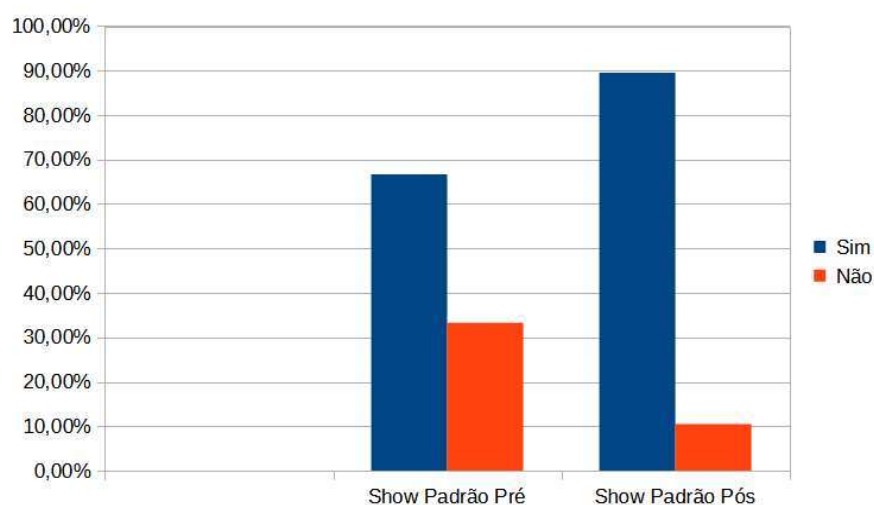
- “pois é uma ciência incrível.”
- “acho interessante aprender como tudo funciona.”

Esses resultados estão em consonância com as ideias de Vygotsky (1991), que destacam o papel das interações sociais e mediadas no desenvolvimento do aprendizado. Além disso, a abordagem lúdica utilizada durante o evento promoveu uma conexão com os conteúdos, o que reforça as contribuições de Novak (2001) sobre a importância do envolvimento ativo na construção de significados, e não houveram respostas negativas.

Já o gráfico 3 revela que 83,9% dos participantes do Sinpete relataram motivação em aprender Química, enquanto 16,1% afirmaram não se sentirem motivados. Apesar de apresentar um percentual menor em comparação ao show padrão, a maioria expressou entusiasmo com os conteúdos abordados. Um exemplo representativo é:

- “gostei muito da apresentação, foi legal.”

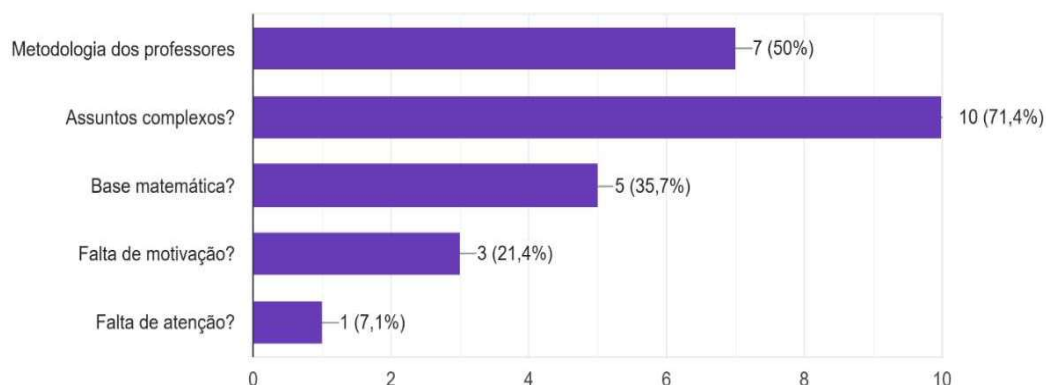
Moran (2013) reforça que o uso de metodologias inovadoras, como as aplicadas no Sinpete, no Show padrão e na Usina ciência mais divertida, desperta o interesse científico e cria um ambiente que estimula a curiosidade e o engajamento ativo dos estudantes como ilustrado no gráfico 4, sobre a perspectiva pré e pós tecnologias digitais.

Gráfico 4. Motivação e interesse em aprender Química - Pré e Pós incorporação de TD

Fonte: autora (2024)

Essas respostas destacam a relevância de métodos interativos na promoção do engajamento dos estudantes, especialmente em áreas frequentemente consideradas desafiadoras, como a Química, conforme destacado por Chamberlain et al. (2015), que enfatizam o papel das tecnologias interativas na facilitação da compreensão de conceitos complexos, tornando o aprendizado mais acessível e significativo.

Os gráficos a seguir mostram as dificuldades enfrentadas pelos participantes no aprendizado de Química, com base nos eventos Usina Ciência mais Divertida, Show padrão e Sinpete. As principais barreiras identificadas incluem metodologias tradicionais de educação, conteúdos complexos e a falta de recursos lúdicos. A seguir, as análises desses dados evidenciam a necessidade de novas abordagens pedagógicas para superar os desafios enfrentados pelos estudantes.

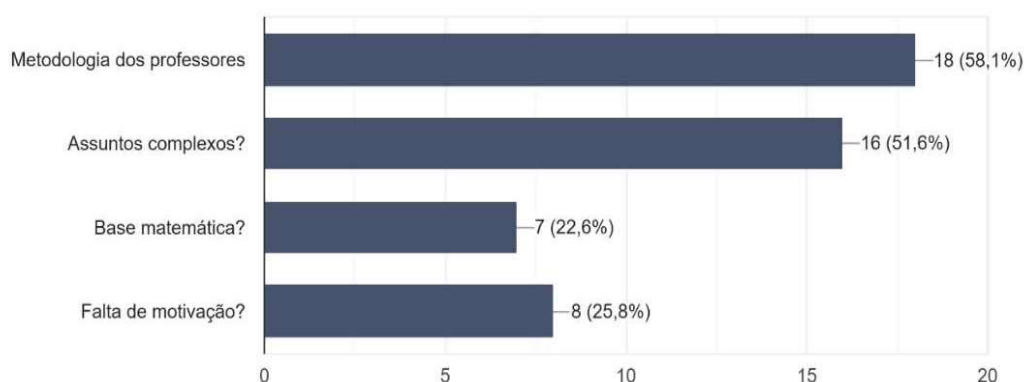
Gráfico 5. Dificuldades na aprendizagem - participantes na Usina Ciência

Fonte: autora (2024)

No Gráfico 5, observa-se que as dificuldades relacionadas à metodologia dos professores foram apontadas por 50% dos participantes, enquanto assuntos complexos foram mencionados por 71,4% dos participantes como um obstáculo significativo. Relatos como “Metodologia dos professores torna os assuntos complexos ainda mais difíceis de entender” refletem a insatisfação com abordagens tradicionais e pouco envolventes.

Essas percepções estão alinhadas com o que afirma Johnstone (2000), que destaca a complexidade natural da Química e a necessidade de estratégias didáticas que desmistifiquem tópicos difíceis, facilitando a compreensão por meio de metodologias mais dinâmicas e interativas. A alta porcentagem de participantes mencionando a complexidade dos conteúdos também corrobora com as ideias de Gilbert (2006), que aponta a importância de abordagens experimentais e visuais para tornar a Química mais acessível.

Gráfico 6. Dificuldades na aprendizagem- participantes no Sinpete



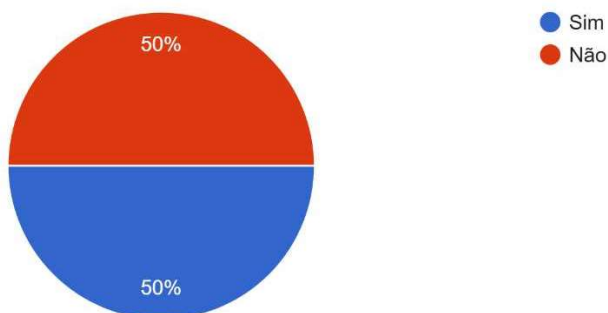
Fonte: autora (2024)

O Gráfico 6 mostra que, no Sinpete, 58,1% dos participantes indicaram as metodologias dos professores como um obstáculo, enquanto 51,6% apontaram as dificuldades com assuntos complexos como uma barreira. Esses dados reforçam a necessidade de reformulação das abordagens pedagógicas, especialmente em um contexto onde as metodologias tradicionais são vistas como monótonas e pouco envolventes. A dificuldade com conteúdos complexos, como estequiometria e ligações químicas, é uma constante observada por Novak (2001), que sugere que a utilização de métodos interativos pode facilitar a compreensão de tais tópicos, saber a perspectiva que os estudantes têm dificuldades foi necessário para identificar a realidade da rotina estudantil.

Como um participante do Sinpete mencionou: “minhas aulas não utilizam aplicativos ou jogos, seria muito bom se fossem mais dinâmicas.” Isso reforça as conclusões de Moran

(2013) sobre a importância de incorporar TD e recursos lúdicos para transformar a experiência de aprendizagem.

Gráfico 7. Tem aula Lúdica no cotidiano escolar? – Participantes do Evento da Usina Ciência



Fonte: autora (2024)

O Gráfico 7 mostra uma divisão equilibrada entre os participantes que relataram a presença ou não de aulas lúdicas no cotidiano escolar, as respostas na Usina Ciência: 50% afirmaram que sim, enquanto 50% disseram que não. Esse equilíbrio reflete a diversidade de experiências dos estudantes em relação ao uso de recursos interativos nas atividades. O uso de metodologias lúdicas tem sido cada vez mais defendido como uma ferramenta para tornar o aprendizado mais atrativo e acessível, principalmente em áreas como a Química, que muitas vezes são vistas como difíceis e abstratas.

De acordo com Piaget (1976), o lúdico é uma forma importante de aprendizado, pois favorece a assimilação e acomodação de novos conhecimentos por meio de atividades que estimulam a criatividade e o pensamento crítico. No contexto da Química, o lúdico pode envolver desde jogos educativos até simulações de reações químicas, que tornam os conceitos mais tangíveis.

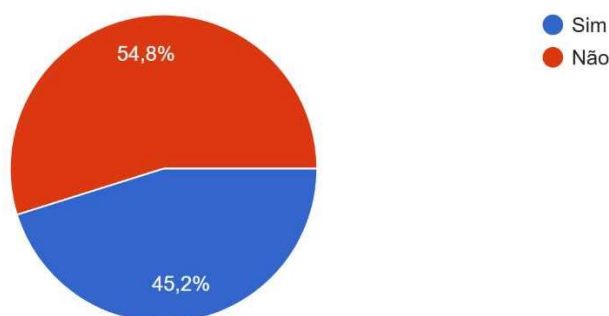
Por outro lado, a falta de atividades lúdicas pode limitar as oportunidades de interação significativa com o conteúdo. Como Vygotsky (1998) aponta, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando é mediada por interações sociais e ferramentas que desafiam o estudante de forma divertida. A introdução de tecnologias interativas, como simuladores de reações químicas ou jogos baseados em RA, pode potencializar essa mediação, permitindo que os estudantes experimentem e compreendam conceitos de forma mais prática e envolvente. Para Freire (1996), a educação deve ser um processo de conscientização, onde o

estudante não apenas recebe informações, mas participa ativamente do processo de construção do saber, algo que as atividades lúdicas podem promover com grande eficácia.

No entanto, a ausência de uma abordagem lúdica em metade dos participantes do evento indica que nem todos os estudantes tiveram acesso a essas metodologias inovadoras. Como sugere Moran (2013), a implementação de metodologias ativas e lúdicas depende de vários fatores, incluindo o preparo dos professores e o acesso às tecnologias necessárias. A falta de recursos tecnológicos ou de formação docente para aplicar práticas lúdicas pode ser um impeditivo significativo, especialmente em contextos educacionais mais carentes.

A divisão observada no Gráfico 7 também pode indicar que, enquanto uma parte dos estudantes reconhece a importância das aulas lúdicas, outra parte pode não ter se engajado plenamente com essas metodologias. Esse fato remete à necessidade de uma análise mais profunda sobre como as atividades lúdicas são estruturadas e aplicadas em contextos educativos específicos, para garantir que seu potencial seja explorado ao máximo.

Gráfico 8. Tem aula Lúdica no cotidiano escolar? – Participantes no Sinpete



Fonte: autora (2024)

No gráfico 8, o percentual de participantes que indicaram a presença de aulas lúdicas no cotidiano escolar foi de 45,2%, enquanto 54,8% relataram que não houve atividades dessa natureza. Embora o uso de estratégias lúdicas tenha sido mais positivo no show padrão, que responderam ter aulas de forma lúdica 66,7% e 33,3% não tinham, ainda assim, esses dados evidenciam a necessidade crescente de incorporar abordagens interativas nas práticas pedagógicas. Bruner (1996) defende que o aprendizado é mais eficaz quando os estudantes são envolvidos ativamente no processo, e o uso de atividades lúdicas pode ser um caminho para essa participação ativa, especialmente em disciplinas desafiadoras como a Química.

O uso de TD na educação lúdica tem sido amplamente estudado e aplicado em várias áreas do conhecimento. Gee (2003), por exemplo, explora como os jogos digitais podem ser utilizados para promover a aprendizagem, enfatizando que jogos bem projetados podem estimular a resolução de problemas, a tomada de decisões e a colaboração, habilidades essenciais para o aprendizado de Química. No contexto do EC, atividades como simulações de reações químicas ou a utilização de RA para visualizar estruturas moleculares podem se tornar poderosas ferramentas de educação lúdica.

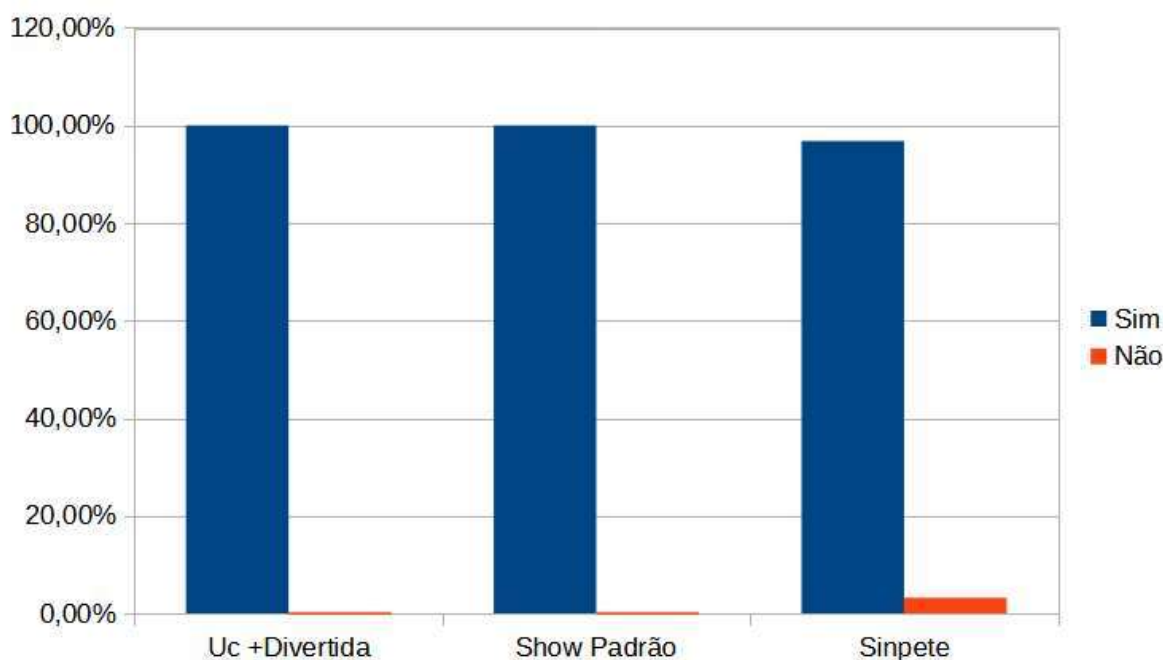
Além disso, as atividades lúdicas podem ser vistas como um meio de aliviar a ansiedade que muitos estudantes sentem em relação a conteúdos complexos, como as reações químicas ou a estequiometria. Dewey (1938) destaca a importância do ambiente de aprendizagem ser estimulante e capaz de despertar o interesse do estudante. A utilização de jogos e simulações pode transformar tópicos desafiadores em experiências mais acessíveis e menos intimidadoras, como evidenciado pelos relatos de estudantes que mencionam o impacto positivo dessas metodologias interativas.

Embora o uso de metodologias lúdicas tenha sido mais visto pelos participantes do Sinpete do que na Usina Ciência, ainda há espaço para expansão. A aplicação consistente dessas práticas pode ser um grande diferencial na educação científica, especialmente quando se trata de engajar os estudantes em temas que exigem compreensão profunda, como as leis da Química e os processos moleculares. Lima(2012), ao falar sobre a aprendizagem com computadores, reforça que quando os estudantes se divertem enquanto aprendem, a experiência se torna mais eficaz e duradoura, mostrando o grande potencial do lúdico aliado à TD.

Essas TD têm o potencial de transformar a forma como os conteúdos complexos são ensinados, proporcionando uma experiência imersiva que facilita a visualização de processos e conceitos que seriam difíceis de entender de maneira tradicional como dito anteriormente. Exemplos de respostas coletadas nos eventos incluem:

- “se torna mais fácil o entendimento e aprendizado.”
- “compreendi melhor como as reações químicas acontecem.”
- “permitiu visualizar o que seria impossível de ver em uma aula comum.”

Essas percepções reforçam o potencial das TD como ferramentas pedagógicas eficazes, alinhadas às demandas contemporâneas da educação e demonstrando como as ferramentas tecnológicas podem ser aliadas valiosas no processo de ensino-aprendizagem.

Gráfico 9. Incorporação da RA e RV

Fonte: autora (2024)

O Gráfico 9 apresenta uma aprovação unânime quanto à utilização de RA e RV no evento Usina Ciência, e no Show padrão com 100% dos participantes. Esse resultado destaca um forte reconhecimento da eficácia dessas ferramentas na melhoria da compreensão de conceitos de Química, como reações químicas e estruturas moleculares, temas que costumam ser abstratos e desafiadores para muitos estudantes, como relatados por eles no formulário.

No caso da Química, ferramentas imersivas como essas oferecem uma forma de explorar reações químicas de maneira dinâmica, permitindo que os estudantes interajam com as moléculas, vejam suas transformações e compreendam o impacto de variáveis como temperatura e pressão.

Ainda, Amaro(2022) destaca o poder das TD, como jogos e simulações, em transformar a aprendizagem em uma experiência prática e ativa. No contexto da Química, a RV e a RA podem ser usadas para criar laboratórios virtuais, onde os estudantes podem experimentar reações sem o risco de acidentes, o que aumenta a confiança deles na aprendizagem. O fato de 100% dos participantes do Show de Química, padrão e no evento reconhecerem a incorporação dessas tecnologias destaca sua relevância na educação e no processo de aprendizagem de disciplinas complexas como a Química.

Esse alto índice de aprovação também reflete um momento de transformação na EQ,

onde a interação com o conteúdo se torna mais visual, sensorial e prática. O uso de RA e RV pode, assim, ser considerado uma tendência crescente, cujo impacto positivo será ainda mais significativo à medida que essas tecnologias se tornam mais acessíveis e integradas ao currículo escolar.

Ao possibilitar a visualização e a interação com as moléculas e suas reações, essas tecnologias não apenas tornam os conceitos mais acessíveis, mas também mais significativos para os estudantes, o que pode ser especialmente importante para o aprendizado de disciplinas que exigem compreensão detalhada e observação de processos invisíveis a olho nu. De acordo com Bailenson (2018), ao simular ambientes realistas, a RV aumenta a imersão do estudante e a sua capacidade de absorver informações de maneira mais eficaz, o que contribui diretamente para o sucesso no aprendizado de conteúdos científicos.

As nuvens de palavras que serão apresentadas a seguir ilustram as principais respostas e conceitos que emergem dessa incorporação tecnológica nos Shows de Ciência, com base nas interações do público. Essas palavras refletem os aspectos mais destacados das respostas dos participantes, como "interatividade", "aprendizado", "compreensão" e "interesse", proporcionando uma visão geral sobre como a integração de tecnologias impacta o engajamento e a compreensão científica.

Nuvem de palavras 1. Incorporação das tecnologias nos Shows – Respostas
Sinpete

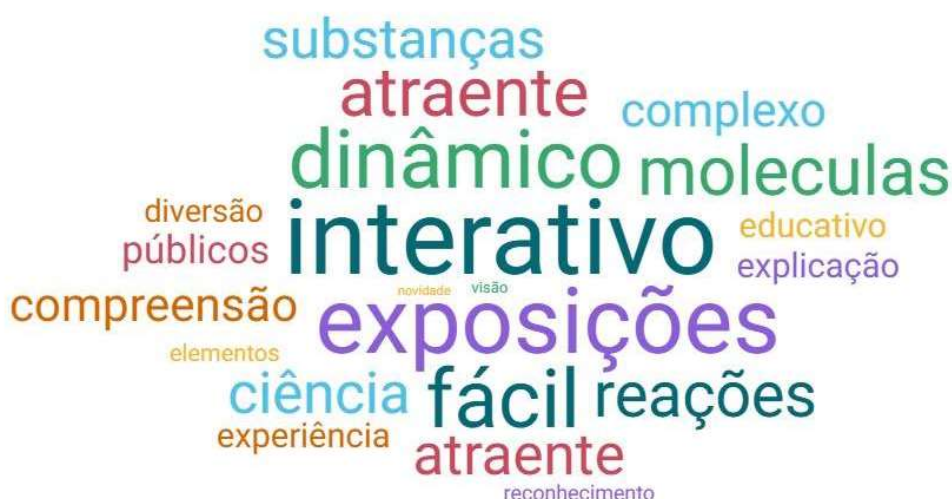


Fonte: autora (2024)

O uso dessas ferramentas, conforme destacado por Gee (2003), pode proporcionar uma aprendizagem mais envolvente e interativa, como é observado nas nuvens de palavras, 1

e 2 onde os estudantes não apenas observam, mas também participam ativamente do processo de descoberta, o que é esperado na educação de áreas como a Química, e as expressões mais utilizadas foi “interativo(a)” conceito utilizado por Gee (2003).

Nuvem de palavras 2. Incorporação das tecnologias nos Shows – Respostas
Usina Ciência



Fonte: autora (2024)

Em paralelo a isso, a incorporação da RA e RV no Sinpete evidencia um cenário positivo em relação à utilização de tecnologias imersivas nas escolas e em ambientes não formais de aprendizagem, refletindo uma tendência que pode, no futuro, se tornar ainda mais presente na educação. Essas tecnologias têm o potencial de transformar profundamente a forma como a Química é ensinada, tornando-a mais acessível, compreensível e interessante para os estudantes como ilustrado na nuvem de palavras 2.

A análise dos dados coletados destacou os impactos positivos do uso de tecnologias no aprendizado e no envolvimento dos participantes com os conteúdos científicos. Esses impactos foram observados em dois aspectos principais: a compreensão conceitual e o aumento do interesse pela ciência.

O uso de tecnologias interativas como RA e RV permitiu aos participantes visualizar fenômenos químicos que, em um contexto tradicional, seriam abstratos e de difícil compreensão. Essa abordagem foi considerada especialmente eficaz em experimentos como a formação de moléculas e a simulação de reações químicas. Relatos dos participantes ilustram essa percepção:

- “achei bem mais fácil entender a formação das moléculas com a RA.”

- “poder ver os átomos e moléculas em 3D ajudou muito a entender o conteúdo.”
- “consegui compreender como acontecem as reações químicas, algo que não tinha ficado claro antes.”

Esses dispositivos permitiram que os participantes acessassem conteúdos dinâmicos e imersivos, criando uma experiência educacional única e impactante. Por exemplo, ao utilizar os óculos de RV, os estudantes puderam “entrar” em uma nave, visualizando como os planetas se organizam e quais os elementos estão presentes no espaço.

A integração dessas ferramentas no contexto do evento não apenas reforçou o engajamento dos participantes, mas também exemplificou como a tecnologia pode ser incorporada de forma prática ao ambiente educacional. Materiais de apoio, como o livreto e monitores treinados, foram essenciais para orientar o uso das tecnologias e garantir que todos os participantes, independentemente de sua familiaridade com dispositivos digitais, pudessem aproveitar a experiência ao máximo. Além disso, os materiais virtuais, como modelos interativos de moléculas e simulações de reações, foram projetados para complementar os conteúdos abordados durante o evento, reforçando os conceitos de maneira visual e prática.

A análise dos dados coletados e as observações realizadas no evento evidenciam que o uso de RA e RV não apenas facilita a compreensão de conceitos abstratos, mas também transforma o aprendizado em uma experiência mais envolvente e significativa. A Figura 26, sintetiza essa transformação ao mostrar os participantes imersos nas atividades, interagindo diretamente com as tecnologias e conectando-se com os fenômenos químicos de forma concreta e dinâmica. Essa integração de recursos inovadores na EQ demonstra o potencial das metodologias ativas baseadas em TD para ampliar os horizontes educacionais e aproximar os estudantes do universo científico.

Os dados indicam que as metodologias adotadas despertaram um interesse genuíno dos participantes por temas científicos. Muitos relataram que a experiência foi inspiradora e motivadora, aumentando sua curiosidade e desejo de aprender mais. Exemplos incluem:

1. “gostei muito porque explica de forma divertida e interessante.”
2. “foi muito bom, quero aprender mais sobre Química depois dessa experiência.”
3. “a tecnologia usada deixa a gente com mais vontade de participar.”

Figura 28. Engajamento Científico



Fonte: autora (2024)

O engajamento científico observado no Show de Química destaca o potencial das metodologias interativas para inspirar o interesse dos participantes em temas relacionados à ciência. As tecnologias de RA e RV, aliadas a uma abordagem prática e lúdica, criaram um ambiente propício à curiosidade e ao envolvimento. Conforme relatado pelos participantes, a experiência proporcionou uma nova perspectiva sobre o aprendizado da Química: “gostei muito porque explica de forma divertida e interessante.” Esse tipo de metodologia é essencial para aproximar o público de diferentes faixas etárias da ciência, transformando o aprendizado em uma experiência significativa Moran, (2015). O uso de tecnologias avançadas também reforça o interesse pela experimentação e pela investigação científica, contribuindo para uma postura ativa frente aos desafios educacionais.

Em paralelo a isso, os relatos destacam o impacto positivo das tecnologias no despertar do desejo de aprender mais sobre ciência, como expressado na afirmação: “foi muito bom, quero aprender mais sobre Química depois dessa experiência.” De acordo com Bacich e Moran (2018), metodologias que integram ferramentas digitais e promovem a interação direta com o conteúdo possuem maior capacidade de engajar os participantes, especialmente em áreas consideradas desafiadoras, como a Química.

A Figura 28 ilustra o engajamento dos participantes durante as atividades, quando mais de 2 crianças levantam a mão para quer participar daquele momento, evidenciado tanto pela interação com os recursos tecnológicos quanto pelo entusiasmo observado nos

depoimentos. Esses resultados confirmam a importância de iniciativas que combinem inovação, acessibilidade e relevância científica para fomentar o interesse dos estudantes em explorar e aprofundar conhecimentos na área científica.

Os educadores que estiveram presentes no Show de Química reforçaram a relevância das tecnologias de RA e RV para transformar o ambiente de sala de aula. Essas ferramentas, segundo os professores, oferecem oportunidades de tornar o aprendizado mais atrativo e dinâmico, especialmente em disciplinas como Química, que frequentemente enfrentam resistência por parte dos estudantes. Um dos relatos do professor de escola pública exemplifica essa percepção: “acho que se tivéssemos esses recursos na escola, os estudantes se interessariam muito mais pelas aulas.” Esse depoimento evidencia a importância de integrar práticas inovadoras ao currículo escolar para criar experiências de aprendizado mais imersivas e alinhadas às demandas dos estudantes contemporâneos (BACICH; MORAN, 2018).

Ao comparar as opiniões de oito professores e quarenta estudantes sobre a incorporação de tecnologias interativas, evidencia a aceitação generalizada da proposta. Enquanto os professores destacam a capacidade das ferramentas tecnológicas de facilitar a visualização de conceitos abstratos e promover o engajamento, os estudantes relatam um aumento significativo na motivação e no interesse pelo aprendizado. Esses dados corroboram estudos que apontam o impacto positivo do uso de tecnologias na educação, tanto na melhoria da compreensão conceitual quanto na criação de um ambiente de aprendizagem mais colaborativo e estimulante. A combinação de opiniões reflete o potencial transformador dessas tecnologias para promover uma educação mais inclusivo e eficaz.

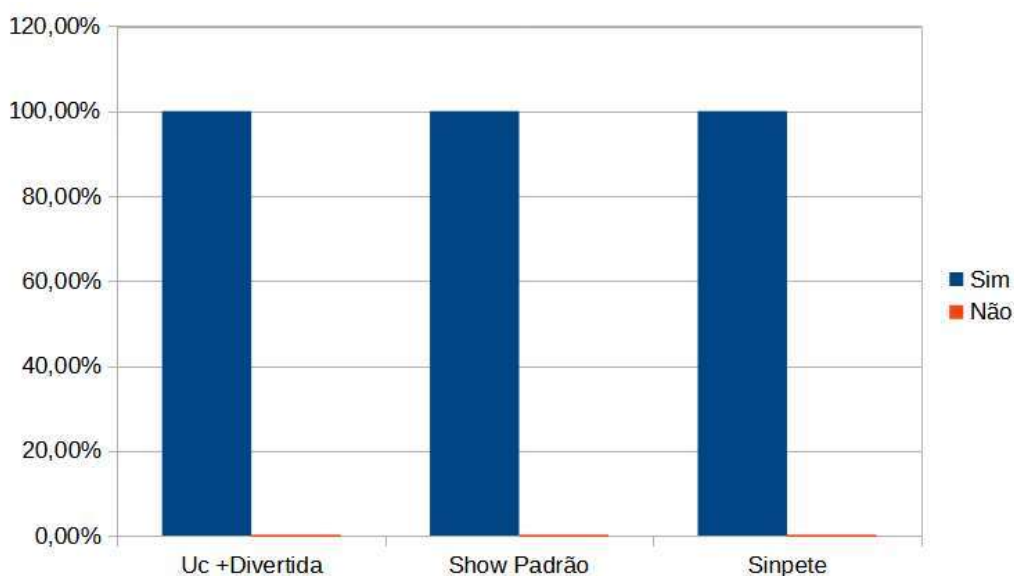
Os professores presentes também destacaram os benefícios das tecnologias para tornar o educação mais atrativa e interativa. Muitos relataram que, em suas práticas pedagógicas, a utilização de recursos tecnológicos como RA e RV poderia ajudar a superar desafios comuns, como a falta de engajamento e o desinteresse dos estudantes. Além disso, reconheceram que esses materiais possibilitam a experimentação de conceitos complexos de maneira segura e estimulante, contribuindo para uma educação mais inclusiva e eficaz (Santos; Freitas, 2020).

Os óculos de RV foram destaque entre os materiais empregados, permitindo a simulação de experimentos químicos em ambientes tridimensionais seguros e controlados. Os participantes puderam, por exemplo, visualizar a formação de moléculas em escala ampliada, compreender a organização dos átomos e observar reações químicas impossíveis de serem reproduzidas em laboratórios escolares convencionais. Essa abordagem inovadora favoreceu a

aprendizagem experiencial, promovendo a retenção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como análise e síntese, conforme apontado por Santos e Freitas (2020).

Além dos óculos de RV, os aplicativos de RA foram amplamente utilizados para enriquecer o aprendizado. Esses aplicativos permitiram que os participantes sobrepujassem informações digitais ao mundo físico, como animações moleculares e representações dinâmicas da tabela periódica. A integração entre o real e o virtual proporcionou um aprendizado significativo, permitindo que os estudantes conectassem os conceitos teóricos à prática cotidiana. Como destacou um dos participantes: “ver as moléculas em 3D foi muito mais fácil do que tentar imaginar apenas pelo livro.” Essa percepção reforça o papel dos recursos tecnológicos como facilitadores do aprendizado visual e prático, podendo ser utilizados no dia a dia dos estudantes, como mostrado no gráfico 11.

Gráfico 11. Incorporação da RA e RV no dia a dia



Fonte: autora (2024)

O impacto positivo desses recursos tecnológicos ficou evidente no entusiasmo dos participantes em adotar essas ferramentas no seu dia a dia escolar. Tanto no Sinpete quanto no Show de Química da Usina Ciência (padrão e evento), a unanimidade das respostas (100% dos participantes) indicou interesse em utilizar tecnologias como RA e RV em suas aulas regulares. Essa aceitação é ilustrada no gráfico 11, que sintetiza as opiniões dos participantes sobre a aplicação cotidiana dessas tecnologias. Essa resposta unânime demonstra a

receptividade às novas metodologias e reforça a demanda por inovação no contexto educacional.

Esses resultados evidenciam a necessidade de expandir o acesso a essas tecnologias nas escolas, promovendo uma formação continuada para os professores e a disponibilização de recursos adequados. A incorporação de tecnologias emergentes, como RA e RV, não apenas atende às demandas contemporâneas da educação mas também fomenta a inovação pedagógica, favorecendo um aprendizado mais significativo e atrativo.

7.2 Percepções e impacto nos monitores: estudantes do curso de Química Licenciatura

A participação dos monitores no evento itinerante do SINPETE 2024 e nos show da Usina proporcionaram uma vivência significativa na mediação de atividades científicas, na interação com diferentes públicos e na incorporação de novas tecnologias a EQ e mostrou o potencial desse trabalho, podendo ser reproduzido e expandido. Durante as apresentações realizadas nas cidades de Maceió, Arapiraca, Santana do Ipanema e Delmiro Gouveia, os monitores enfrentaram desafios logísticos, técnicos e metodológicos, mas também destacaram aprendizados e reflexões sobre a prática docente e a divulgação científica.

A monitoria no Show de Química incluiu tanto atividades tradicionais de experimentação quanto a incorporação de recursos de RA e RV. Segundo um dos monitores, em Maceió, “a inserção dessas tecnologias permitiu uma maior interatividade com o público, especialmente nas escolas onde os estudantes nunca tiveram contato com esse tipo de ferramenta”. Esse aspecto reforça o impacto positivo da tecnologia na educação, tornando o aprendizado mais visual e significativo.

Os monitores também apontaram a necessidade de adaptação a diferentes condições estruturais nos locais de apresentação. Em Arapiraca, por exemplo, enfrentaram desafios como a falta de suporte para o descarte adequado de reagentes. Como relatou um monitor, “tínhamos planejado utilizar o laboratório da instituição para descartar os materiais, mas, sem suporte técnico adequado, tivemos que improvisar”. Situações como essa demonstram a necessidade de planejamento mais detalhado para itinerâncias futuras.

Em Santana do Ipanema, o espaço reduzido para as apresentações limitou a utilização de dispositivos de RV. No entanto, os monitores perceberam que o interesse dos estudantes superou as limitações físicas. “Mesmo com pouco espaço, a curiosidade e o entusiasmo dos estudantes foram evidentes. Muitos nos perguntavam se essas tecnologias poderiam ser usadas em sala de aula regularmente”, comentou uma monitora.

Por outro lado, em Delmiro Gouveia, a estrutura oferecida pelo campus da Universidade Federal de Alagoas facilitou a implementação completa das atividades planejadas. Um dos monitores destacou que “contar com um técnico de laboratório para apoio fez uma grande diferença. Pudemos realizar as atividades sem tantas preocupações logísticas, permitindo-nos focar na interação com os estudantes”.

A experiência também contribuiu para a formação profissional dos monitores, permitindo-lhes desenvolver habilidades de comunicação, adaptação pedagógica e gestão de turmas. Como resumiu um dos participantes, “levar o show de química para diferentes cidades foi desafiador, mas extremamente gratificante. Perceber o impacto das nossas apresentações na motivação dos estudantes e no interesse pela ciência foi um aprendizado inestimável”.

Essas percepções evidenciam a importância da extensão universitária e da popularização da ciência, além de reforçar a necessidade de estruturas adequadas e artefatos pedagógicos nas atividades para garantir a inclusão e a qualidade das experiências futuras. Para isso, é essencial que haja investimentos contínuos em infraestrutura, capacitação de monitores e desenvolvimento de materiais interativos que possam enriquecer o aprendizado e facilitar a comunicação entre os educadores e os estudantes.

A promoção da ciência por meio de eventos itinerantes também amplia o acesso ao conhecimento para comunidades que muitas vezes possuem recursos limitados para práticas laboratoriais e experimentais. Dessa forma, a criação de estratégias que permitam a adaptação das atividades a diferentes contextos educacionais torna-se fundamental para consolidar o impacto positivo da divulgação científica. Além disso, o incentivo à participação ativa dos monitores, aliada ao uso de tecnologias digitais como a Realidade Aumentada e Virtual, fortalece o envolvimento do público e contribui para uma abordagem mais dinâmica e inclusiva da EQ.

7.3 Desafios e Perspectivas para a Inovação no Show de Química

A incorporação de tecnologias no Show de Química representa um avanço significativo na forma de ensinar e divulgar a ciência. Entretanto, essa inovação traz desafios que precisavam ser superados para garantir a eficiência e a continuidade das atividades. Um dos principais desafios estava na escolha de aplicativos que sejam acessíveis e compatíveis com as infraestruturas disponíveis.

Os aplicativos selecionados para a incorporação dessas tecnologias foram planejados de modo a não depender da internet durante o uso, necessitando apenas de conexão para o download

inicial. Essa estratégia permitiu que as atividades fossem realizadas sem interrupções, independentemente da conectividade no local de apresentação. Além disso, a Usina Ciência dispõe da estrutura necessária para comportar essas inovações tecnológicas, oferecendo suporte técnico adequado para o uso contínuo dos recursos de RA e RV.

A formação técnica qualificada na Usina Ciência garante que os monitores possam operar os aplicativos e dispositivos sem dificuldades, proporcionando uma experiência inovadora para o público. Dessa forma, a continuidade da inovação no Show de Química depende da capacitação constante dos monitores, da manutenção dos equipamentos e do desenvolvimento de novas abordagens que integrem ainda mais a tecnologia na EQ. Além dos desafios técnicos, citados no tópico anterior, a aceitação do público e dos educadores também representa um aspecto fundamental para o sucesso da inovação. Assim, é necessário promover formações continuadas e demonstrações práticas que evidenciem os benefícios dessas tecnologias na aprendizagem de conceitos químicos aplicados no cotidiano dos estudantes.

7.4 Impacto / Alcance dos eventos de Divulgação Científica

A itinerância do Show de Química da Usina Ciência pelo Sinpete 2024 marcou um momento significativo na história do evento, representando a primeira vez em que a iniciativa foi levada para além dos limites da sede em Maceió. O evento percorreu três cidades de Alagoas — Maceió, Arapiraca, Santana do Ipanema e Delmiro Gouveia — impactando diretamente estudantes e professores de diferentes níveis educacionais. Essa expansão foi possível graças à colaboração entre a equipe da Usina Ciência e os monitores, que receberam treinamento específico para conduzir as atividades. Essa formação capacitou os monitores a apresentar os experimentos químicos de maneira clara e interativa, integrando pela primeira vez as tecnologias de RA e RV a públicos variados.

O impacto do evento foi amplamente reconhecido. Em cada cidade, os desafios logísticos e estruturais foram superados por meio de adaptações e estratégias criativas. Em Arapiraca, a equipe enfrentou limitações relacionadas ao descarte de reagentes, mas o público mostrou grande entusiasmo, o que evidenciou o interesse pela ciência quando apresentada de forma inovadora. Já em Santana do Ipanema, o espaço limitado e o tempo reduzido para as apresentações não impediram que os participantes demonstrassem curiosidade e engajamento com os experimentos e as tecnologias utilizadas.

O uso de RA e RV foi um diferencial destacado em todas as apresentações. Em Delmiro Gouveia, onde a infraestrutura foi mais favorável, como citado no relato dos

monitores, a experiência tecnológica foi plenamente aproveitada, permitindo que os estudantes explorassem conceitos como reações químicas e formação molecular em ambientes imersivos.

Além do impacto direto nos estudantes, o evento também fortaleceu a rede de colaboração entre as cidades visitadas e a Universidade Federal de Alagoas (Ufal). “Professores locais elogiaram a abordagem pedagógica inovadora e destacaram o potencial das tecnologias apresentadas para transformar a educação de ciências em suas escolas”. Um dos professores comentou: “essa experiência mostra que a ciência pode ser ensinada de maneira muito mais interessante, conectando teoria e prática”.

Figura 29. Mapa de Alagoas e os registros de Incorporação de RA e RV



Fonte: modificado pela autora (2025)

No mapa, mostra o alcance do Show de Química, vai além dos números e locais registrados. Ele demonstra a importância de eventos itinerantes como o Sinpete, que levam a ciência para diferentes contextos educacionais, promovendo acesso e equidade, como mostra na gráfico 11. A integração das tecnologias de RA e RV não apenas facilitou a compreensão de conceitos abstratos, mas também estimulou o interesse pela ciência, evidenciando o potencial transformador dessas iniciativas. O sucesso do evento reforça a necessidade de continuar investindo na popularização científica, levando a ciência para onde ela é mais necessária

7.5 Premiação no Sinpete 2024

No Sinpete houve o Concurso de Ideias e Pesquisas Inovadoras destacou-se como uma das principais iniciativas do evento, promovendo uma intensa troca de experiências entre estudantes, professores e a comunidade acadêmica. O projeto, que incorporou tecnologias de RA e RV no Show de Química da Usina Ciência que estava acontecendo simultaneamente, foi desenvolvido com foco no ODS 4 - Educação de Qualidade, priorizando a melhoria da experiência educacional por meio da inovação tecnológica. Essa abordagem destacou-se entre as propostas apresentadas, garantindo o primeiro lugar em todas as etapas do concurso, que foram: i) elaboração do projeto escrito para a apresentação da proposta inovadora de educação interativo, fundamentada no ODS 4, figura 30, ii) elaboração de um vídeo explicativo detalhando os principais aspectos do projeto e, iii) apresentação do poster durante toda semana do evento Sinpete 2024.

Figura 30. Resultado da 1ª fase – Pesquisas e Ideias Inovadoras Sinpete 2024



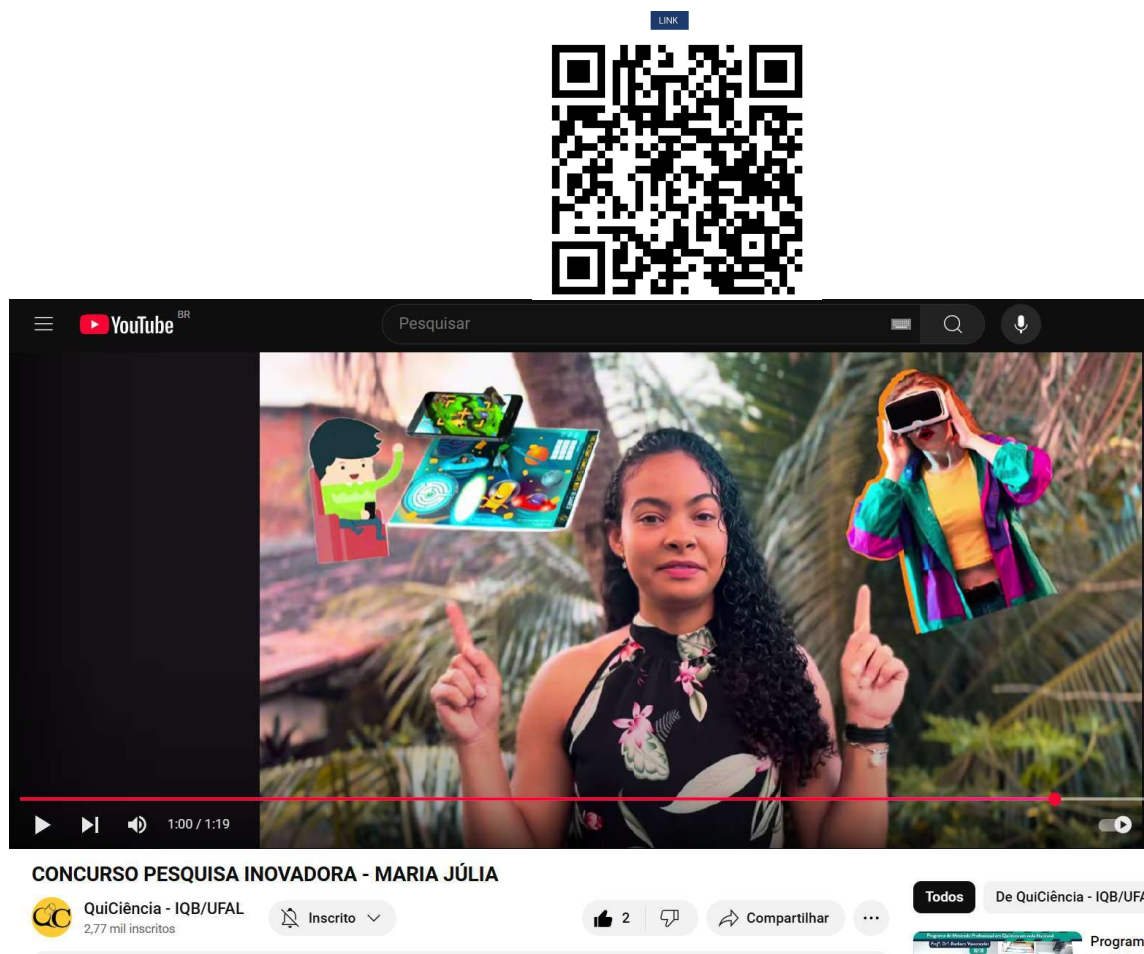
NOGUEIRA MARTINS	PARA A PRODUÇÃO DE CIMENTO	SENAI CARLOS GUIDO FERRARIO LOBO			não sim 1,5	
EMILLY TEIXEIRA BOMFIM	PRODUÇÃO DE HIDROGEL AGRÍCOLAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE FRALDAS DESCARTÁVEIS	COLÉGIO ROSALVO FÉLIX	RIO LARGO	7,00	x	35º

ENSINO SUPERIOR						
PROFESSOR(A) ORIENTADOR(A)	TÍTULO DA PROPOSTA	ESCOLA/INSTITUIÇÃO	MUNICÍPIO	AValiação	DESEMPATE	COLOCAÇÃO
MONIQUE G. ANGELO	INCORPORAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL NO SHOW DE QUÍMICA DA USINA CIÊNCIA DA UFAL	INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA (IQB/UFAL)	MACEIÓ	9,15	x	1º
FABIANA PINCHO DE OLIVEIRA	MEMES PRA VER OUVIR: LABORATÓRIO DE MEMES ACESSÍVEIS PARA PROFESSORES E USUÁRIOS DA AUDIODSCRIÇÃO	FACULDADE DE LETRAS (FALE/UFAL)	MACEIÓ	9,00	x	2º
ÂNGELA MARIA MOREIRA CANUTO	MENTORIA POR PARES EM ESCOLAS ALAGOANAS	FACULDADE DE MEDICINA (FAMED/UFAL)	MACEIÓ	8,85	x	3º
AMANDA LYS DOS SANTOS SILVA	LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA PARA INICIANTES	INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE	MACEIÓ	8,75	federal não	4º

Fonte: autora (2024)

Na segunda etapa, preparamos um vídeo explicativo, publicado no youtube do grupo de pesquisa Quiciência, como mostra a figura 31, onde o vídeo detalha os principais aspectos do projeto, como a incorporação de TD e seus impactos no aprendizado e na educação do estado de Alagoas. O vídeo foi amplamente elogiado por avaliadores e participantes, sendo reconhecido como o mais completo e inovador do concurso, acesse o video pelo QR.

Figura 31. Vídeo para o concurso de Ideias Inovadoras



Fonte: autora (2024)

A última etapa, como na figura 32, envolveu a apresentação de um pôster científico durante os dias de exposição do Sinpete, de 16 a 22 de outubro de 2024, intercalando os dias com as equipes. Essa etapa permitiu-nos interagir com um público diversificado, receber feedbacks valiosos e compartilhar nossa proposta com outros participantes. A troca de ideias com professores, estudantes e especialistas enriqueceu nosso projeto, ampliando nossa visão sobre a aplicabilidade das TD na educação e na promoção da sustentabilidade.

Figura 32. Apresentação do Banner – Sinpete 2024



Fonte: autora (2024)

Na última fase do concurso, além da apresentação do pôster científico, contamos com a avaliação de especialistas e a interação direta com o público, que pôde participar da votação do projeto através de um QR Code disponibilizado durante o evento, como ilustrado na Figura 33. Essa abordagem inovadora permitiu que o público não apenas conhecesse os detalhes do nosso trabalho, mas também contribuísse com sua opinião, fortalecendo a conexão entre os participantes e o projeto. A combinação entre a avaliação técnica dos especialistas e o envolvimento do público destacou a relevância da proposta e ampliou seu alcance, refletindo a aceitação e o impacto positivo gerado pelo uso de tecnologias interativas na educação.

Figura 33. Votação do público visitante e avaliadores



Fonte: Sinpete (2024)

E durante os dias de exposição do Sinpete 2024, a área de apresentação do Show de Química, como mostra a figura 34, recebeu a visita de diversas autoridades acadêmicas, incluindo o pró-reitor de graduação, Ufal, que destacou a importância de eventos como o Sinpete para a integração entre universidade e escolas. Sua presença reforçou o compromisso institucional em apoiar iniciativas que promovam a popularização da ciência, especialmente por meio da incorporação de TD. Além dele, vários professores e coordenadores pedagógicos da Ufal e das escolas participantes visitaram a exposição, demonstrando grande interesse em levar essas metodologias inovadoras para suas instituições de educação.

Figura 34. Área de exposição com incorporação de Tecnologias Digitais



Fonte: autora (2024)

A área de exposição também atraiu um grande número de estudantes, que exploraram não apenas o Show de Química, mas também outras apresentações que incorporaram TD ao aprendizado, como o óculos de RV, e marcadores de RA. A interação com essas tecnologias proporcionou aos visitantes uma visão mais ampla sobre como as inovações podem transformar a experiência educacional, aproximando estudantes de conceitos científicos complexos de forma prática e envolvente. Esse fluxo constante de visitantes evidenciou o sucesso da proposta e seu impacto na disseminação de metodologias educacionais interativas.

7.5.1 Premiação e Reconhecimento

No dia 22 de outubro, durante a cerimônia de premiação realizada no auditório da Reitoria da Ufal, fomos reconhecidos como vencedores do Concurso de Ideias Inovadoras, alcançando o primeiro lugar em todas as etapas da competição. Essa conquista reflete a relevância da nossa proposta para a melhoria da qualidade educacional e o impacto positivo das tecnologias interativas na educação de ciências.

Figura 35. Ganhadores do prêmio Ideias e Pesquisas Inovadoras



Fonte: autora (2024)

O Sinpete 2024 reforçou a importância da conexão entre a universidade e a educação básica, destacando os benefícios de integrar tecnologia e inovação à educação. Nosso projeto, focado no ODS 4, demonstrou que é possível transformar a experiência educacional por meio de abordagens interativas e sustentáveis. Estamos orgulhosos de fazer parte dessa iniciativa e confiantes de que nosso trabalho continuará a contribuir para uma educação de qualidade, acessível e inovadora.

SEÇÃO 8: PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL - LIVRETO: SHOW DE QUÍMICA DA USINA CIÊNCIA DA UFAL

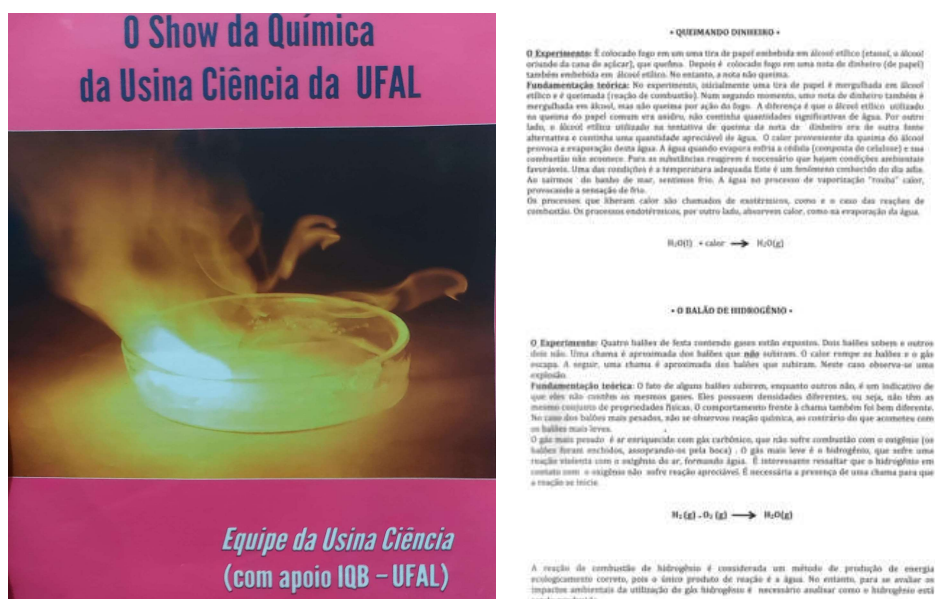
Essa seção tem como foco a proposta de atualização do produto educacional no formato de um livreto, intitulado “Show de Química da Usina Ciência da Ufal”, com a incorporação de TD. A partir dela, serão detalhados, 8.1 – Justificando a proposta; 8.2 - Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

8.1 Justificando a proposta

A atualização do livreto sobre “Show de Química da Usina Ciência da Ufal”, com a incorporação de TD, surge como proposta de Produto Educacional e integra os resultados da pesquisa desenvolvida durante a dissertação, com ênfase nos experimentos do Show de Química.

Na figura 36, está a capa do livreto antigo e seu modelo de estruturação, e atualização de materiais educacionais serve para acompanhar os avanços tecnológicos e as transformações sociais do mundo contemporâneo. Segundo Moran (2015), em um cenário em que a tecnologia se reinventa continuamente, a educação não pode se manter estática, as inovações tecnológicas não apenas ampliam as possibilidades de educação mas também transformam as dinâmicas de aprendizagem, demandando que materiais didáticos sejam constantemente revisitados para integrar novos recursos e abordagens.

Figura 36. Livreto antigo Usina Ciência



Fonte: autora (2024)

No contexto educacional, a incorporação de TD é uma resposta às necessidades de uma sociedade conectada. Carneiro et al. (2005) apontam que os livros e livretos com caráter didáticos precisam ir além de sua função tradicional de consulta e verificação de conceitos, tornando-se instrumentos de desenvolvimento de habilidades críticas e de resolução de problemas. A atualização do livreto Show de Química da Usina Ciência da Ufal, por exemplo, reflete essa necessidade, ao integrar TD que enriquecem a experiência dos estudantes e tornam os conteúdos mais acessíveis e dinâmicos.

Além disso, a evolução tecnológica está diretamente relacionada às expectativas da sociedade em relação à formação dos indivíduos. Para acompanhar essas demandas, é fundamental que os materiais didáticos incorporem novas mídias e abordagens interativas. Ferraro (2011) destaca que a leitura e o uso de livros didáticos não são apenas práticas pedagógicas, mas também atos sociais que refletem os contextos culturais e tecnológicos de cada época. A revisão do livreto reforça essa perspectiva ao utilizar as TD como ferramentas que potencializam a aprendizagem e promovem maior engajamento.

Segundo Lévy (1999), as tecnologias permitem a criação de ambientes de aprendizagem mais colaborativos e conectados, onde os estudantes são protagonistas do processo educativo. Esse princípio norteia a atualização do livreto, que busca não apenas informar, mas também inspirar estudantes a explorar os desafios e soluções que essas áreas apresentam.

Portanto, a atualização de materiais como o livreto Show de Química da Usina Ciência da Ufal é mais do que uma adaptação à modernidade; é uma necessidade pedagógica para garantir que a educação acompanhe o ritmo das transformações tecnológicas e sociais. Ao integrar TD e abordar temáticas relevantes, esses materiais tornam-se ferramentas poderosas para transformar a prática educativa e preparar os estudantes para os desafios do século XXI. Dentro do contexto apresentado, o livreto elaborado, atuando como produto educacional, tem seu foco direcionado aos estudantes e aos monitores da Usina. Reconhecendo que os livretos mais didáticos exercem papéis cruciais na criação, disseminação e assimilação de conhecimento, especialmente quando sua difusão está sob a responsabilidade das instituições educacionais.

8.2 Limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros

O livreto "Show de Química da Usina Ciência da Ufal", possui um total de 37 páginas e é estruturado em experimentos, textos, imagens e incorporações tecnológicas. Sua

elaboração teve como objetivo abordar temas como a aplicação da Química na saúde, no cotidiano e em novas tecnologias, enfatizando como essas inovações contribuem para melhorar a qualidade de vida, figura 37.

Figura 37. Show de Química da Usina Ciência da Ufal



Fonte: autora (2025)

A tabela abaixo, mostra a organização e dos experimentos, organizados em 13 experimentos, 3 incorporações de tecnologias como modelos de como pode ser utilizadas e 8 sugestões de aplicativos.

Tabela 2. Organização e temas do livreto Show de Química da Usina Ciência da Ufal

ORGANIZAÇÃO	TEMA
EXPERIMENTO 1	Formação da Molécula de Água com RA
EXPERIMENTO 2	A Faixa Invisível
EXPERIMENTO 3	Reação de Combustão com RA

EXPERIMENTO 4	Queimando Dinheiro
EXPERIMENTO 5	Reação Oscilante
EXPERIMENTO 6	Algodão Pólvora
EXPERIMENTO 7	Cascata de Espuma
EXPERIMENTO 8	A Varinha Mágica
EXPERIMENTO 9	Teste do Bafômetro
EXPERIMENTO 10	Balão de Hidrogênio
EXPERIMENTO 11	Camaleão Químico
EXPERIMENTO 12	Sistema Solar em RV
EXPERIMENTO 13	Sol de Magnésio
APLICATIVO 1	Planeta AR- Sistema Solar
APLICATIVO 2	Chemitry Simulator AR
APLICATIVO 3	QuimicAR
APLICATIVO 4	QuimicAR (com roteiros de experimentos)
APLICATIVO 5	360ed's Elements AR
APLICATIVO 6	RappChemistry:AR
APLICATIVO 7	VR Space
APLICATIVO 8	Realidade Virtual DCL

Fonte: autora (2025)

O livreto está estruturado com base em pilares fundamentais, como o contexto no dia a dia, experimentos, fundamentação teórica, reações químicas, materiais e aplicativos. Seu objetivo é explorar conteúdos introdutórios e essenciais para a compreensão da temática, proporcionando uma abordagem integrada que conecta teoria e prática. Cada experimento é detalhado de forma a explicar não apenas como realizá-lo, mas também o fundamento científico por trás das reações, destacando sua aplicação no cotidiano e utilizando recursos tecnológicos que enriquecem o aprendizado, como mostra a figura 38.

Figura 38. Representação do Experimento 11 – Camaleão Químico



Fonte: autora (2025)

Somado a isso, o livreto incorpora aplicativos como ferramentas de apoio ao aprendizado, trazendo atividades experimentais de baixo custo que podem ser realizadas com auxílio tecnológico. Os aplicativos, apresentados com QR codes para fácil acesso, possibilitam uma interação prática e inovadora, promovendo a conexão entre a teoria e a prática de forma acessível e engajante, como na figura 39. Essa abordagem visa não apenas facilitar a realização dos experimentos, mas também estimular a curiosidade científica e a autonomia dos estudantes por meio de recursos digitais.

Figura 39. Página interna - Incorporações tecnológicas



Fonte: autora (2025)

Para compor o livreto, necessitou da escolha criteriosa de aplicativos que, em sua maioria, não necessitam de conexão contínua com a internet para funcionar. Essa característica é fundamental para ampliar a acessibilidade e garantir que as atividades possam ser realizadas mesmo em escolas, ambientes educacionais ou locais com conectividade limitada. Ao priorizar ferramentas offline, o material facilita a integração da tecnologia na educação, permitindo que estudantes e professores explorem os recursos digitais de forma prática e eficiente, sem depender de infraestrutura tecnológica avançada. Essa abordagem promove a inclusão e assegura que as atividades possam ser aplicadas em diferentes contextos educacionais.

E as sugestões para trabalhos futuros buscam expandir o impacto e a aplicabilidade do livreto, promovendo melhorias contínuas e novas abordagens pedagógicas. Entre as propostas está o desenvolvimento de novos materiais, realizar capacitações para professores e monitores, promovendo o uso eficaz de TD no ambiente educacional. Por fim, estabelecer parcerias institucionais para ampliar a distribuição do livreto, atualizar os recursos tecnológicos e fortalecer sua implementação em diferentes contextos educacionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste estudo, delineamos reflexões que podem servir de base para futuras investigações, considerando a complexidade do objeto de pesquisa. As considerações aqui apresentadas emergem do processo de análise e buscam contribuir para o avanço dos estudos sobre a aprendizagem com TD aplicadas à educação científica. Em particular, a incorporação de RA e RV no Show de Química da Usina Ciência mostrou-se promissora.

O uso das TD na educação, especialmente RA e RV, ainda é recente. Os dados analisados indicam que essas tecnologias, quando aplicadas de forma planejada, proporcionam experiências educacionais mais dinâmicas e envolventes, destacando o papel da interatividade na construção de conhecimento. Contudo, a integração plena das TD na educação exige não apenas formação docente continuada, mas também um olhar crítico sobre a democratização do acesso e a utilização ética desses recursos.

Ao longo deste estudo, refletimos sobre os impactos e as possibilidades da incorporação de TD. Essas tecnologias demonstraram ser ferramentas pedagógicas eficazes, possibilitando a visualização de conceitos abstratos e promovendo maior engajamento dos participantes. Contudo, desafios como a formação docente contínua e a adaptação curricular

persistem, exigindo esforços para que essas inovações alcancem seu potencial máximo.

Um dos principais produtos deste trabalho foi a reformulação do livreto utilizado no Show de Química. Esse material didático foi atualizado para incluir instruções detalhadas sobre os experimentos realizados, orientações para o uso de aplicativos de RA e RV, além de QR codes para download direto dos recursos tecnológicos. Essa reformulação não apenas facilita a replicação das práticas em outros contextos educacionais, mas também contribui para a popularização científica, permitindo que educadores e estudantes explorem as potencialidades das TD de forma prática e acessível.

A análise dos dados revelou que a integração das TD no Show de Química gerou resultados positivos, tanto no engajamento quanto na compreensão dos conceitos apresentados. Foi observado que os participantes, ao interagir com as tecnologias, demonstraram maior interesse em aprender e maior capacidade de relacionar os conteúdos às suas aplicações cotidianas. Esses resultados reforçam a importância de práticas interativas na educação especialmente em disciplinas que muitas vezes são vistas como complexas, como a Química.

Apesar do progresso alcançado, é necessário reconhecer que ainda há lacunas na utilização plena dessas tecnologias na educação. A ausência de infraestrutura adequada em algumas instituições e a resistência de parte dos educadores às inovações tecnológicas são barreiras que precisam ser superadas. Além disso, o impacto de longo prazo dessas práticas na aprendizagem dos estudantes deve ser investigado por meio de estudos longitudinais, que acompanhem as mudanças no desempenho acadêmico e no interesse pela ciência.

A reformulação do livreto destaca também o potencial das tecnologias para promover a autonomia dos estudantes. Ao disponibilizar conteúdos interativos e personalizados, o material incentiva a exploração e a construção do conhecimento de forma mais independente. Essa abordagem é alinhada às competências gerais da BNCC, que enfatizam a importância de formar estudantes protagonistas, capazes de usar as tecnologias de maneira crítica e criativa. Este estudo reforça que a integração de RA e RV na educação não deve ser vista apenas como um complemento às práticas tradicionais, mas como uma oportunidade de transformação pedagógica. A combinação de TD com práticas experimentais pode tornar o aprendizado mais significativo e alinhado às demandas contemporâneas, contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos e engajados. Cabe agora dar continuidade a essa discussão, explorando novos caminhos para a inovação educacional e a popularização científica.

Retomando o objetivo geral desta pesquisa – analisar a viabilidade e eficácia da

incorporação de RA e RV no contexto do Show de Química –, os resultados apontam que essas tecnologias ampliam a compreensão de conceitos químicos e o engajamento dos participantes. A experiência mostrou que a RA e a RV podem ser utilizadas para enriquecer práticas educativas, conectando teoria e prática em ambientes formais e não formais de educação.

Além disso, a análise dos dados revelou diferenças significativas entre o uso das TD em contextos escolares e extraescolares. No ambiente escolar, as estratégias são mais estruturadas, enquanto, fora da escola, a liberdade permite maior exploração e criatividade. Essa dicotomia reforça a necessidade de integrar os aprendizados dos dois contextos para promover uma experiência educacional mais completa e significativa.

Por fim, este estudo destaca que o potencial transformador das TD não se limita à melhoria da qualidade da educação, mas também está relacionado ao acesso, à democratização e ao uso crítico desses artefatos no cotidiano educacional. Para avançar nesse campo, é essencial continuar investigando o impacto das TD na aprendizagem e explorar como essas inovações podem contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e engajados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, Maria Julia Rodrigues; PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante; SILVA, Monique Gabriella Angelo da. Transformando o show de química da Usina Ciência da Ufal com realidade aumentada e virtual. In: **Anais do SimPROFQUI e Workshop do PROFQUI Ufal**. Porto Alegre (RS): UFRGS, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/3-simposio-nacional-do-profqui-simprofqui-2024-e-3-workshop-profqui-de-produtos-educacionais-448734/979389-TRANSFORMANDO-O-SHOW-DE-QUIMICA-DA-USINA-CIENCIA-DA-UFAL-COM-REALIDADE-AUMENTADA-E-VIRTUAL>. Acesso em: 31 jan. 2025.
- AMARO, Maria Julia Rodrigues. **Realidade aumentada e virtual no ensino de Química: revisão sistemática da literatura**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió, 2022.
- ARAUJO, J. O uso de dispositivos móveis na educação. **Revista de Tecnologia e Educação**, v. 25, p. 69-85, 2020.
- ASENSIO, M. El marco teórico del aprendizaje informal. **Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia**, n. 27, p. 17-40, enero, 2001.
- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BACCA, J.; BALDIRIS, S.; FABREGAT, R.; GRAF, S.; KINSHUK. **Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications**. **Educational Technology & Society**, v. 17, n. 4, p. 133–149, 2014. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.133>.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; BLONDEL, Christine (Ed.). **Science and spectacle in the European Enlightenment**. Aldershot: Ashgate Publishing, Ltd., 2008.
- BLANCO, Elias; SILVA, Bento. Os mundos comunicativos dos jovens escolares. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO, 2., 1995, Porto. **Actas**. Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 1995. v. 1, p. 475-488. ISBN 972-95469-8-3.
- BOTTENTUIT JÚNIOR, J. Aplicativos na educação: possibilidades e desafios. **Educação & Tecnologia**, v. 8, p. 112-130, 2012.
- BRAGANÇA GIL, F.; LOURENÇO, M. C. **Que Cultura para o Século XXI? O Papel Essencial dos Museus de Ciência e Técnica**. In: VI Reunião da Red-Pop, Museu de Astronomia e Ciências Afins/UNESCO, Rio de Janeiro, junho, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 24 dez. 2024.

BUCKINGHAM, David. Rethinking the child consumer: new practices, new paradigms. **Comunicação, Mídia e Consumo**, São Paulo, v. 9, n. 25, p. 43-69, ago. 2012.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e distanciamentos. **Ciência da Informação**, v. 14, n. 2, p. 125-135, 1985.

BUENO, Wilson Costa. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Revista Comunicação e Sociedade**, v. 15, n. esp., p. 1, 2010. DOI: 10.5433/1981-8920.2010v15nesp.p1.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva et al. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 119-130, 2005.

CARVALHO, D. I. **Capoeira regional na formação continuada de professores de Educação Física**. 93 p. 2023. Dissertação (Mestrado - Educação Física) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2023.

CARVALHO, Jairo D. Tecnologia, política e filosofia em Álvaro Vieira Pinto. **Pensando: Revista de Filosofia**, v. 8, n. 15, p. 21, 2017. ISSN 2178-843X.

CAZELLI, S. Divulgação Científica em espaços não formais. In: **Anais do XXIV Congresso da Sociedade de Zoológico do Brasil**, p. 10-10, Belo Horizonte, 2000.

CETTO, A. **Comunicação de ciência e sociedade**. UNESCO, 2001.

CHANG, C.; LAI, C.; HWANG, G. Trends and research issues of mobile learning studies in nursing education: A review of academic publications from 1971 to 2016. **Computers and Education**, [S.l.], v. 116, p. 28-48, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131517301999>. Acesso em: 10 jan. 2025.

CHANG, H. Y.; WU, H. K.; HSU, Y. S. Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. **British Journal of Educational Technology**, v. 44, n. 3, p. E95-E99, 2013.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, J.W.; PLANO CLARK, V.L. **Pesquisa de métodos mistos**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

DEDE, C. Immersive interfaces for engagement and learning. **Science**, v. 323, n. 5910, p. 66-69, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1167311>. Acesso em: 2 set. 2024.

DEWEY, J. Experience and education. **The Educational Forum**, v. 50, n. 3, p. 241–252, 1986.

DIAS, J. A. A.; DIAS, M. F. S. L.; OLIVEIRA, Z. M.; DE FREITAS, L. M. A.; SANTOS, N. C. N.; FREITAS, M. D. C. A. Reflexões sobre distanciamento, isolamento social e quarentena como medidas preventivas da COVID-19. **Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro**, v. 10, 2020.

DÍAZ, J. V. Divulgação Científica e Democracia. In: **Alambique – didáctica de las Ciencias Experimentales**, p. 17-25, n. 21, Ano VI, julho, 1999.

DIERKING, L.; FALK, J. **Learning from Museums**. Altamira Press, 1999.

DIESEL, A.; BALDEZ, R.; MARTINS, S. **Metodologias ativas na educação contemporânea**. Porto Alegre: Penso, 2017.

DUNLEAVY, Matt; DEDE, Chris; MITCHELL, Rebecca. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, n. 1, p. 7–22, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>. Acesso em: 31 dez. 2024.

FALK, J. **Free-Choice Science Learning**. Teachers College Press, Nova York, 2001.

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

FALK, J. H.; STORKSDIECK, M. **Science learning in a leisure setting**. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 2, p. 194-212, 2010.

FAVACHO, A. M. P.; MENDES, G. M. L. Pobreza e educação: Diálogos entre o passado e o presente, entre conformações e resistências docentes. **Educação e Filosofia**, v. 34, n. 72, p. 1409–1444, 2021.

FERRARO, Juliana Ricarte. A produção dos livros didáticos: uma reflexão sobre imagem, texto e autoria. **Revista Cadernos do Ceom**, v. 24, n. 34, p. 169-188, 2011.

FREIRE, Paulo. **A alfabetização como elemento de formação da cidadania**. 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido (revisada)**. Nova York: Continuum, v. 356, p. 357-358, 1996.

FROHLICH, Alécia Birck; SCHEID, Rafaela Rossana; LEITE, Fabiane de Andrade; RIGO, Neusete Machado. Educação não formal na formação de professores de Química: reflexões no contexto da pandemia de COVID-19. **Educação em Questão**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30705/eqpv.v5i1.2582>.

FROTA-PESSOA, O. Funções do jornalismo científico. **Jornalismo e Sociedade**, v. 5, p. 21-23, 1988.

FULLAM, M. The new meaning of educational change. New York: Teachers' College Press, 3rd ed. 2001. **Change forces: probing the depths of educational reform**. London: The Falmer Press, 1993.

GALVÃO, Tássia; FELICIO, Cinthia Maria; FERREIRA, Júlio César; NOLL, Matias. Scientific journalism as an educational practice: an experience report of the collective construction of a "science clothesline". **Science Communication**, v. 42, n. 2, p. 265-276, 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/home/scx>. Acesso em: 26 dez. 2024.

GARCÍA BLANCO, A. **La exposición. Un medio de comunicación**. Akal, Madrid, 1999.

GARDNER, H. **Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences**. New York: Basic Books, 1983.

GODOY, A. S. Estudo de caso qualitativo. In: GODOI, Christiane K.; BANDEIRA-DE-

MELLO, Rodrigo; SILVA, Anielson B. (org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais**. São Paulo: Saraiva, 2006.

GOHN, M. da G. Educação não formal e políticas públicas. In: **Serviço Social & Realidade**, Franca, v. 19, n. 1, p. 241-268, 2010.

GOHN, M. G. **Educação Não-Formal e Cultura Política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. São Paulo: Cortez, 1999.

GONZÁLEZ REY, Fernando. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2005. 205 p.

GOULART, Patrícia Rabelo. **Recursos de realidade virtual e aumentada em sala de aula: uma perspectiva de uso das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) — Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2022.

GOUVEIA, J.V.V.S. et al. Correlacionando a teoria com a prática usando experimentação no ensino de química. **Ciclo Revista**, v. 3, n. 1, 2018.

GRILLO, J.; AHLERT, F. Tecnologias digitais e aprendizagem. **Revista de Educação Digital**, v. 4, p. 56-78, 2018.

HOFSTEIN, A.; ROSENFELD, S. Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning. **International Journal of Science Education**, 1996.

JACOBucci, Daniela F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p. 55–66, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20390/10860>. Acesso em: 15 out. 2024.

JESUS, H.C. **Show da Química**: aprendendo de forma lúdica e experimental. 3 ed – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

SANTOS, A.O. et al. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)**. Scientia plena, v. 9, n. 7 (b), 2013.

JOHNSON, Allan. **Dicionário de sociologia: guia prático da linguagem sociológica**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

JOHNSON, L.; ADAMS BECKER, S.; ESTRADA, V.; FREEMAN, A. **NMC Horizon Report: 2015 Museum Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2015. ISBN 978-0-9861301-9-9. Disponível em: <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2015-museum-edition/>. Acesso em: 28 set. 2024.

KHAIRANI, Rifki Nomizar; PRODJOSANTOSO, A. K. Application of Augmented Reality on Chemistry Learning: A Systematic Review. **Journal of Research in Science Education**, v. 9, n. 11, p. 4412, 30 nov. 2023. DOI: 10.29303/jppipa.v9i11.4412.

KOZINETs, R. **Netnography: Doing ethnographic research online**. Londres, England: SAGE Publications, 2009.

KOZINETs, R. V. **Netnografia: realizando pesquisa etnográfica on-line**. Tradução: Daniel Bueno; revisão técnica: Tatiana Melani Tosi, Raúl Ranauro Javales Júnior. Porto Alegre: Penso, 2014.

KOZMA, Robert; RUSSELL, Joel. Students becoming chemists: developing representational competence. In: GILBERT, John K. (Ed.). **Visualization in science education**. Dordrecht: Springer, 2005. p. 121-146.

LEE, K. Augmented Reality in Education and Training. **Linking Research and Practice to Improve Learning**, 2012, v. 56, n. 2, p. 13-21.

LEITE, B. Tecnologias digitais na educação. Recife: UFPE, 2020. LUCENA, M. Formação de professores e tecnologias digitais. **Revista de Educação**, v. 22, p. 286-310, 2016. MOSTAFÁ,

LEITE, Bruno Silva. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educación Química**, v. 29, n. 3, p. 61–78, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63726>. Acesso em: 31 jan. 2024.

LEITE, Bruno Silva. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, e097220, 2020.

Disponível em: <https://educitec.ifam.edu.br/index.php/educitec/article/view/972>. Acesso em: 31 dez. 2025.

LEITE, Bruno Silva. Estudo do corpus latente da internet sobre as metodologias ativas e tecnologias digitais no ensino das Ciências. **Pesquisa e Ensino**, v. 1, p. e202012, 2020.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022. 474 p. ISBN 9786555631586.

LEVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LEVY, P. **O que é o virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

LICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3. ed. Tradução: José Elias Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, Paraná, n. 136, p. 95-101, set. 2012.

BIANCO, Gilmene. Tendências temáticas das monografias e a proposta de formação inicial de um curso de Licenciatura em Química. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e871997938, 2020. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7938>.

MARANDINO, M. et al. **A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz?** Faculdade de Educação da USP, 2002.

MARANDINO, Martha. **Museus de Ciências, Coleções e Educação: relações necessárias. Museologia e Patrimônio**, v. 2, n. 2, p. 1-12, jul. 2009.

MARÍN, Victoria et al. Construction of the foundations of the PLE and PLN for collaborative learning. **Comunicar**, v. 21, n. 42, p. 35-43, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-03>.

MASSARANI, L. **A Divulgação Científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20**. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola de Comunicação da UFRJ, 1998.

MAZZUCO, Alex Eder da Rocha. **MMAR: sistema web para modelagem molecular tridimensional utilizando realidade aumentada**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/14228>. Acesso em: 13 dez. 2024.

MEIRA, Luciana; TORI, Romero; HUANCA, C. O uso da Realidade Aumentada no ensino de Enfermagem. **Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso**. Pós-Graduação em Computação Aplicada à Educação, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Paulo, v. 1, 2020.

MELO, James Duílio de Sousa. **Uma proposta de ensino de Química utilizando aprendizagem cooperativa na educação de jovens e adultos**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Faculdade UNB Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. **A taxonomy of mixed reality visual displays**. IEICE Trans. Inform. Syst., 77, 1321–1329, 1994.

MILGRAM, P.; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A.; KISHINO, F. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: **Telemanipulator and telepresence technologies**. International Society for Optics and Photonics, 1995.

MILGRAM, P.; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A.; KISHINO, F. **Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum**. Proc. SPIE 2351, 282–292. doi: 10.1117/12.197321, 1994.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Vol. II, 2015.

MORÁN, José et al. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas**. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015

MORAN, José Manuel. Integrar as tecnologias de forma inovadora. Moran, J. M; Behrens, MA; Masetto, MT. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**, v. 21, p. 36-46, 2013.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

NASCIMENTO, Renata Pacheco do. **Conservação de invertebrados em áreas urbanas: um estudo de caso com formigas no Cerrado Brasileiro**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005. Orientador: Prof. Dr. Heraldo Luís de Vasconcelos.

NIEDDU, Martino. Bernadette Bensaude-Vincent e Jonathan Simon, 2008, Chemistry, The Impure Science, London, Imperial College Press, 268 p. + index. In: **Développement durable et territoires**. Lectures, Publicações de 2008. 17 set. 2009. Disponível em: <http://developpementdurable.revues.org/8216>. Acesso em: 1 set. 2024.

NUNES, R. **Comunicação e ciência: uma abordagem sociocultural**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

PACHECO, Clecia Simone Gonçalves Rosa; CORDEIRO, Luciana Nunes; BORGES, Ana Patrícia Vargas; SILVA, Gerivaldo Bezerra da (Orgs.). **A interdisciplinaridade e o ensino de ciências: concepções, fundamentos, diálogos e práticas na pós-graduação**. 1. ed. Guarujá: Científica Digital, 2023. ISBN 978-65-5360-428-5. DOI 10.37885/978-65-5360-

428-5. Disponível em: <www.editoracientifica.com.br>. Acesso em: 14 abr. 2024.

PAIVA, M.; PARENTE, J.; BRANDÃO, R.; QUEIROZ, T. **Metodologias ativas no ensino superior**. Fortaleza: UECE, 2016.

PANTELIDIS, V. S. Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. **Themes in Science and Technology Education**, v. 2, n. 1-2, p. 59-70, 2010.

PAOLI, Nayra Lucas. **Orientações didáticas para a realização de feira de ciências nas séries iniciais a partir das concepções de professores**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

PASCOIN, Alessandro Felix; CARVALHO, José Wilson Pires. **Ensino de química com tecnologias digitais: no contexto da formação continuada**. Cáceres: Editora UNEMAT, 2023. 168 p. ISBN 978-85-7911-236-2.

PEDRETTI, A.; VILLA, L.; VISTOLI, G. VEGA: a versatile program to convert, handle and visualize molecular structure on Windows-based PCs. **Journal of Molecular Graphics & Modelling**, v. 21, n. 1, p. 47–49, 2002.

PEREIRA, L. Políticas públicas e educação. **Serviço Social & Realidade**, Franca, v. 19, n. 1, p. 241-268, 1996.

PÉREZ-LOPÉZ, David; CONTERO, Manuel. Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, vol. 12, issue 4, Oct. 2013.

PERRUDE, M. R. da S.; SILVA, A. L. F. A formação do educador no âmbito da educação não formal. **Educação**, v. 47, n. 1, p. 1–22, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/47075>. Acesso em: 29 jun. 2024.

PIAGET, J. **A Formação do Símbolo na Criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.
PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante; NUNES, Andréa Karla Ferreira; SALES JÚNIOR, Valdick Barbosa. Formação de professores na cultura digital por meio da gamificação. **Educar em Revista**, v. 36, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.76125>. Acesso em: 31 dez. 2024.

PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante. **A aprendizagem das crianças na cultura digital**. 2015. 201 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.
PINHEIRO, L. V. R. Divulgação científica na era digital. **TransInformação**, v. 20, n. 2, p. 159-169, 2003.

PIZARRO, M. V.; LOPES JUNIOR, J. Indicadores de alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 208–238, 2015.

RAMO, Luciano Bernardo; SANTOS, Sóstenes Fernandes dos. Percepção dos discentes e docentes quanto ao ensino de Química frente à pandemia da Covid-19. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 48, p. 1-10, 2021. DOI: 10.1590/0104-4060.2021. Acesso em: 17 mai. 2024.

REIS, A.; GONÇALVES, M. **Ciência e sociedade**. São Paulo: UNESP, 2000. VALERIO, P. M.; PINHEIRO, L. V. R. Da comunicação científica à divulgação. **TransInformação**, v. 20, n. 2, p. 159-169, 2008.

REIS, Rafaela Menezes da Silva; LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. **Estratégias didáticas envolvidas no uso das TIC: o que os professores dizem sobre seu uso em sala de aula?** ETD - Educação Temática Digital, Campinas, SP, v. 23, n. 2, p. 551–571, 2021. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8657601>. Acesso em: 24 nov. 2024.

RODRIGUES, L. DO C. **Realidades aumentada e virtual no ensino de química: aplicação e avaliação no ensino médio**. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 5-mar-2021.

SALVINO, Eduardo. **Território em suspensão: contexto e mediação em intervenções contracoloniais**. 2024. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Escola de Comunicação e Artes, São Paulo, 2024. Biblioteca da ECA/USP.

SANTOS, D.M.; NAGASHIMA, L.A. Potencialidades das atividades experimentais no ensino de química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, p. 94-108, 2017.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/>. Acesso em: 24 out. 2024.

SCHLEMMER, Eliane et al. **Ágora do Saber: um game pervasivo sobre a cultura na cidade de Bento Gonçalves**. Atas do, v. 4, 2018.

SIEIRO, F. R.; MAZZA, D. A. Constituição dos campos conceitual e prático da educação não

formal nos gts da ANPED. **Educere et Educare**, v. 13, n. 27, 2018. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/17006>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SILVA NETO, Sebastião Luiz da; LEITE, Bruno Silva. Inteligência artificial no aprimoramento de redações de ecologia: um estudo em uma escola brasileira do Ensino Médio. **Educación**, v. 33, n. 64, p. 86-108, 2024. Disponível em: <file:///C:/Users/CIED/Downloads/Dialnet-InteligenciaArtificialNoAprimoramentoDeRedacoesDeE-9611145.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2024.

SILVA-JÚNIOR, E.A.S.; PARREIRA, G.G. Reflexões sobre a importância da experimentação no Ensino da Química no Ensino Médio. **Tecnia**, v. 1, n. 1, p. 67-82, 2016.

SILVA, B. R. F. da; SILVA NETO, S. L. da; LEITE, B. S. Sala de aula invertida no ensino da química orgânica: um estudo de caso. **Química Nova**, v. 44, n. 4, p. 493-501, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170677>. Acesso em: 28 set. 2024.

SILVA, C.S.; CLEMENTE, A.D.; PIRES, D.A.T. Uso da experimentação no Ensino de Química como metodologia facilitadora do processo de ensinar e aprender. **Revista CTS IFG Luziânia**, v. 1, n. 1, 2015.

SILVA, J. J. da; LEMOS, F. R. M. Compreensões sobre a educação não-formal em artigos de um evento da área da educação. **Educere et Educare**, v. 17, n. 44, p. 226–242, 2022. DOI: 10.48075/educare.v17i44.28613. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/28613>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SILVA, Joana F. Magalhães da. **Desafios e novas oportunidades na comunicação de ciência**: uma reflexão sobre diferentes meios de comunicação, as suas audiências e impactos. 2023. Relatório de Mestrado em Comunicação de Ciência — Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, 2023.

SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos-um estudo de caso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SILVA, Rafael Parreira. **Material de referência para organização, orientação e avaliação de feiras de ciências escolares**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) — Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2018.

SMITH, M. K. **Non Formal Education**. 2001. Disponível em: <http://www.infed.org/biblio/b-nonfor.htm#idea>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SMITH, R. **Educação ao longo da vida e o papel das práticas não formais**. UNESCO Report, 2001.

TAMER, Maurício Antonio. As Criptomoedas como Mercadoria-Equivalente Específica: uma breve leitura do fenômeno a partir da obra “O Capital”, de Karl Marx. **Revista da Procuradoria-Geral do Banco Central**, v. 12, n. 2, p. 110-121, 2018.

TEÓFILO, R.F.; BRAATHEN, P.C.; RUBINGER, M.M.M. Experimentação no Ensino de Química: Reação Relógio iodeto/iodo como material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**. n. 16, p. 41-44, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A10.pdf. Acesso em: 30 de maio de 2024.

TORI, R.; HOUNSELL, M. DA S. (EDS.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. [s.l.] Sociedade Brasileira de Computação, 2020.

TRILLA, J. **La educación fuera de la escuela**. Barcelona: Ariel, 1993.

TRILLA, J.; GHANEM, E. Educação formal e não-formal. In: ARANTES, V. A. **Educação não formal: pontos e contrapontos**. São Paulo: Summus, 2008.

VICENTE, Victor Manuel Barbosa. A análise de políticas públicas na perspectiva do modelo de coalizões de defesa. **Revista de Políticas Públicas**, v. 19, n. 1, p. 77-90, jan./jun. 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321143201005>. Acesso em: 14 jun. 2024.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WILSDON, J.; WILLIS, R. **See-through Science: Why public engagement needs to move upstream**. London, England: Demos, 2004.

WU, H.-K.; SHAH, P. **Exploring visuospatial thinking in chemistry learning**. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 465–492, 2004.

YIN, R. K. (ED.). **Introducing the world of education: A case study reader**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005.

ZAMBONI, Lilian M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica**. Campinas: Autores Associados, 2001.

APÊNDICE

PRODUTO EDUCACIONAL

Devido à extensão do material educacional e suas dimensões, ele será anexado como um código QR para acesso conveniente. Aqueles interessados poderão acessá-lo por meio da plataforma EduCapes.



FORMULÁRIOS

LINK FORMULÁRIO PRÉ
INCORPORAÇÃO



LINK FORMULÁRIO PÓS
INCORPORAÇÃO



COMITÊ DE ÉTICA

Registro de Consentimento Livre e Esclarecido – RCLE

PAIS OU RESPONSÁVEIS

Eu, _____, fui informado que meu filho(a) _____ foi convidado(o,a) a participar como voluntário(o,a) do estudo **INCORPORAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL NO SHOW DE QUÍMICA DA USINA CIÊNCIA DA UFAL**. Recebi, com o objetivo de analisar e autorizar a coleta dos dados com meu(minha Filho(a), da Sra. Prof^a. Maria Julia Rodrigues Amaro, da Universidade Federal de Alagoas, sendo a instituição proponente, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- A presente pesquisa tem como objetivo geral investigar a viabilidade, eficácia e impacto da incorporação de tecnologias de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) no contexto do Show de Química da Usina Ciência da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), contribuindo para a alfabetização científica e tecnológica em nosso Estado.
- Desenvolver e implementar recursos de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) para enriquecer a apresentação do Show de Química da Usina Ciência da Ufal.
- Buscar artigos científicos que abordem a aplicação de RA e RV no ensino de Química.
- **Identificar as principais abordagens, recursos utilizados e seus impactos na aprendizagem.**
- Considerar a relevância desses estudos para o contexto específico do Show de Química da Usina Ciência da Ufal.
- Analisar as características do evento e do público-alvo envolvido.
- Considerar como as tecnologias de RA e RV podem ser integradas de forma eficaz no contexto do Show de Química.
- Identificar os recursos necessários e possíveis limitações técnicas ou logísticas.
- Definir os objetivos educacionais e de engajamento para os recursos de RA e RV.
- Selecionar os conteúdos químicos que serão abordados e como serão apresentados através das tecnologias.
- Integrar os recursos de RA e RV na apresentação do Show de Química, garantindo que estejam acessíveis e bem integrados à experiência do público.
- Providenciar treinamento para os apresentadores sobre como utilizar os recursos de

RA e RV durante o evento.

- Utilizar questionários e outros métodos de coleta de dados para avaliar a receptividade do público em relação às tecnologias de RA e RV.
 - Analisar a percepção do público sobre a experiência imersiva proporcionada pelas tecnologias.
 - Avaliar se as tecnologias de RA e RV contribuíram para uma melhor compreensão e retenção dos conceitos químicos apresentados.
 - Identificar desafios técnicos, pedagógicos e institucionais encontrados durante a implementação das tecnologias de RA e RV.
 - Identificar oportunidades de melhoria e otimização para futuras utilizações das tecnologias no contexto educacional e de divulgação científica da Usina Ciência da Ufal.
 - Com base nos resultados obtidos, fornecer recomendações para aprimorar o uso das tecnologias de RA e RV em eventos futuros.
 - Propor diretrizes para a integração bem-sucedida das tecnologias de RA e RV em atividades educacionais e de divulgações científicas similares.
- 3 Que eu serei informado(a) sobre o resultado final desta pesquisa, e sempre que desejar receberei esclarecimentos sobre qualquer etapa da mesma.
- 4 Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuidade da participação do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo ou ao meu/minha filho(a).
- 5 Que as informações conseguidas através da participação de meu/minha filho(a) não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- 6 Que eu deverei ser indenizado por todos os danos que venha a sofrer com a participação de meu/minha filho(a), sendo que, para essas despesas, foi-me garantida a existência de recursos.
- 7 Que recebo uma via deste TCLE, de igual teor e devidamente assinada pelo pesquisador responsável.
- 8 Que meu/minha filho(a) só irá participar se também for devidamente esclarecido e assinar o termo de assentimento.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre minha participação de meu/minha filho(a) no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implica, concordo em autorizar a participação de meu(minha) filho(a) e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

TERMO DE ASSENTIMENTO

Olá, eu sou a Mestranda Maria Julia Rodrigues Amaro, e estou realizando pesquisa junto a Universidade Federal de Alagoas, e você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “INCORPORAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE VIRTUAL NO SHOW DE QUÍMICA DA USINA CIÊNCIA DA Ufal”.

Neste estudo busco investigar a viabilidade, eficácia e impacto da incorporação de tecnologias de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) no contexto do Show de Química da Usina Ciência da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), contribuindo para a alfabetização científica e tecnológica em nosso Estado.

O motivo que me leva a estudar esse assunto é contribuir para o desenvolvimento da educação, refletindo sobre as intercorrências de práticas educacionais desenvolvidas por meio do uso de TD, como também avaliar se as tecnologias de RA e RV contribuíram para uma melhor compreensão e retenção dos conceitos químicos apresentados.

Para este estudo irei adotar o(s) seguinte(s) procedimento(s): questionário, entrevista e observação. As informações coletadas serão trabalhadas a partir de softwares de pesquisa, transformando-os em frequências, percentuais, gráficos, tabelas e mapas conceituais.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Apesar deste tipo de pesquisa não ser invasivo sobre os aspectos físicos e mentais, podem ocorrer os seguintes riscos: invasão de privacidade, constrangimento, vergonha ou divulgação de dados confidenciais. Medidas, providências e cautelas que podem ser adotadas frente aos riscos: você pode escolher ou não participar da pesquisa, esclarecendo que o mesmo não será prejudicado pela não participação. Os dados coletados nesta pesquisa serão divulgados e discutidos de forma geral na comunidade acadêmica mantendo a sua identidade em sigilo. O sigilo dos dados e das informações dos participantes será assegurado pela codificação dos participantes (A1, A2, A3...). Caso ocorra quebra no sigilo, os dados serão descartados. Para evitar situações de constrangimento ou vergonha, o questionário será aplicado com questões que não expõem suas opções íntimas sobre política, sexualidade ou outra perspectiva polêmica.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.