



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

LÍVIA MORAES DE OLIVEIRA

APLICAÇÃO DA NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: uma prática voltada para a
síntese de nanopartículas magnéticas nas práticas educativas

MACAPÁ

2025

LÍVIA MORAES DE OLIVEIRA

APLICAÇÃO DA NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: uma prática voltada para a
síntese de nanopartículas magnéticas nas práticas educativas

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Química, como requisito da disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador(a): Prof^a. Me. Natália Silva (IFAP)

MACAPÁ

2025

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- O048a Oliveira, Livia Moraes de
Aplicação da Nanociência no Ensino Médio: uma prática voltada para a síntese de nanopartículas magnéticas nas práticas educativas. / Livia Moraes de Oliveira - Macapá, 2025.
89 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Licenciatura em Química, 2025.
- Orientadora: Natália Eduarda da Silva.
1. Ensino por investigação. 2. Nanopartículas Magnéticas. 3. Práticas experimentais. I. Silva, Natália Eduarda da, orient. II. Título.

LÍVIA MORAES DE OLIVEIRA

APLICAÇÃO DA NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: uma prática voltada para a síntese de nanopartículas magnéticas nas práticas educativas

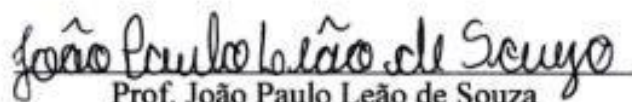
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Licenciatura em Química como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof^ª. Me. Natália Eduarda da Silva

BANCA EXAMINADORA


Prof. Ma. Natália Silva (IFAP)
(Orientadora)


Prof. Dr. Thiago Barreto da Silva Amaral
IFAP


Prof. João Paulo Leão de Souza
SEED

Apresentado em: 08/10/2025.

Conceito/Nota: 9,9

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que esteve comigo em todos os momentos difíceis, sem Ele, sinceramente, nada disso teria acontecido.

Aos meus pais, Darlene Ferreira de Moraes e Jean Hirlan Dias da Cruz Alves, que sempre estiveram do meu lado nas minhas escolhas (mesmo quando nem eu tinha certeza delas) e me educaram com sabedoria, carinho e muito apoio. Obrigada por sempre buscarem me dar as melhores condições possíveis para a minha formação profissional.

Agradeço também aos meu namorado, Clebson Baia Cardoso por todo apoio, incentivo e parceria durante essa caminhada. Obrigada por estar sempre ali, mesmo nos momentos em que eu só sabia reclamar de trabalhos, provas e TCC. Você foi meu suporte emocional nas horas em que eu quase enlouqueci e olha que não foram poucas!

Ao meu grupo de faculdade, Ivanilson Sales Gemaque, Kamilla Conceição dos Santos e Pablo Miranda Vilhena, que se caía um, a gente se levantava junto. Enfrentamos muitos perrengues, mas sempre nos apoiando e dando um jeito de seguir em frente. Sem vocês, esse caminho teria sido bem mais difícil (e sem graça).

À minha turma de 2021, que tornou a minha experiência acadêmica incrível! Obrigada pelas risadas, pelos desabafos e por segurarem a barra comigo nas fases mais tensas. Mais do que colegas, viramos uma família meio doida, mas cheia de carinho e companheirismo. Sem vocês, eu não teria conseguido.

À minha orientadora, Prof. Me. Natália Eduarda da Silva, minha gratidão eterna! Obrigada por toda paciência do universo, pela orientação no TCC e por contribuir tanto com a minha formação. E ao Prof. João Paulo, meu professor de estágio, obrigada por todo esforço e dedicação para que eu conseguisse realizar a parte experimental do meu trabalho — você fez acontecer!

A todos os professores que cruzaram meu caminho, meu muito obrigada. Cada um de vocês deixou uma marquilha na professora que me tornei. E, por fim, ao Instituto Federal do Amapá, meu agradecimento especial por ser mais que um lugar de estudo, foi minha segunda casa durante esses anos. Obrigada pela estrutura, pelas oportunidades e por tudo que vivi aí dentro.

A todos vocês, o meu mais sincero e emocionado: muito obrigada!

“Ensinar ciências é mais do que transmitir conteúdos: é possibilitar ao aluno vivenciar o fazer científico.”

(Carvalho, 2005)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo aplicar uma prática pedagógica voltada para a síntese de nanopartículas magnéticas com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, buscando promover a compreensão dos conceitos de nanociência e nanotecnologia de forma contextualizada, prática e interdisciplinar. A pesquisa foi desenvolvida com abordagem metodológica mista, de natureza qualitativa e quantitativa, utilizando pesquisa bibliográfica, pesquisa-ação e experimental. A proposta foi estruturada por meio de uma oficina temática, envolvendo as etapas de problematização inicial, organização do conhecimento, prática laboratorial e aplicação de questionários. Durante a oficina, os alunos participaram da síntese de nanopartículas magnéticas (magnetita), utilizando reagentes acessíveis ao ambiente escolar, explorando conceitos como escala nanométrica, propriedades magnéticas e interação com campos magnéticos. A análise dos dados, obtidos por meio de pré e pós-questionários, indicou avanços significativos na compreensão dos estudantes sobre os temas abordados. Verificou-se também maior engajamento e interesse por parte dos alunos, o que reforça a importância de práticas experimentais no ensino de Química. Dessa forma, a nanociência, quando integrada de forma contextualizada e prática ao currículo escolar, constitui uma estratégia didática inovadora que contribui para uma aprendizagem significativa e crítica.

Palavras-chave: ensino por investigação; nanopartículas; oficina temática; práticas experimentais.

ABSTRACT

This study aims to apply a pedagogical practice focused on the synthesis of magnetic nanoparticles with second-year high school students, seeking to promote the understanding of nanoscience and nanotechnology concepts in a contextualized, practical, and interdisciplinary way. The research was conducted using a mixed methodological approach, both qualitative and quantitative in nature, involving bibliographic research, action research, and experimental activities. The proposal was structured through a thematic workshop, comprising stages of initial problematization, knowledge organization, laboratory practice, and application of questionnaires. During the workshop, students participated in the synthesis of magnetic nanoparticles (magnetite) using reagents accessible in the school environment, exploring concepts such as nanometric scale, magnetic properties, and interaction with magnetic fields. Data analysis, obtained through pre- and post-questionnaires, indicated significant improvement in students' understanding of the topics addressed. Increased engagement and interest were also observed, reinforcing the importance of experimental practices in Chemistry education. Thus, nanoscience, when integrated in a contextualized and practical manner into the school curriculum, constitutes an innovative didactic strategy that contributes to meaningful and critical learning.

Keywords: inquiry-based learning; nanoparticles; thematic workshop; experimental practices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fundamentos de uma oficina temática.....	23
Figura 2- Fio de cabelo em escala nano	26
Figura 3- Nanopartícula magnética	26
Figura 4- Cartilha de nanopartículas magnéticas e QR code para acesso digital.	35
Figura 5- Aplicação do pré-questionário	36
Figura 6- Engajamento dos estudantes com o conteúdo.....	36
Figura 7- Aplicação prática da oficina de síntese de nanopartículas magnéticas.	37
Figura 8- Aplicação do pós- questionário.	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- A Nanociência e Nanotecnologia nas áreas de conhecimento.....	18
Quadro 2- Características principais das oficinas temáticas.	23
Quadro 3- Áreas com aplicações da nanotecnologia.	27
Quadro 4- Etapas da Pesquisa sobre Nanotecnologia no Ensino Médio.	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Uso de produtos com Nanotecnologia na América do Sul.....	29
Gráfico 2- Conhecimento Prévio sobre Nanotecnologia entre os Estudantes	40
Gráfico 3- Percepção dos Alunos sobre as Aplicações da Nanotecnologia no Cotidiano	40
Gráfico 4- Evolução do Conhecimento sobre Nanotecnologia e suas Aplicações	41
Gráfico 5- Conhecimento sobre as Escalas Micro, Nano e Macro	43
Gráfico 6- Escala Nanométrica e sua Importância na Nanotecnologia: Pós-Questionário	44
Gráfico 7- Conhecimento sobre Nanopartículas Magnéticas: Pré-Questionário.....	46
Gráfico 8- Conhecimento sobre Nanopartículas Magnéticas: Pós-Questionário	47
Gráfico 9- Compreensão das aplicações das nanopartículas magnéticas no meio ambiente ...	49
Gráfico 10- Processo de Síntese de Nanopartículas Magnéticas: Pós-Questionário	50
Gráfico 11- Nanopartículas magnéticas e campos magnéticos: Pós-questionário.	52
Gráfico 12- A relevância das nanopartículas magnéticas nas tecnologias futuras	53
Gráfico 13- Conhecimento sobre Produtos com Nanotecnologia: Pré-Questionário	55
Gráfico 14- Identificação de Produtos com Nanotecnologia: Pós-Questionário	56
Gráfico 15- Uso de Nanopartículas na Medicina e no Meio Ambiente: Pré-Questionário	58
Gráfico 16- Impacto significativo da nanotecnologia no meio ambiente e medicina.	59
Gráfico 17- Impacto da Prática Experimental na Compreensão dos Conceitos Teóricos	61
Gráfico 18- Avaliação da Eficácia da Oficina: Atividades Práticas e Teoria	62

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
MNPs	Nanopartículas magnéticas
OCEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
ODS	Objetivos de desenvolvimento sustentável
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Ensino de química	17
3.1.1	Interdisciplinaridade no ensino de química	18
3.1.2	Base Nacional Comum Curricular (BNCC) No Ensino De Química	19
3.1.3	Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) No Ensino De Química	20
3.1.4	A Química no Novo Ensino Médio	21
3.2	Oficinas temáticas	22
3.2.1	Experimentação no ensino de química	24
3.2.2	Nanotecnologia e o ensino de química	25
3.2.3	Nanopartículas Magnéticas.	26
3.2.4	Nanociência e Nanotecnologia: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas.....	27
3.2.5	Impactos Ambientais Envolvendo a Nanociência	29
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	31
4.1	Tipo de Pesquisa	31
4.1.1	Sujeitos da Pesquisa	33
4.2	Etapas da pesquisa	33
4.3	Análise de Dados	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1	Aplicações sobre Nanotecnologia	39
5.2	Compreensão das Escalas Macro, Micro e Nano: Antes e Depois da Intervenção	42
5.3	Compreensão e Aplicações das Nanopartículas Magnéticas	46
5.4	Conhecimento Prévio e Descobertas dos Alunos sobre Produtos com Nanotecnologia	55
5.5	Aplicações da Nanotecnologia na Medicina e no Meio Ambiente	57
5.6	Avaliação da Oficina: Experiência com práticas experimentais e aprendizado	61
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE A- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	70
APÊNDICE B- TCLE	73
APÊNDICE C- ROTEIRO DE ATIVIDADE	75
APÊNDICE D- PRÉ- QUESTIONÁRIO	81
APÊNDICE E- ROTEIRO DA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS	82
APÊNDICE F- PÓS- QUESTIONÁRIO	84

1 INTRODUÇÃO

A nanociência é entendida como o estudo dos fenômenos e propriedades da matéria em escala nanométrica, onde características emergentes diferem significativamente daqueles observados em escalas maiores, com destaque para suas aplicações catalíticas e elevada razão superfície volume em nanopartículas metálicas, nanotubos e nanocompósitos (Brito; Galante; Garcia, 2012). Já a nanotecnologia refere-se à aplicação desses conhecimentos por meio da criação de materiais funcionalizados (como nanocatalisadores), visando inovações tecnológicas com impactos profundos na sociedade (Brito; Galante; Garcia, 2012).

No cotidiano, a nanotecnologia está presente em múltiplos contextos. Na área ambiental, por exemplo, filtros de água com nanotubos de carbono e nanocatalisadores têm melhorado significativamente a remoção de contaminantes e poluentes (Freitas et al., 2023). Na indústria alimentícia, os nanobiossensores têm sido desenvolvidos para identificar rapidamente patógenos, facilitando a segurança dos alimentos (Nogueira; Moura, 2024).

A Nanociência e a Nanotecnologia têm se destacado como áreas promissoras no cenário científico e educacional contemporâneo, oferecendo uma ampla gama de aplicações tecnológicas e pedagógicas. No contexto do ensino de Química, esses campos emergentes possibilitam a articulação entre teoria e prática, promovendo aprendizagens significativas por meio de abordagens interdisciplinares e experimentais (Brasil, 2018; Ferreira, 2024).

Apesar do avanço da nanotecnologia em setores como medicina, eletrônica e sustentabilidade (Leite et al., 2014; Melo et al., 2023), sua inserção no Ensino Médio ainda é limitada (Bassoto, 2011). A ausência de práticas pedagógicas que integrem temas contemporâneos ao currículo tradicional contribui para o desinteresse dos estudantes e a dificuldade em compreender conceitos abstratos, como aqueles relacionados às escalas nanométricas e às propriedades das substâncias (Berger, 2020; Cunha, 2023).

Nesse contexto, as oficinas temáticas surgem como estratégias eficazes, pois promovem o protagonismo estudantil e a construção ativa do conhecimento (Marcondes, 2008). Ao articular conteúdos de Química com problemas do cotidiano, essas oficinas favorecem o desenvolvimento de competências científicas e cidadãs, alinhadas às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Como afirmam Mendonça, Soares e Pastoriza (2024), a experimentação investigativa permite a revisão de concepções prévias, ampliando o repertório dos alunos e conectando o conteúdo escolar a contextos reais.

Este trabalho propõe a aplicação de uma oficina prática com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, focada na síntese de nanopartículas magnéticas. Essa abordagem busca tornar tangíveis conceitos abstratos da Química, como concentração, temperatura e propriedades magnéticas, além de promover discussões interdisciplinares envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (Gerhard, 2012; Rodrigues, 2025).

As nanopartículas magnéticas, por suas características únicas, oferecem um campo fértil para práticas educativas inovadoras, pois permitem a observação direta de fenômenos magnéticos em escala nano e fomentam o debate sobre impactos sociais e ambientais (Silva et al., 2017; Souza et al., 2013).

Diante disso, a presente pesquisa procura responder à seguinte questão: De que maneira a implementação de uma prática voltada para a síntese de nanopartículas magnéticas podem facilitar a compreensão da nanociência entre alunos do 2º ano do Ensino Médio? A proposta visa integrar a nanociência ao ensino de Química de forma contextualizada, dinâmica e interdisciplinar, contribuindo para a formação de estudantes críticos, curiosos e engajados com as questões científicas do século XXI.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Aplicar uma prática voltada para a síntese de nanopartículas magnéticas no Ensino Médio.

2.2 Objetivos Específicos

- Introduzir os conceitos fundamentais de nanociência e nanotecnologia
- Abordar a importância das nanopartículas magnéticas e suas propriedades.
- Elaborar uma cartilha de uma atividade prática de síntese de nanopartículas magnéticas.
- Avaliar o impacto da oficina na compreensão dos alunos.
- ODS 4

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ensino de química

O ensino de Química desempenha um papel essencial no contexto do Ensino Médio, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão científica dos estudantes. Segundo Berger (2020), a Química é uma disciplina que apresenta um elevado grau de abstração, o que pode gerar desafios no processo de aprendizado. Para compreender o conhecimento químico, é fundamental que o aluno transite entre os níveis macroscópico, microscópico e representacional. Assim, dificuldades em compreender um desses níveis podem impactar negativamente a assimilação dos demais.

O ensino de Química no Brasil enfrenta desafios significativos, como a falta de infraestrutura adequada em muitas escolas e o desinteresse dos estudantes, pois a escassez de laboratórios, reagentes e materiais didáticos compromete a qualidade do ensino e a motivação dos alunos (Cunha, 2023). Além disso, a falta de interesse dos alunos pelo estudo da Química é um dos principais fatores que dificultam o aprendizado da disciplina (Medeiros, 2023).

Historicamente, o ensino de Química evoluiu de métodos tradicionais, centrados na memorização, para metodologias mais interativas e experimentais. No início do século XX, a disciplina era predominantemente teórica, com ênfase na transmissão de conteúdo sem a preocupação com a aplicação prática. No entanto, com o tempo, houve uma transição para abordagens que valorizam a experimentação e a contextualização dos conceitos químicos, visando tornar o aprendizado mais significativo e alinhado às necessidades dos estudantes (Silva, 2023).

Além disso, a interdisciplinaridade entre a Química e outras áreas do conhecimento, como Biologia e Física, fortalece a compreensão integrada dos fenômenos naturais. Estudos realizados por Cunha et al. (2023) evidenciam que a adoção de temas interdisciplinares nos livros didáticos contribui significativamente para a construção de uma visão mais holística do conhecimento científico. Essa abordagem permite que os alunos reconheçam a relevância da Química em contextos variados, como saúde, meio ambiente e tecnologia, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem.

3.1.1 Interdisciplinaridade no ensino de química

A interdisciplinaridade segundo Costa (2023) foi adotada como uma estratégia para aprofundar o conhecimento em áreas específicas, no entanto, a aprendizagem é um processo relacional, onde novas informações são integradas ao conhecimento pré-existente, dando-lhes significado. Assim, o desenvolvimento do conhecimento científico, assim como o processo de aprendizagem, não ocorre de forma isolada. Gerhard (2012) argumenta que a fragmentação dos saberes desmotiva os estudantes, pois dificulta a construção de um contexto para os ensinamentos.

As disciplinas escolares são ensinadas, em geral, de forma absolutamente independente, naquilo que chamamos de disciplinaridade feroz. Essa dinâmica atua como fator agravante do repúdio às disciplinas científicas, já que os alunos não são levados a perceber as ligações existentes entre os diferentes conteúdos, ou entre estes e as questões dos seus cotidianos, contribuindo para o incremento do desinteresse pelos estudos. (Gerhard, 2012, p. 126). Essa perspectiva evidencia a importância de integrar conceitos interdisciplinares, pois isso enriquece significativamente o processo de aprendizagem, conectando os conteúdos previstos na matriz curricular com situações reais. Assim, a interdisciplinaridade aplicada ao ensino de Química abre possibilidades para explorar temas inovadores como mostrado no (Quadro 1), como a nanotecnologia e, especificamente, nanopartículas magnéticas. Esses temas podem ser integrados a outras disciplinas, trazendo aplicações práticas e contextualizadas:

Quadro 1- A Nanociência e Nanotecnologia nas áreas de conhecimento.

Área do Conhecimento	Aplicações/ Temas Relacionados	Autor
Física	Estudo das propriedades magnéticas de nanopartículas, como sua interação com campos magnéticos e aplicações em dispositivos de armazenamento de dados.	(Rodrigues, 2025)
Biologia	Uso de nanopartículas magnéticas em processos de biorremediação, como a remoção de metais pesados de corpos d'água, e em terapias biomédicas, como a hipertermia para tratamento de tumores.	(Rodrigues, 2024)
Matemática	Modelagem matemática na síntese de nanopartículas e cálculos de	(Caetano, 2024)

	eficiência em aplicações industriais ou biomédicas.	
Geografia	Discussão sobre os impactos ambientais e soluções tecnológicas baseadas em nanomateriais, como sistemas de filtragem de água com nanopartículas.	(Lima, 2025)
História e Filosofia	Análise da evolução histórica da nanotecnologia, seus impactos éticos e as implicações sociais do uso de nanomateriais.	(Veiga, 2019)

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Essa abordagem não apenas facilita a compreensão dos alunos sobre as conexões entre diferentes áreas, mas também estimula o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade, competências fundamentais no ensino contemporâneo.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), práticas interdisciplinares no ensino de Química devem promover competências como o pensamento científico, crítico e criativo, e a capacidade de contextualizar os conhecimentos adquiridos em diferentes áreas do saber (Brasil, 2018). Assim, a interdisciplinaridade não é apenas recomendada, mas essencial para a formação integral dos estudantes.

3.1.2 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) No Ensino De Química

Os documentos oficiais têm como objetivo orientar a estruturação de propostas pedagógicas, funcionando como diretrizes para o ensino. Segundo Leite (2017), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) pode ser entendida como um alicerce para que o país respeite as diferenças regionais, assegurando o direito à educação e definindo os conhecimentos essenciais a serem compartilhados.

Com as mudanças propostas pela BNCC no Ensino Médio, uma das principais preocupações é como tornar o ensino de Química mais atrativo, especialmente considerando a percepção comum de que a disciplina é difícil e abstrata. Moraes (2022) destaca que a compactação curricular introduzida pela BNCC pode reduzir a interdisciplinaridade e dificultar a prática pedagógica. Por outro lado, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) destacam que o aprendizado da ciência Química

[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (Brasil. MEC, 2006, p. 109).

No âmbito das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), a BNCC estabelece três competências específicas, que estão alinhadas às competências gerais definidas pelo documento. Essas competências incluem: analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos com base nas interações entre matéria e energia; propor ações que aperfeiçoem processos produtivos enquanto minimizam impactos socioambientais; e utilizar a linguagem científica para resolver problemas e comunicar conclusões de maneira ética e responsável (Brasil, 2018). Essas competências buscam superar a fragmentação disciplinar formando cidadãos críticos e atuantes.

Além disso, a BNCC incentiva a exploração de temas inovadores e contemporâneos, como nanotecnologia e sustentabilidade, que têm potencial para tornar o ensino de Química mais dinâmico e conectado às demandas sociais e tecnológicas. Campos (2016) desenvolveu uma abordagem prática sobre nanotecnologia e evolução da ciência para alunos do Ensino Médio, explorando as concepções dos estudantes e destacando a importância de integrar esses tópicos ao currículo escolar, como forma de engajar os estudantes e ilustrar as aplicações práticas da Química.

A partir dessa abordagem, o ensino de Química, conforme proposto pela BNCC, visa proporcionar uma aprendizagem mais contextualizada e interdisciplinar, permitindo que os alunos desenvolvam competências como análise crítica, resolução de problemas e comunicação científica. Dessa forma, o documento promove a integração dos conteúdos químicos com as realidades regionais e globais, tornando o ensino mais significativo e alinhado às demandas do século XXI (Brasil, 2018).

3.1.3 Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) No Ensino De Química

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram introduzidos na década de 1990 como parte de uma reforma curricular no Brasil, buscando padronizar e orientar o ensino em âmbito nacional. Eles trouxeram contribuições significativas para a estruturação do ensino de Química, destacando a importância de uma abordagem integrada que considere os aspectos sociais, culturais e ambientais nos conteúdos escolares (Brasil, 1999).

Segundo os PCNs, a aprendizagem em Química deve capacitar os estudantes a compreenderem as transformações químicas do mundo físico de maneira ampla e integrada. Isso permite que eles avaliem criticamente as informações transmitidas pela mídia, pela escola e por outros meios, facilitando a tomada de decisões conscientes e fundamentadas, além de promover a interação ativa dos alunos com a sociedade (Brasil, 1999).

Ainda de acordo com as orientações curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), a relevância do ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias está na qualidade e aplicabilidade dos conceitos, promovendo significado ao aprendizado em vez de focar na quantidade de conteúdo. Esse princípio incentiva as escolas e comunidades a se envolverem na criação de novas condições e situações de ensino que estimulem a permanência dos alunos na sala de aula, garantindo uma formação educacional mais significativa.

A relação dos PCNs com os temas transversais – como saúde, meio ambiente, ética, pluralidade cultural e orientação sexual – reforça a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino, promovendo uma reflexão crítica e integrada ao cotidiano dos alunos. Essa abordagem contribui para a formação de cidadãos conscientes e preparados para lidar com as demandas sociais de maneira responsável (Brasil, 1999, p. 27). No ensino de Química, essa perspectiva promove a integração interdisciplinar e o pensamento crítico, sendo os PCNs um marco inicial que pavimentou o caminho para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC deu continuidade a essas propostas, adaptando-as às necessidades e desafios da sociedade contemporânea.

3.1.4 A Química no Novo Ensino Médio

Em 2016, com a promulgação da Medida Provisória nº 746 e, posteriormente, da Lei nº 13.415/2017, o Ensino Médio no Brasil passou por uma reestruturação significativa. Essas mudanças alteraram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394/1996, introduzindo o Novo Ensino Médio e flexibilizando a organização curricular desta etapa (Brasil, 2017).

O Novo Ensino Médio foi estruturado com base na BNCC, publicada em 2018, que definiu um currículo dividido em dois eixos principais: a Formação Geral Básica, obrigatória para todos os alunos, e os Itinerários Formativos, parte flexível que possibilita aos estudantes escolherem áreas de aprofundamento conforme seus interesses e as ofertas das redes de ensino

(Brasil, 2018). De acordo com a Lei nº 13.415/2017, que modificou a LDB, o Art. 36 estabelece que

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber: I – linguagens e suas tecnologias; II – matemática e suas tecnologias; III – ciências da natureza e suas tecnologias; IV – ciências humanas e sociais aplicadas; V – formação técnica e profissional. (BRASIL, 2017).

No contexto de Ciências da Natureza, o ensino de Química, em conjunto com Física e Biologia, desempenha um papel fundamental, abordando questões contemporâneas, como nanotecnologia, energia renovável e sustentabilidade (Carmen, 2021).

Conforme a Lei nº 13.415/2017, o Artigo 36 estabelece que o currículo do Ensino Médio deve atender às particularidades locais e ser organizado de maneira a integrar conhecimentos científicos e tecnológicos. Essa flexibilidade permite que a Química seja explorada de forma contextualizada, promovendo competências como análise crítica, resolução de problemas e comunicação científica (Brasil, 2017).

O Novo Ensino Médio tem como objetivo proporcionar maior autonomia e protagonismo juvenil, permitindo que os alunos escolham percursos formativos que dialoguem com suas aspirações e demandas locais (Movimento pela base, 2021). Para os professores de Química, a implementação do Novo Ensino Médio trouxe tanto desafios quanto oportunidades, uma vez que, embora alguns reconheçam a possibilidade de uma abordagem mais contextualizada e interdisciplinar do ensino, muitos relataram dificuldades como a redução da carga horária, falta de capacitação adequada e incertezas sobre os itinerários formativos, o que evidencia a complexidade do processo de adaptação à nova proposta curricular (Oliveira, 2022). Por um lado, exige-se uma adaptação metodológica e curricular. Por outro, abrem-se possibilidades para integrar temas inovadores e interdisciplinares, tornando o ensino mais dinâmico e conectado com o mundo atual.

3.2 Oficinas temáticas

As oficinas temáticas conforme o (Quadro 2), baseiam-se na contextualização do conhecimento e na experimentação prática. No ensino de Química, sua importância é destacada

pelo trabalho de Marcondes (2008, p. 68-69), que identifica as seguintes características principais:

Quadro 2- Características principais das oficinas temáticas.

Características Principais	Descrição
Aproveitamento dos conhecimentos dos alunos	Utilizar das experiências diárias dos alunos e dos eventos cotidianos para organizar o conhecimento e facilitar a aprendizagem.
Exploração de temas relevantes	Abordar conteúdos de Química, permitindo a contextualização do conhecimento.
Conexão entre a Química e outras áreas do saber essenciais	Promover a compreensão do tema em questão.
Envolvimento ativo dos estudantes	Desenvolver a construção de seu próprio conhecimento.

Fonte: Marcondes (2008, p. 68-69).

A introdução de conceitos científicos por meio de temas com relevância prática e contextual contribui significativamente para a contextualização do conhecimento, evidenciando a aplicabilidade da Química em situações reais do cotidiano (Mendonça; Soares; Pastoriza, 2024). Dessa forma, os experimentos devem ser realizados de maneira investigativa, visando explorar e questionar os conhecimentos prévios dos alunos, além de fornecer informações adicionais que ajudem na revisão e aprimoramento dessas ideias por meio de conceitos químicos. A (Figura 1) exemplifica a dinâmica de uma oficina temática.

Figura 1- Fundamentos de uma oficina temática.



Fonte: Marcondes (2008).

De acordo com Pazinato (2013), o planejamento de uma oficina temática envolve a seleção do tema, dos experimentos e dos conceitos químicos. As oficinas temáticas, ao abordarem temas do cotidiano como especiarias, aparelhos eletrônicos e práticas forenses, favorecem a aprendizagem significativa ao relacionar os conteúdos científicos com a realidade dos alunos, tornando a Química mais acessível, atrativa e contextualizada (Mendonça; Soares; Pastoriza, 2024). As atividades experimentais devem ser investigativas, fomentando a curiosidade e permitindo que os alunos testem e refine suas ideias. Os conceitos químicos selecionados devem ser abordados com profundidade adequada para garantir a compreensão das situações estudadas e proporcionar uma aprendizagem significativa (Marcondes et al., 2008).

3.2.1 Experimentação no ensino de química

No contexto do Ensino de Química, metodologias diversificadas, quando bem estruturadas, podem contribuir para o aumento do interesse dos estudantes e a eficácia da aprendizagem, alinhando-se aos objetivos do letramento científico e às diretrizes do Novo Ensino Médio, que valorizam o protagonismo estudantil e a atuação do professor como mediador (Chaves; Morte; Cabral, 2024). Sendo bem definido em uma das competências específicas da área de Ciências da Natureza da BNCC:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (Brasil, 2018, p.533).

O aprendizado em Química ultrapassa a simples repetição de fórmulas e definições, exigindo uma compreensão mais ampla dos processos que ocorrem no mundo natural e no universo. Para que os estudantes desenvolvam esse entendimento, é fundamental que vivenciem experiências práticas, nas quais possam observar fenômenos diretamente e, a partir disso, construir conceitos e explicações com base nas evidências obtidas. As aulas práticas no ensino de Química, quando integradas a metodologias ativas, favorecem a construção do conhecimento

de forma autônoma pelos alunos, promovendo seu protagonismo no processo de aprendizagem por meio de atividades instrucionais participativas e reflexivas (Ferreira, 2024).

Diante da complexidade dos conteúdos da Química, é fundamental diversificar os métodos de ensino, incorporando estratégias como aulas práticas, jogos e experimentação, pois essas abordagens favorecem a motivação dos alunos e tornam o aprendizado mais significativo e próximo da realidade estudantil (Melo et al., 2025). O autor também enfatizou que as aulas práticas favorecem a aprendizagem colaborativa, estimulando a realização de experimentos em grupo e promovendo a cooperação entre os estudantes.

Diversos estudos destacam experiências exitosas com atividades experimentais no ensino de Química, evidenciando sua eficácia na aprendizagem significativa. Ferreira (2024), por exemplo, descreve a aplicação de projetos que envolveram os alunos na construção de uma Tabela Periódica com materiais diversos, promovendo interação, criatividade e maior compreensão sobre os elementos químicos. Além disso, práticas como a identificação de ferro em cereais e a realização da eletrólise permitiram aos alunos desenvolverem habilidades laboratoriais e compreender conceitos abstratos de forma concreta.

3.2.2 Nanotecnologia e o ensino de química

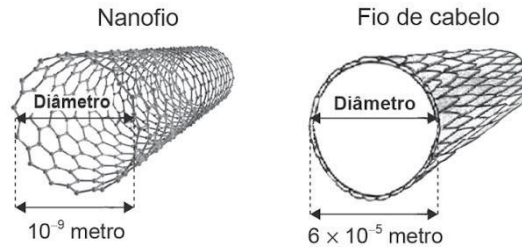
A nanotecnologia é um campo científico que tem sido empregado no avanço de novas tecnologias. Segundo Toma e Araki (2005), um nanômetro corresponde a 10^{-9} metros, ou seja, um bilionésimo de metro. A nanotecnologia, portanto, envolve a manipulação da matéria em escala atômica. Apesar das vastas possibilidades de aplicação e do caráter interdisciplinar da nanotecnologia, pouco desse conhecimento tem sido incorporado ao ambiente educacional.

De acordo com Bassoto (2011), o prefixo grego "nano" significa "anão" e também se refere a uma unidade de medida, o "nanômetro", que corresponde a um bilionésimo de metro. Assim, nanotecnologia envolve técnicas para manipular moléculas ou átomos em uma escala que varia de 0,1 a 100 nanômetros.

Essa dimensão é expressa pelo prefixo nano, do grego, “anão”, de onde também vem a palavra “nanico”. Sua notação é nm ou 10^{-9} m. Só para se ter uma noção do tamanho, 1nm equivale aproximadamente ao comprimento de dez átomos enfileirados. [...] A dimensão de uma molécula de DNA situa-se na escala de 100 nm e é um pouco menor que a de um vírus.(Toma, 2004, p.13).

Outras comparações com as dimensões de um "nanômetro" são frequentemente encontradas na literatura, como as hemácias, que medem aproximadamente 10.000 nm, e um fio de cabelo humano, que tem cerca de 100.000 nm de diâmetro. (Figura 2).

Figura 2- Fio de cabelo em escala nano.



Fonte: Potência (2020)

3.2.3 Nanopartículas Magnéticas.

As nanopartículas magnéticas (MNPs) apresentam propriedades físicas e químicas únicas, como o superparamagnetismo, que as diferenciam de outros tipos de nanopartículas. Essas características tornam as MNPs amplamente aplicáveis em diversas áreas, incluindo medicina, tratamento de poluentes, catálise, fotocatalise e sensores (Gubin, 2009; Lodhia et al., 2010).

Segundo Gubin (2009), as nanopartículas magnéticas se destacam devido às suas propriedades singulares, que resultam da combinação da estrutura cristalina, da composição atômica e do efeito do tamanho (Figura 3). Essas características conferem às MNPs potencial para diversas aplicações tecnológicas, especialmente em biomedicina e na remoção de contaminantes ambientais (Pereira, 2012).

Figura 3- Nanopartícula magnética.



Fonte: Pereira (2012).

No contexto do ensino de Química, as MNPs oferecem oportunidades para a realização de atividades práticas que conectam teoria e experimentação. Os alunos podem explorar suas propriedades magnéticas por meio de experimentos em laboratório, relacionando conceitos como forças intermoleculares, interações magnéticas e aplicações tecnológicas. Além disso, a utilização dessas nanopartículas no desenvolvimento de novos materiais e no tratamento de resíduos permite discutir temas interdisciplinares, como sustentabilidade e inovação científica (Medina, 2017).

3.2.4 Nanociência e Nanotecnologia: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas

A nanociência é o campo que estuda as propriedades e comportamentos dos materiais em escala nanométrica, geralmente entre 1 e 100 nanômetros. Já a nanotecnologia refere-se à aplicação desses conhecimentos para criar novos materiais, dispositivos e sistemas com funcionalidades aprimoradas devido às suas dimensões reduzidas (Leite et al., 2014).

Em escala nanométrica, os materiais podem apresentar propriedades distintas em comparação às observadas em macroescala. Essas diferenças resultam da maior relação superfície-volume e dos efeitos quânticos predominantes nessa dimensão, influenciando características como reatividade química, condutividade elétrica e ponto de fusão (Leite et al., 2014). As aplicações tecnológicas da nanotecnologia de acordo com o (Quadro 3), são vastas e abrangem diversas áreas:

Quadro 3- Áreas com aplicações da nanotecnologia.

Área	Aplicações/ Descrição	Autor
Medicina	Utilização de nanopartículas para liberação controlada de fármacos, diagnóstico precoce de doenças e desenvolvimento de sistemas terapêuticos mais eficazes.	(Bezerra; Bandeira; Lima; Andrade, 2022).
Eletrônica	Emprego de nanomateriais na fabricação de dispositivos eletrônicos mais compactos, com maior capacidade de processamento e menor consumo de energia.	(Fechine, 2020)
Energia	Desenvolvimento de células solares mais eficientes, baterias de maior capacidade e sistemas de armazenamento de energia com nanomateriais.	(Rodrigues, 2017)

Sustentabilidade	Aplicações em remediação ambiental, como a degradação de poluentes, e desenvolvimento de materiais biodegradáveis e processos industriais menos poluentes.	(Rodrigues, 2017)
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

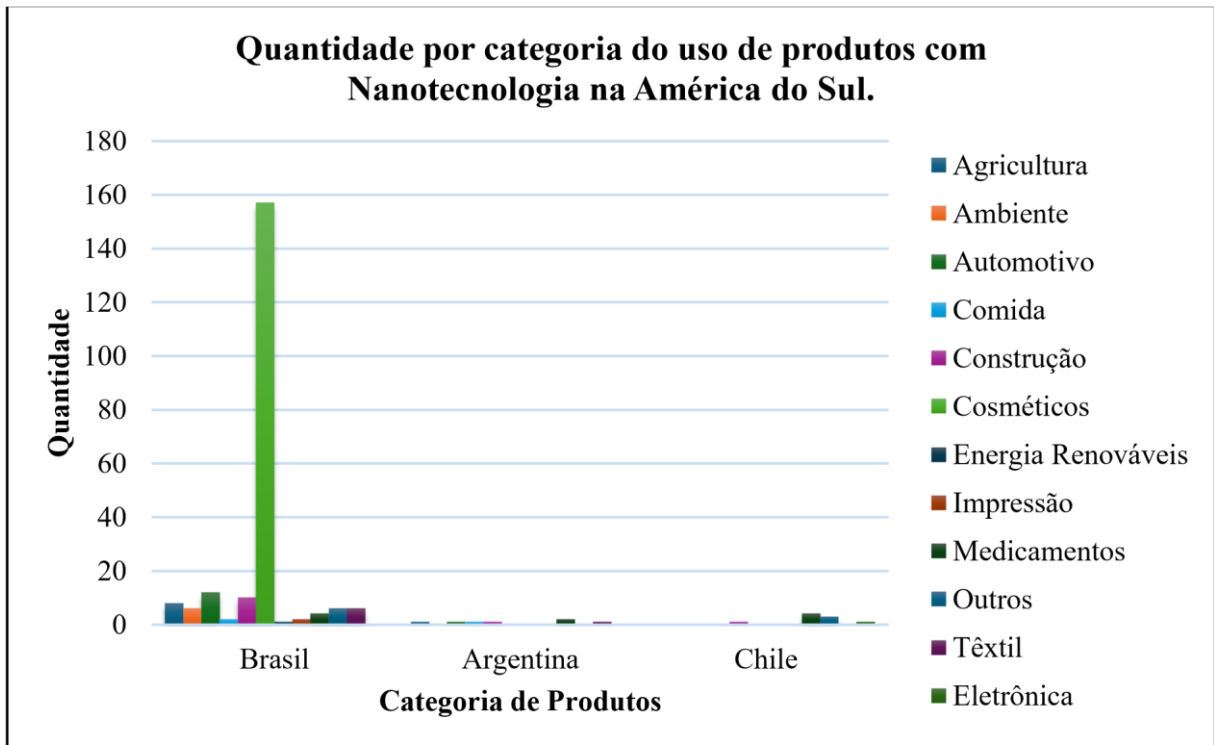
No contexto educacional, especialmente no Ensino Médio, é fundamental abordar a nanotecnologia de maneira acessível e contextualizada. Isso permite que os estudantes compreendam as recentes descobertas e inovações tecnológicas, preparando-os para os desafios científicos e tecnológicos do futuro (Carvalho, 2017).

De acordo com dados do site Statnano (STATNANO: Nano Science, Technology, and Industry Information, disponível online em <https://statnano.com/> de janeiro de 2025, a nanotecnologia na América do Sul de acordo com o (gráfico 1), tem apresentado avanços significativos, com países como Brasil e Argentina liderando iniciativas e inovações na área. Esses progressos refletem-se em diversas aplicações tecnológicas e políticas públicas que fomentam o desenvolvimento científico e econômico da região.

O (Gráfico 1) aponta uma tendência crescente de uso de produtos com nanotecnologia na América do Sul, refletindo o fortalecimento da pesquisa e desenvolvimento na área. Países como Brasil e Argentina destacam-se como líderes na aplicação dessa tecnologia, abrangendo setores como medicina, eletrônica, energia e sustentabilidade (Leite et al., 2014; Melo et al., 2023).

Segundo Leite, Ferreira, Róz e Oliveira (2014), a nanotecnologia permite o desenvolvimento de dispositivos e sistemas com propriedades únicas graças ao controle de materiais em escala nanométrica (1-100 nm), proporcionando avanços significativos em diversas áreas.

Gráfico 1- Uso de produtos com Nanotecnologia na América do Sul.



Fonte: STATNANO – 2025.

No campo da educação científica, a autora defende que integrar esses dados no ensino médio pode tornar o conteúdo mais atual, conectando os alunos a temas emergentes e relevantes. Como reforça Campos (2016), “temas como nanotecnologia e evolução da ciência, quando inseridos de forma prática no currículo, despertam maior interesse e engajamento dos estudantes”.

Além disso, o gráfico serve como ponto de partida para discutir os impactos sociais e ambientais da nanotecnologia, que embora promissora, ainda carece de regulamentação e estudos de impacto ecotoxicológico, conforme alertam Silva et al. (2017) e Souza et al. (2013).

3.2.5 Impactos Ambientais Envolvendo a Nanociência

A nanociência e a nanotecnologia têm promovido avanços significativos em diversas áreas, porém, é fundamental avaliar seus impactos ambientais, considerando tanto os benefícios quanto os riscos potenciais (Carniel, 2013).

As nanopartículas, devido ao seu tamanho reduzido e alta reatividade, podem interagir de maneira adversa com o meio ambiente. Estudos indicam que algumas nanopartículas possuem potencial citotóxico e/ou genotóxico para células cultivadas *in vitro*, embora os efeitos

em organismos vivos e ecossistemas ainda estejam sendo investigados (Silva et al., 2017). Além disso, pesquisas apontam que nanopartículas podem afetar o meio ambiente de maneira preocupante, especialmente quando liberadas por efluentes industriais, pesticidas e esgotos domésticos (Paschoalino et al., 2010).

Diante dos riscos potenciais, torna-se essencial promover o uso responsável e ético da nanotecnologia. Isso inclui a realização de pesquisas interdisciplinares focadas na toxicidade, persistência e bioacumulação de nanopartículas, visando minimizar os impactos ambientais adversos (Carniel, 2013). Além disso, a implementação de práticas sustentáveis e a consideração de aspectos éticos desde as fases iniciais dos projetos são fundamentais para o desenvolvimento de uma nanotecnologia responsável (Souza et al., 2013).

A educação em Química desempenha um papel vital na formação de profissionais conscientes sobre os impactos ambientais da nanotecnologia. Incorporar discussões sobre responsabilidade ambiental e ética no uso de nanomateriais nos currículos acadêmicos pode preparar os alunos para enfrentar os desafios associados a essas tecnologias (Silva et al., 2017). Atividades práticas que avaliem os efeitos de nanopartículas em diferentes sistemas ambientais podem enriquecer o aprendizado e fomentar uma postura crítica e responsável nos futuros cientistas (Souza et al., 2013).

A ausência de protocolos padronizados para avaliar a toxicidade e os impactos ambientais das nanopartículas representa um desafio significativo. Essa lacuna dificulta a criação de regulamentações eficazes e harmonizadas internacionalmente, resultando frequentemente em iniciativas isoladas por parte de diferentes países (Silva et al., 2017). Portanto, é essencial que as políticas públicas e a legislação sejam direcionadas para regulamentar e promover o uso seguro e responsável da nanotecnologia, especialmente em setores como a agricultura, onde a aplicação de nanomateriais está em expansão (Paschoalino et al., 2010).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

As oficinas temáticas são organizadas com base na proposta de três etapas pedagógicas, conforme descrito por Delizoicov e Angotti (1991): a etapa de introdução do problema, a construção do conhecimento e, por fim, a aplicação do que foi aprendido. Na primeira etapa, conhecida como problematização inicial, os alunos são expostos a situações concretas do cotidiano, com o intuito de despertar neles o interesse e a necessidade de adquirir novos saberes para compreender esses contextos.

A fase seguinte, chamada de organização do conhecimento, é dedicada ao estudo orientado dos conteúdos previamente selecionados como essenciais para entender os temas abordados e os desafios propostos inicialmente. Por fim, na fase de aplicação do conhecimento, busca-se utilizar de forma sistemática os saberes construídos ao longo do processo, permitindo que os estudantes revisitem a situação-problema e façam conexões com outras situações semelhantes, ampliando sua compreensão.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Amapá (CEP/UEAP), conforme o Parecer Consubstanciado nº 7.408.476, sob o CAAE 84319524.5.0000.0211, emitido em 25 de fevereiro de 2025 (APÊNDICE A). A pesquisa foi considerada eticamente adequada, com todos os riscos mitigados por meio de uso de EPIs, ambiente ventilado, supervisão técnica e termos assinados (TCLE e TALE).

4.1 Tipo de Pesquisa

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma abordagem mista, integrando métodos qualitativos e quantitativos, com uso de pesquisa-ação, experimental e bibliográfica, além da aplicação de um questionário com perguntas abertas e fechadas a alunos do 2º ano do Ensino Médio.

A abordagem qualitativa fundamenta-se na análise descritiva das percepções, opiniões e compreensões dos estudantes sobre os conceitos químicos antes e depois da oficina sobre síntese de nanopartículas magnéticas. Segundo Creswell (2014), a pesquisa qualitativa é indicada quando se pretende compreender profundamente a experiência dos sujeitos em contextos específicos, valorizando aspectos subjetivos e contextuais. No presente estudo, essa abordagem foi essencial para interpretar as falas dos alunos sobre a aplicação prática do conteúdo químico.

A abordagem quantitativa, por sua vez, foi utilizada para analisar estatisticamente as respostas fechadas dos questionários aplicados, permitindo medir o grau de entendimento e engajamento dos alunos com base em indicadores objetivos. De acordo com Gil (2019), a pesquisa quantitativa busca quantificar opiniões, atitudes ou comportamentos, sendo apropriada para estudos que envolvem a mensuração e análise estatística dos dados. No estudo, essa abordagem possibilitou aferir o impacto da oficina com base em critérios como clareza dos conteúdos, interesse e aplicabilidade percebida.

O instrumento de coleta de dados foi questionário estruturado com perguntas abertas e fechadas. As perguntas fechadas permitiram a tabulação dos dados e análise estatística simples (frequência e porcentagem), enquanto as perguntas abertas ofereceram subsídios qualitativos, possibilitando a análise das percepções individuais dos alunos sobre o aprendizado. Segundo Lakatos e Marconi (2003), a utilização de questões abertas favorece a liberdade de expressão dos participantes, enquanto as questões fechadas permitem a padronização das respostas e análise quantitativa.

A pesquisa também se enquadra como uma pesquisa-ação, pois envolveu a implementação de uma intervenção pedagógica (a oficina temática) e a análise dos efeitos dessa prática com base na participação ativa dos envolvidos. De acordo com Thiollent (2011), a pesquisa-ação visa resolver um problema real por meio de uma ação participativa e reflexiva, promovendo mudanças concretas no ambiente pesquisado — neste caso, o ensino de Química.

Do ponto de vista metodológico, também se trata de uma pesquisa experimental, ao envolver a manipulação de uma variável educacional — a prática de síntese de nanopartículas magnéticas — com o objetivo de observar seus efeitos sobre a aprendizagem. Essa característica está alinhada à definição de Gil (2019), que concebe a pesquisa experimental como aquela que observa os efeitos de uma intervenção deliberadamente controlada.

Complementarmente, a pesquisa bibliográfica forneceu o embasamento teórico necessário para a construção da proposta e análise dos dados, a partir de estudos anteriores sobre nanotecnologia, ensino de Química, metodologias ativas e oficinas temáticas.

A combinação dessas estratégias metodológicas possibilitou uma análise abrangente dos efeitos da oficina temática na aprendizagem dos estudantes, tanto em termos de dados objetivos (quantitativos), quanto de compreensões subjetivas e contextuais (qualitativos), fortalecendo a validade e a profundidade da investigação.

4.1.1 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do 2º ano do Ensino Médio da escola pública estadual Profª. Maria Cristina Botelho Rodrigues localizada no município de Porto Grande- AP. A escolha dessa série deveu-se à adequação dos conteúdos da disciplina de Química ao plano de aula proposto, bem como à receptividade da gestão escolar à realização de atividades experimentais com foco em Nanociência.

Participaram da oficina 13 alunos, com idades entre 15 e 19 anos, regularmente matriculados na disciplina de Química no ano letivo de 2025. Todos os alunos participaram voluntariamente e assinaram, juntamente com seus responsáveis legais, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que se encontra no (APÊNDICE B), conforme exigido pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que trata das pesquisas envolvendo seres humanos na área das Ciências Humanas e Sociais.

A interação direta com os estudantes permitiu a coleta de dados por meio de questionários com perguntas abertas e fechadas, aplicados antes e após a realização da oficina experimental. A identidade dos participantes foi mantida em sigilo, sendo os dados analisados de forma agregada e sem qualquer possibilidade de identificação individual, conforme os princípios éticos da pesquisa científica.

4.2 Etapas da pesquisa

A presente pesquisa foi organizada em uma sequência metodológica estruturada (Quadro 4), cuja finalidade foi proporcionar uma abordagem didático-pedagógica integrada entre teoria e prática no ensino de Química. A metodologia baseou-se na realização de oficinas temáticas, alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos princípios da experimentação investigativa no ambiente escolar. As etapas desenvolvidas foram documentadas nos anexos deste trabalho, que incluem o plano de aula, os questionários aplicados e o roteiro da atividade experimental.

Quadro 4- Etapas da Pesquisa sobre Nanotecnologia no Ensino Médio.

Etapas da Pesquisa sobre Nanotecnologia no Ensino Médio		
Etapa	Descrição	Objetivo Principal
1. Problematização Inicial	Apresentação de situações do cotidiano relacionadas à nanotecnologia para despertar o interesse dos alunos.	Estimular a curiosidade e identificar conhecimentos prévios.
2. Organização do Conhecimento	Estudo orientado dos conceitos de Química e Nanociência, com foco em nanopartículas magnéticas.	Fornecer embasamento teórico para compreender o experimento.
3. Atividade Experimental	Realização da prática de síntese de nanopartículas magnéticas em oficina com alunos do 2º ano do ensino médio.	Aplicar conceitos químicos de forma prática e contextualizada.
4. Questionário Avaliativo	Aplicação de instrumentos de avaliação (questionário com perguntas abertas e fechadas) antes e após a atividade.	Medir o impacto da oficina na compreensão dos alunos.
5. Análise dos Dados	Categorização das respostas obtidas nos questionários, com abordagem qualitativa e quantitativa.	Avaliar a eficácia da oficina como ferramenta didática.
6. Reflexão e Aplicação	Discussão dos resultados e das possibilidades de replicação da atividade em outros contextos escolares.	Promover melhoria contínua e adaptação de práticas pedagógicas.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além das atividades experimentais descritas, foi elaborada uma cartilha didática detalhando a atividade prática de síntese de nanopartículas magnéticas. Essa cartilha visa facilitar a replicação da oficina em outras escolas e apoiar o estudo autônomo dos alunos. Para ampliar o acesso, a cartilha está disponível em formato digital por meio do QR code apresentado na (Figura 4), que direciona para o arquivo completo.

Figura 4- Cartilha de nanopartículas magnéticas e QR code para acesso digital.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Assim no primeiro momento consistiu na elaboração do plano de aula, que estruturou todo o processo de intervenção pedagógica. Estabeleceu-se seis aulas, distribuídas em três dias, conforme roteiro (APÊNDICE C), totalizando 270 minutos, com a organização de aulas expositivas, práticas laboratoriais e momentos de discussão teórica e avaliação. Os conteúdos abordados incluíram escala nanométrica, propriedades das nanopartículas magnéticas e suas aplicações tecnológicas, especialmente nas áreas da saúde e do meio ambiente. O planejamento visou promover uma aprendizagem contextualizada, interdisciplinar e alinhada às competências gerais e específicas da BNCC.

Na primeira aula (Figura 5), correspondente à primeira etapa da problematização inicial (Quadro 4), foram apresentadas situações do cotidiano relacionadas à nanotecnologia, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes e contextualizar o tema. Em seguida, aplicou-se o pré-questionário (Apêndice D), composto por perguntas abertas e fechadas, visando estimular a curiosidade e identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de nanotecnologia, nanopartículas, conceitos de escala e magnetismo.

Figura 5- Aplicação do pré-questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A segunda aula (Figura 6) correspondeu à introdução teórica e contextualização do tema, com um estudo orientado dos conceitos de Química e Nanociência, com foco em nanopartículas magnéticas. Nesta aula foi abordada a segunda etapa (Quadro 4) fornecendo o embasamento teórico necessário para que os alunos compreendessem o experimento prático subsequente, relacionando conceitos químicos e físicos à aplicação real das nanopartículas magnéticas.

Figura 6- Engajamento dos estudantes com o conteúdo.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A terceira etapa (Quadro 4), correspondente à terceira aula, consistindo na aplicação prática da oficina de síntese de nanopartículas magnéticas (Figura 7). A atividade foi conduzida em ambiente escolar, seguindo rigorosamente os protocolos de segurança e as normas técnicas. Nessa prática, os alunos participaram ativamente da síntese da magnetita por meio do método

de co-precipitação, utilizando reagentes como sulfato ferroso heptahidratado, hidróxido de sódio e nitrato de sódio.

Figura 7- Aplicação prática da oficina de síntese de nanopartículas magnéticas.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Durante a atividade experimental (APÊNDICE E), foi possível observar a formação do precipitado escuro e a sua interação com ímãs, evidenciando o comportamento magnético do material produzido. Essa experiência favoreceu a construção de conceitos químicos por meio da prática e da observação, promovendo o engajamento dos estudantes com o conteúdo (Figura 7).

Figura 8- Aplicação do pós- questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Por fim, os alunos participaram de um momento coletivo de discussão e fechamento da atividade (Figura 8), no qual foram convidados a compartilhar verbalmente suas reflexões sobre os conceitos aprendidos e as descobertas realizadas durante a oficina. Nessa etapa, também foi aplicada a versão pós-questionário (APÊNDICE F), estruturada de forma semelhante ao diagnóstico inicial, porém ampliada para incluir questões relacionadas à experiência prática. Embora estivesse prevista a construção de mapas mentais como estratégia para sistematização do conhecimento, essa atividade não pôde ser realizada devido à limitação de tempo disponível na última aula.

4.3 Análise de Dados

A análise dos dados coletados foi conduzida com base em uma abordagem mista, integrando procedimentos quantitativos e qualitativos. Os instrumentos aplicados — questionário diagnóstico (pré-oficina) e questionário avaliativo (pós-oficina) — possibilitaram avaliar as concepções iniciais dos alunos e as transformações ocorridas após a realização da oficina temática sobre nanopartículas magnéticas. A categorização das respostas abertas seguiu os princípios da análise de conteúdo propostos por Bardin (2011), permitindo captar aquilo que os sujeitos compreendem em relação ao objeto de estudo (Valle, 2025).

No caso do questionário avaliativo, as respostas dos participantes foram analisadas conforme categorias construídas a partir dos próprios enunciados, sendo possível que uma mesma resposta se enquadrasse em uma ou mais categorias, de acordo com os sentidos atribuídos pelos alunos. Os dados foram apresentados em forma de porcentagem, com variações conforme o tipo de pergunta: nas questões em que cada aluno pôde escolher apenas uma alternativa, os percentuais foram calculados com base no total de alunos participantes ($n = 13$); já nas perguntas (tanto objetivas quanto abertas) que permitiram múltiplas escolhas ou classificações, os percentuais foram definidos com base no total de respostas, respeitando a possibilidade de mais de uma escolha por participante.

Os alunos foram identificados por códigos alfanuméricos no formato A2X, em que “A” representa *aluno*, o número “2” indica a *2ª série*, e a letra “X” corresponde à *ordem/número do participante* (por exemplo, A21, A22, A23...). Esse tipo de codificação foi adotado com o objetivo de garantir o sigilo e a confidencialidade dos dados, conforme princípios éticos de pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

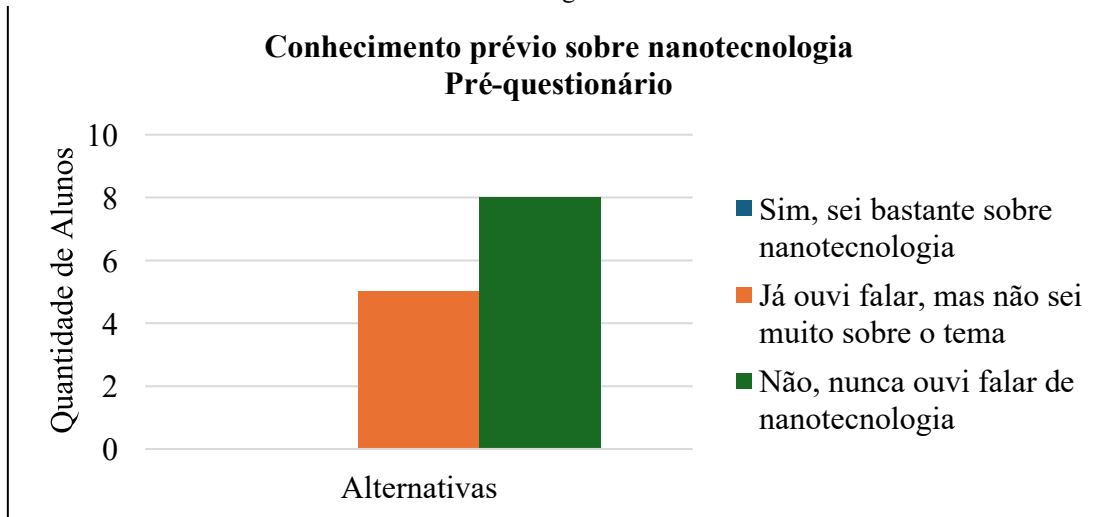
O pré-questionário foi composto por sete perguntas, com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conceitos relacionados à nanociência, nanotecnologia e propriedades das nanopartículas magnéticas. Já o pós-questionário, constituído por onze perguntas, buscou avaliar a percepção dos alunos após a realização da oficina prática, considerando aspectos como o entendimento dos conteúdos, a relevância da experimentação e o interesse despertado pela temática.

Enquanto o pré-questionário teve foco no levantamento inicial dos saberes e concepções dos discentes, o pós-questionário manteve algumas perguntas semelhantes para efeito comparativo, ao mesmo tempo em que introduziu novas questões voltadas à avaliação da prática educativa. Essa estrutura possibilitou analisar as mudanças na compreensão dos alunos ao longo da atividade, bem como identificar os impactos da oficina no processo de ensino-aprendizagem.

5.1 Aplicações sobre Nanotecnologia

Os alunos foram questionados se já haviam ouvido sobre nanotecnologia (Gráfico 2), observou-se que 61,5% marcaram a alternativa C – Não, nunca ouvi falar, enquanto 38,5% assinalaram a opção B – Já ouvi falar, mas não sei bem o que é. Nenhum aluno escolheu a alternativa A – Sim, sei o que é, o que indica que nenhum demonstrou domínio do conceito. As porcentagens referem-se ao total de participantes da pesquisa. Esses dados evidenciam a limitada presença do tema no ensino médio tradicional, corroborando a análise de Bassoto (2011), que destaca a ausência de abordagens sistemáticas sobre nanotecnologia nos currículos escolares.

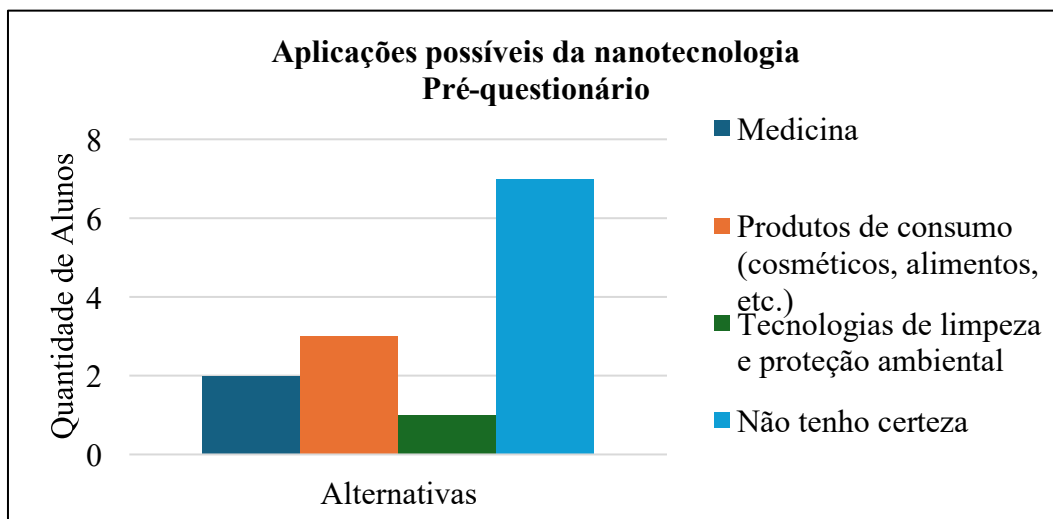
Gráfico 2- Conhecimento Prévio sobre Nanotecnologia entre os Estudantes.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No que diz respeito ao conhecimento prévio sobre nanotecnologia (Gráfico 3) a opinião dos alunos quanto às possíveis aplicações dessa tecnologia no cotidiano observou-se que 15,4% dos estudantes assinalaram a alternativa A – Medicina, enquanto 23,1% indicaram a alternativa B – Produtos de consumo (cosméticos, alimentos, etc.). Um número menor, 7,7%, escolheu a alternativa C – Tecnologias de limpeza e proteção ambiental. A maioria, no entanto, 53,8% dos participantes, marcou a alternativa D – Não tenho certeza. As porcentagens referem-se ao total de alunos que participaram da pesquisa.

Gráfico 3- Percepção dos Alunos sobre as Aplicações da Nanotecnologia no Cotidiano.

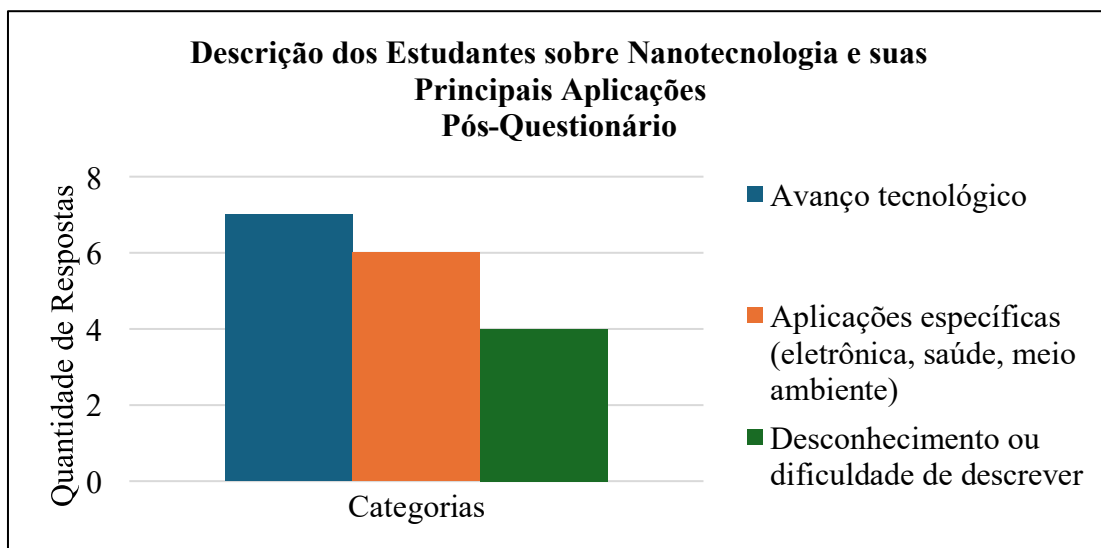


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Após a realização da oficina (Gráfico 4), os resultados indicaram uma mudança significativa no entendimento dos alunos, que apresenta como os estudantes descreveriam a nanotecnologia e suas principais aplicações, revelou que 41,2% foram capazes de fornecer uma explicação completa, acompanhada de exemplos práticos. Outros 35,3% apresentaram respostas parcialmente corretas, enquanto 30,8% ainda demonstraram dificuldades em compreender o conceito. As porcentagens foram calculadas com base no total de respostas dos participantes, conforme as categorias estabelecidas na análise qualitativa. Importante destacar que as respostas dos alunos podiam entrar em mais de um grupo.

Essas respostas foram organizadas em três grupos principais. O primeiro grupo, *Avanço Tecnológico*, reuniu os alunos que destacaram os aspectos inovadores da nanotecnologia, enfatizando seu papel no desenvolvimento científico e tecnológico. O segundo grupo, *Aplicações Específicas*, incluiu aqueles que mencionaram usos concretos da nanotecnologia em áreas como eletrônica, saúde e meio ambiente. Por fim, o terceiro grupo, *Desconhecimento ou Dificuldade de descrever*, foi composto por respostas que não refletiam uma compreensão adequada do tema, evidenciando ausência de conhecimento ou dificuldade na formulação de explicações.

Gráfico 4- Evolução do Conhecimento sobre Nanotecnologia e suas Aplicações.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os estudantes passaram a demonstrar maior familiaridade com o conceito de nanotecnologia e suas aplicações após a oficina, apresentando exemplos relacionados ao cotidiano e ao avanço tecnológico. As respostas revelaram uma compreensão mais concreta,

com menções a produtos como protetores solares, dispositivos eletrônicos, chips e sensores — aplicações que refletem o impacto da nanotecnologia em diferentes setores da tecnologia e do consumo, como demonstram as respostas dos alunos A27 e A210. Esses exemplos dialogam com a literatura da área, que destaca a presença de nanomateriais em produtos comerciais e dispositivos de alta precisão (Melo et al., 2023; Rodrigues, 2017).

Aluno A27: *“é um campo científico que tem sido empregado no avanço de novas tecnologia. Protetores solares, dispositivos eletrônicos como, chip e sensores.”*

Aluno A210: *“É um campo científico que tem sido empregado no avanço de novas tecnologias na escala manométrica, é possível criar materiais como medicina e etc...”*

A capacidade de mencionar mais de um produto nos pós questionário revelou-se fundamental para compreender a percepção ampla dos alunos, que passaram a reconhecer o caráter multidisciplinar da nanotecnologia. Isso demonstra a eficácia das metodologias ativas, como a oficina temática, em promover a construção de conhecimentos interligados e socialmente relevantes, conforme discutido por Mendonça, Soares e Pastoriza (2024).

Os resultados obtidos também se alinham aos dados da plataforma Statnano (2025), que apontam o Brasil como um dos países sul-americanos com maior produção científica e tecnológica na área de nanotecnologia. Esses avanços têm se refletido no cotidiano, com a introdução de nanomateriais em setores como a medicina, a agricultura e a indústria de alimentos.

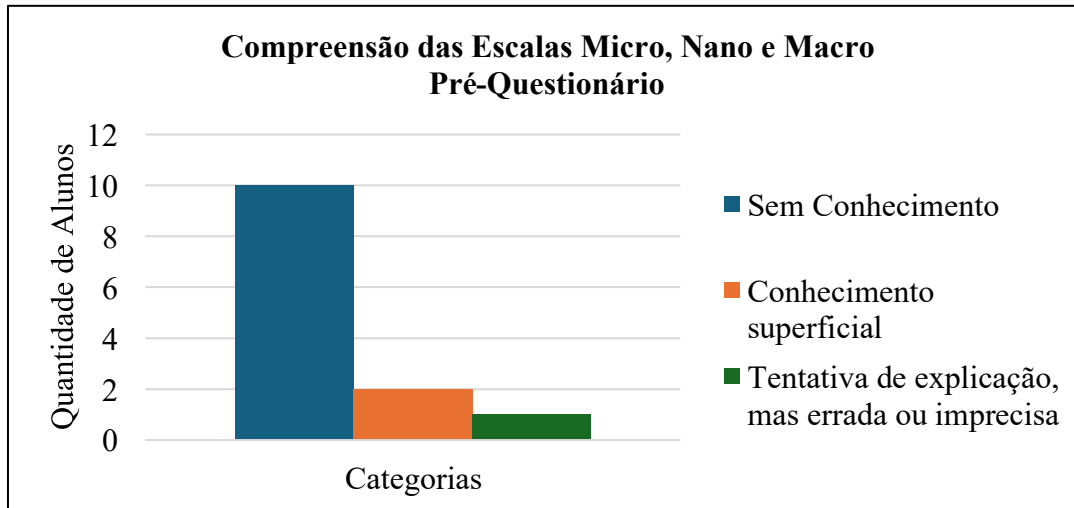
5.2 Compreensão das Escalas Macro, Micro e Nano: Antes e Depois da Intervenção

A compreensão das diferentes escalas de tamanho — macro, micro e nano — constitui um dos principais desafios no ensino de nanociência (Leite et al., 2014). Para investigar esse aspecto, os alunos foram questionados se conheciam essas escalas e como as explicariam para alguém que nunca havia ouvido falar sobre o tema (Gráfico 5). Os resultados evidenciaram um conhecimento bastante limitado por parte dos estudantes antes da realização da oficina e da aula teórica introdutória.

As respostas dos alunos foram categorizadas em três grupos principais. O primeiro grupo, *Sem Conhecimento*, incluiu aqueles que não apresentaram qualquer entendimento sobre

as escalas. O segundo grupo, *Conhecimento Superficial*, abrangeu os alunos que demonstraram uma compreensão limitada, sem aprofundamento adequado. O terceiro grupo, *Tentativa de Explicação, mas Errada ou Imprecisa*, foi composto por respostas que, embora tentassem abordar o tema, estavam imprecisas ou continham erros conceituais.

Gráfico 5- Conhecimento sobre as Escalas Micro, Nano e Macro.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os dados revelam que 76,9% dos estudantes apresentaram respostas classificadas como “sem conhecimento”, indicando que não conheciam ou nunca haviam ouvido falar sobre o tema. Um exemplo pode ser observado no Aluno A28, onde o estudante afirma: “Bom, eu já ouvi falar, mas não tenho muito conhecimento”. Outros 15,3% demonstraram conhecimento superficial, com afirmações vagas, como “nano é algo pequeno” ou “nano é o intermediário”, sem contextualização ou exemplos práticos. O Aluno A24, por exemplo, o estudante tenta distinguir as escalas dizendo que o “micro é quando algo chega no microscópio”, “macro é quando pode ser visto sem precisar de equipamento profissional” e que “nano é o intermediário”, revelando uma compreensão limitada e sem precisão conceitual. Apenas 7,6% forneceram respostas com tentativas de explicação mais elaboradas, embora ainda incorretas, como “nano é maior que micro”, evidenciando confusão entre as escalas.

Aluno A28: “Bom, eu já ouvi falar mas não tenho muito conhecimento”

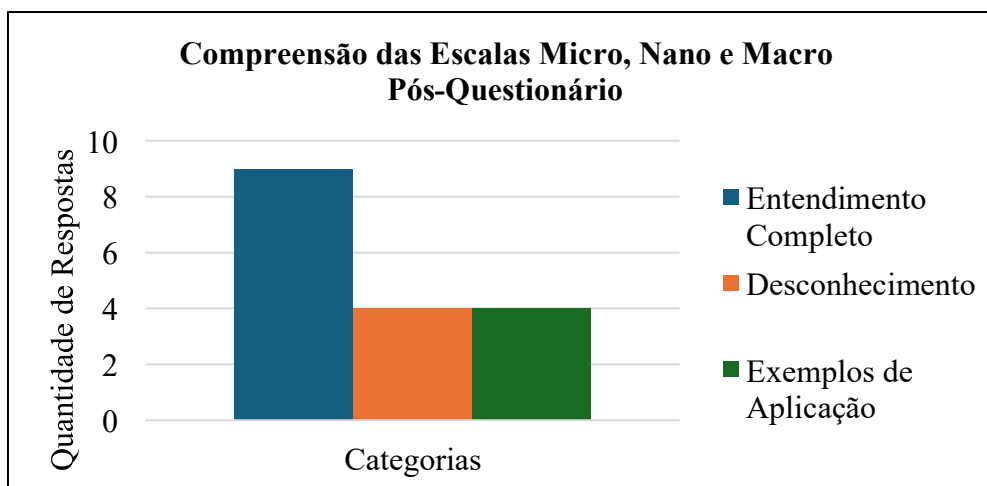
Aluno A24: “Micro é quando algo chega ser microscópio, não é visto à olho nu, macho é quando poder visto sem precisar de equipamento profissional, nano é o intermediário.”

Esses resultados refletem a ausência de abordagens sistemáticas sobre escalas de medidas no currículo escolar, conforme apontam Bassoto (2011) e Silva (2023), que destacam que temas como a nanociência ainda são escassamente trabalhados, dificultando o desenvolvimento do pensamento abstrato necessário para compreender fenômenos em dimensões invisíveis ao olho humano.

Após a realização da oficina temática, a mesma questão (Gráfico 6). foi reformulada e incluída no pós-questionário, no qual os alunos deveriam explicar o que entendiam por escala nanométrica e qual seria sua importância. Com base nas respostas, foi possível organizá-las em quatro categorias. Vale destacar que, em alguns casos, uma mesma resposta pôde ser enquadrada em mais de uma categoria, a depender da profundidade e das abordagens apresentadas pelos estudantes, o que justifica um total de 17 respostas.

As respostas foram agrupadas conforme os níveis de compreensão demonstrados pelos alunos. A categoria *Entendimento Completo* abrange aquelas que evidenciaram uma compreensão sólida da escala nanométrica e de sua relevância. A categoria *Explicações Parciais* inclui respostas com explicações superficiais ou incompletas, que indicam algum conhecimento, embora sem aprofundamento. Já a categoria *Desconhecimento* contempla os casos em que os alunos demonstraram dificuldade em conceituar ou explicar o tema. Por fim, a categoria *Exemplos de Aplicação* reúne respostas que mencionaram aplicações práticas ou propriedades de materiais em escala nanométrica, indicando certo grau de familiaridade com o assunto.

Gráfico 6- Escala Nanométrica e sua Importância na Nanotecnologia: Pós-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Observou-se desempenho significativo dos alunos, em que: 52,9% foram capazes de apresentar respostas completas e corretas, explicando que “nano” se refere a uma bilionésima parte do metro (10^{-9} m). Outros 23,5% relacionaram a escala a aplicações reais na ciência e tecnologia e 23,5% ainda demonstraram desconhecimento ou dificuldade de expressão clara sobre o tema.

As respostas dos alunos A28 e A24 ilustram diferentes níveis de compreensão sobre o tema após a realização da oficina. O aluno A28 apresentou uma explicação conceitualmente correta e bem estruturada, definindo a escala nanométrica como partículas menores que micrômetros, manipuladas em nível atômico e molecular, além de destacar sua importância na modificação de propriedades físicas e químicas dos materiais — evidenciando um entendimento completo do conceito. Já o aluno A24, embora com uma resposta mais simples e menos técnica, reconheceu a escala nanométrica como composta por partículas muito pequenas e a relacionou a aplicações práticas, como na medicina, moda e maquiagem. Essa resposta revela uma compreensão parcial, mas relevante, por demonstrar apropriação do conceito e sua aplicabilidade.

Aluno A28: *“A nanométrica são partículas menores que micrometros manipuladas em nível atômico e molecular, ela é muito importante, porque permite a modificação de propriedades físicas e químicas dos materiais”*

Aluno A24: *“São partículas da escala nanométrica que pode ser usado na medicina, na moda, nas maquiagem”*

Notou-se que as atividades práticas quando contextualizada permite que os alunos observem os efeitos das nanopartículas magnéticas e discutam o comportamento da matéria em diferentes escalas. De acordo com Oliveira e Silva (2019), a visualização e manipulação de fenômenos em escala nano favorece a construção de significados, especialmente quando associada a experimentação guiada.

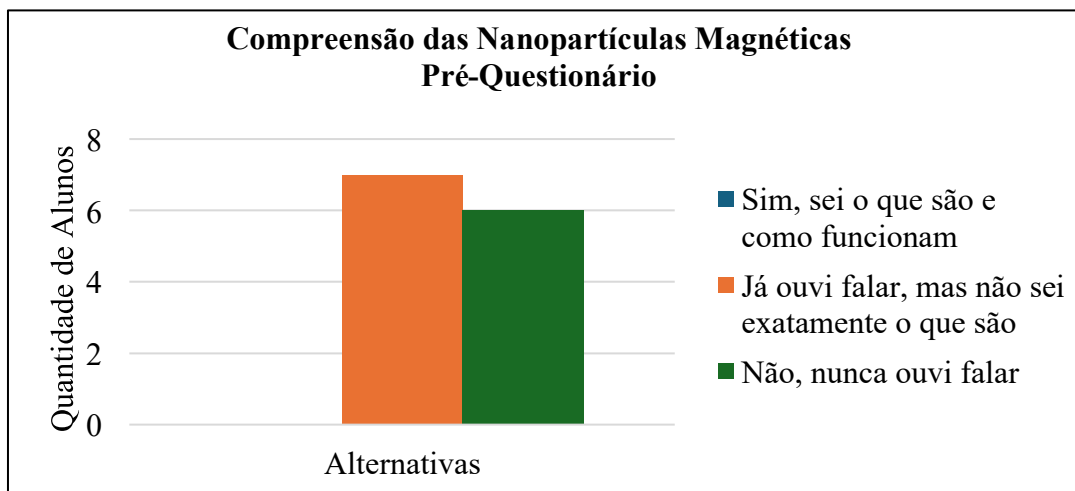
Além disso, conforme destacado por Mendonça, Soares e Pastoriza (2024), a reorganização de ideias a partir de situações-problema e da investigação científica estimula os estudantes a reformularem conceitos anteriores e estabelecer relações mais sólidas entre tamanho, estrutura e propriedades dos materiais.

A introdução dos conceitos de escala no Ensino Médio, especialmente em atividades interdisciplinares como esta, contribui para o desenvolvimento da competência científica preconizada pela BNCC (Brasil, 2018), uma vez que permite ao estudante compreender fenômenos naturais e tecnológicos a partir de múltiplas dimensões e contextos.

5.3 Compreensão e Aplicações das Nanopartículas Magnéticas

A fim de identificar o grau de familiaridade dos alunos, com conceitos específicos da nanociência perguntou-se sobre nanopartículas magnéticas (Gráfico 7). Os estudantes foram questionados se já haviam ouvido falar sobre esse tema e se poderiam descrevê-lo. Os dados, ilustrados no, mostram que 46,2% dos alunos nunca ouviram falar, enquanto 53,8% já ouviram falar, mas não sabem explicar.

Gráfico 7- Conhecimento sobre Nanopartículas Magnéticas: Pré-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

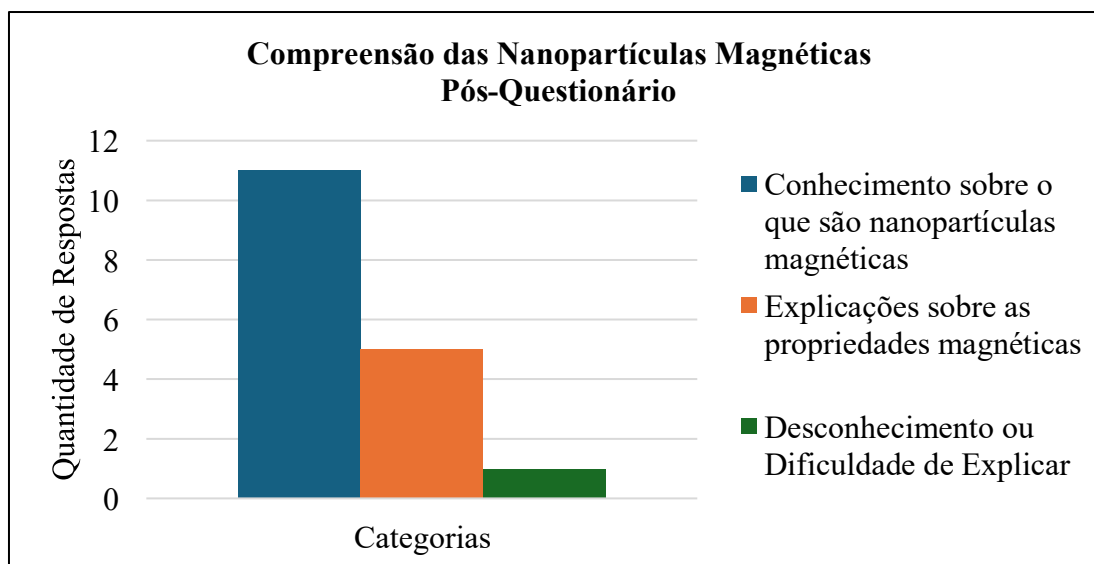
Esse resultado é coerente com os apontamentos de Silva et al. (2023), que destacam a escassa presença de conteúdos relacionados a propriedades magnéticas em escala nanométrica nos currículos do Ensino Médio. Apesar da importância das nanopartículas magnéticas (MNPs) em áreas como medicina, tecnologia ambiental e engenharia de materiais, elas ainda permanecem ausentes das práticas pedagógicas tradicionais. (Gubin, 2009; Lodhia et al., 2010).

Após a oficina (Gráfico 8), as respostas dos alunos sobre o que haviam aprendido e como explicariam as propriedades dessas partículas foram analisadas e agrupadas em três categorias principais. A primeira, *Conhecimento sobre o que são nanopartículas magnéticas*,

incluiu respostas que demonstraram algum entendimento conceitual, com menções à escala nanométrica e à relação com o magnetismo. A segunda, *Explicações sobre as propriedades magnéticas*, abrangeu os alunos que apresentaram descrições mais detalhadas, mencionando características específicas, como a interação com campos magnéticos ou aplicações tecnológicas. Por fim, a categoria *Desconhecimento ou Dificuldade de Explicar* reuniu respostas vagas, imprecisas ou que revelaram ausência de conhecimento sobre o tema.

Observou-se que 64,7% dos alunos foram capazes de apresentar respostas completas, mencionando o comportamento atrativo das partículas em contato com campos magnéticos, sua escala reduzida e o processo de síntese ao qual foram expostas durante a oficina. Outros 29,4% forneceram explicações parciais, fazendo referência, por exemplo, à "ação do ímã" ou a "partículas que se movem com magnetismo", embora sem aprofundamento conceitual. Apenas 5,9% dos participantes não conseguiram responder adequadamente ou demonstraram confusão conceitual. Vale destacar que algumas respostas se enquadraram em mais de uma categoria, pois alguns alunos combinaram elementos de explicações completas com exemplos práticos de aplicação, o que reforça a apropriação significativa do conteúdo trabalhado.

Gráfico 8- Conhecimento sobre Nanopartículas Magnéticas: Pós-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As respostas dos alunos A21 e A23 no pós-questionário evidenciam o avanço conceitual alcançado, revelando maior clareza sobre os processos de síntese e as aplicações das nanopartículas magnéticas em diferentes áreas, contudo a resposta do aluno A23 revela uma

compreensão parcial, embora mais simples e com limitações conceituais, a resposta mostra que o aluno assimilou a ideia central das propriedades magnéticas em escala reduzida.

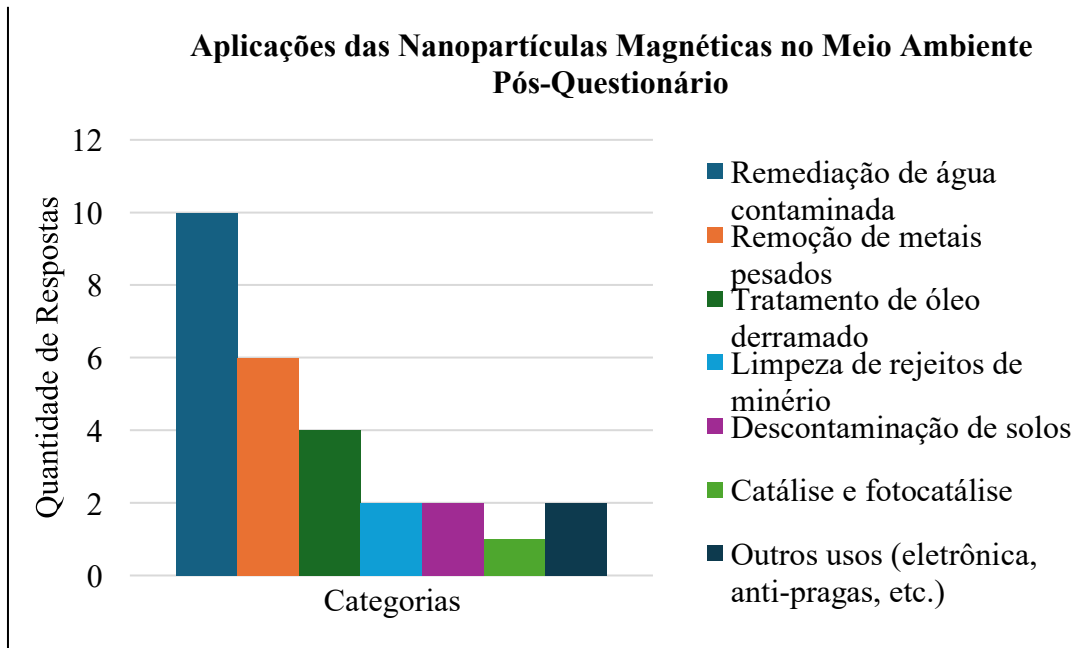
Aluno A21: “*A síntese de nanopartículas magnéticas é um processo que permite a produção de materiais com propriedades únicas, amplamente utilizados em diversas áreas, como medicina, meio ambiente e tecnologia*”

Aluno A23: “*Força magnética que se atraem dentro do campo magnético. São nanopartículas magnéticas opostas.*”

As respostas dos alunos à pergunta sobre a capacidade de citar exemplos de aplicação das nanopartículas magnéticas no meio ambiente após a oficina (Gráfico 9), evidenciou avanços nesse aspecto. As respostas dos alunos quanto às possíveis aplicações das nanopartículas magnéticas foram categorizadas em diferentes grupos temáticos, refletindo a variedade de usos atribuídos a essas partículas. A categoria mais recorrente foi *Remediação de água contaminada*, destacada por muitos participantes como uma aplicação central. Em seguida, surgem *Remoção de metais pesados* e *Tratamento de óleo derramado*, ambas apontadas como funções relevantes no contexto ambiental. A *Limpeza de rejeitos de minério* e a *Descontaminação de solos* também foram citadas, embora com menor frequência, revelando uma associação das nanopartículas com processos de recuperação ambiental. Algumas respostas mencionaram o uso em *Catálise e fotocatálise*, indicando o reconhecimento de seu papel em reações químicas específicas. Por fim, foram registradas aplicações variadas agrupadas na categoria *outros usos*, incluindo menções à eletrônica e ao controle de pragas, demonstrando que os alunos associaram as nanopartículas magnéticas a múltiplos contextos tecnológicos e industriais.

A compreensão dos alunos sobre as aplicações ambientais das nanopartículas magnéticas avançou significativamente ao longo da oficina. Entre as respostas, 37% citaram a remediação de água contaminada e 22,2% a remoção de metais pesados, ambos tópicos diretamente explorados na atividade experimental. Outros exemplos mencionados incluíram o tratamento de óleo derramado (14,8%), a limpeza de rejeitos de minério (7,4%) e a descontaminação de solos (7,4%). Aplicações menos frequentes apareceram nas áreas de catálise e fotocatálise (3,4%), além de outros usos (7,4%), como eletrônica e combate a pragas. Ressalta-se que essas porcentagens foram calculadas a partir do conjunto de respostas dos alunos, considerando que cada participante podia apontar mais de uma categoria.

Gráfico 9- Compreensão das aplicações das nanopartículas magnéticas no meio ambiente.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As respostas dos alunos evidenciam a diversidade de aplicações atribuídas às nanopartículas magnéticas após a oficina. O aluno A25 citou usos ligados à limpeza da água e ao tratamento de rejeitos de mineração, em consonância com as categorias mais recorrentes. O aluno A23 trouxe exemplos criativos relacionados ao cotidiano, ainda que com algumas imprecisões conceituais. Já o aluno A211 apresentou aplicações mais técnicas, como a remoção de contaminantes e o uso em memórias magnéticas de alta densidade, revelando maior apropriação do conteúdo. Esses exemplos mostram diferentes níveis de assimilação, do mais básico ao mais avançado.

Aluno A25: “*Sim, um exemplo é de que se pode usar para limpar a água e o rejeito de minério.*”

Aluno A23: “*medicamento que clareiam, camas que não molham e ante-pragas*”

Aluno A211: “*remoção de contaminantes de água e solos, eletrônica, memoria magnéticas de alta densidade*”

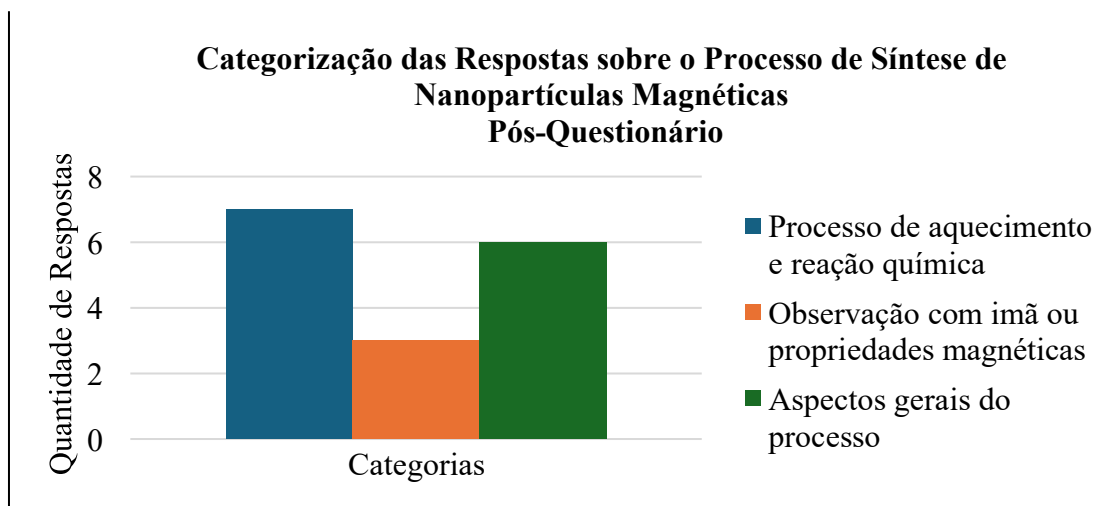
Esses dados revelam que a oficina proporcionou uma aprendizagem significativa, permitindo que os alunos relacionassem conceitos abstratos como magnetismo e nanopartículas a contextos reais, promovendo conexões entre ciência e sociedade. De acordo com Freire

(1996), o ensino eficaz se dá quando se criam condições para a produção ativa do conhecimento, e não apenas sua transmissão.

Além disso, os alunos foram questionados se saberiam descrever o processo de síntese de nanopartículas magnéticas realizado na oficina (Gráfico 10). As respostas foram categorizadas em três grupos principais. O primeiro, *Processo de aquecimento e reação química*, reuniu 43,8% das respostas e incluiu descrições mais detalhadas sobre as etapas de aquecimento dos reagentes e a formação das nanopartículas, demonstrando atenção aos procedimentos experimentais. O segundo grupo, *Observação com ímã ou propriedades magnéticas*, representou 18,8% das respostas e destacou o uso do ímã ou as propriedades magnéticas observadas nas partículas sintetizadas. O terceiro grupo, *Aspectos gerais do processo*, correspondeu a 37,5% e englobou explicações mais amplas, sem detalhamento técnico, mas que indicavam compreensão básica do experimento.

As porcentagens foram analisadas com base no universo de respostas, considerando que algumas respostas se enquadraram em mais de uma categoria. Esse resultado confirma que o uso de práticas experimentais favorece o aprendizado de conceitos complexos (Bezerra et al., 2020), ao permitir a vivência concreta de fenômenos invisíveis a olho nu.

Gráfico 10- Processo de Síntese de Nanopartículas Magnéticas: Pós-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As respostas dos alunos mostram diferentes níveis de compreensão sobre a síntese de nanopartículas magnéticas. O aluno A210 detalha com precisão os reagentes e etapas do processo, enquanto o A212 descreve de forma mais geral a reação e a formação do óxido de ferro. Já o A28 apresenta uma visão conceitual, destacando as propriedades únicas dos

materiais. Esses exemplos refletem que a maioria dos alunos focaram no processo de reação química, mas também abordando aspectos gerais e propriedades magnéticas.

Aluno A210: *“Nesta prática, utilizamos reagentes como sulfato ferroso heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), hidróxido de sódio (NaOH) e nitrato de sódio (NaNO_3) para promover a formação das nanopartículas.”*

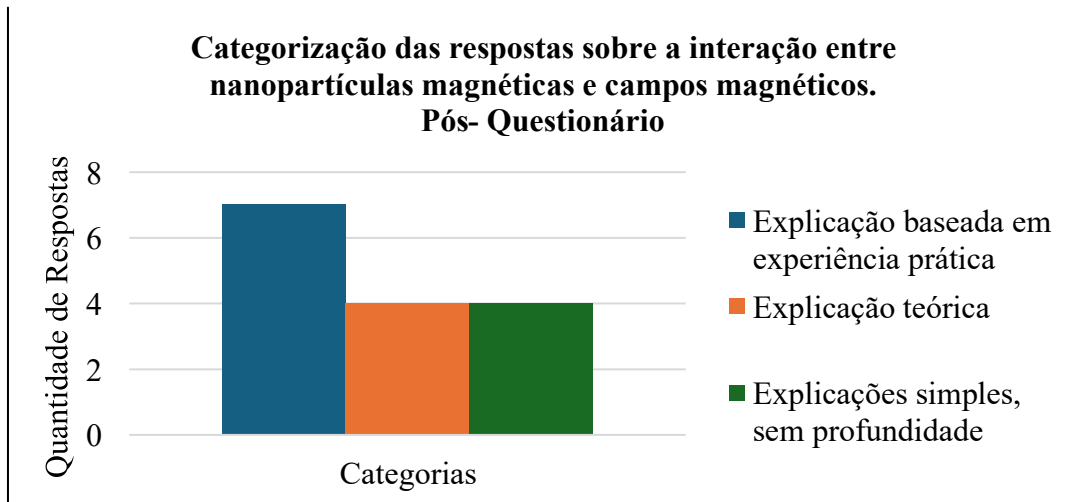
Aluno A212: *“quando os compostos químicos utilizado foram aquecidos eles formaram oxido de ferro, assim dando um precipitado curioso desses reagentes magnéticos depois de serem aquecido.”*

Aluno A28: *“A síntese de nanopartículas é um processo que permite a produção de materiais com propriedades únicas”*

Os alunos foram questionados sobre a interação entre as nanopartículas e os campos magnéticos (Gráfico 11). A partir das respostas categorizadas, observou-se que os alunos demonstraram diferentes níveis de compreensão conceitual. Considerando o universo de respostas, verificou-se que 46,7% apresentaram *explicações baseadas na experiência prática*, fazendo referência direta ao experimento realizado na oficina, especialmente à interação entre o ímã e as nanopartículas, como na observação do movimento das partículas ao serem atraídas. Outros 26,7% ofereceram *explicações de caráter mais teórico*, tentando descrever o fenômeno com base em conceitos científicos, como o superparamagnetismo, mesmo sem recorrer à vivência prática. Por fim, 26,7% deram *explicações simples e sem profundidade*, limitando-se a afirmar que o campo magnético “puxa as nanopartículas”, sem detalhar o processo ou utilizar termos técnicos.

Essa distribuição evidencia o impacto da atividade experimental na construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que revela a necessidade de reforçar aspectos conceituais mais aprofundados. Mais da metade dos estudantes utilizaram termos científicos como “campo magnético”, “atração” e “movimento orientado”, demonstrando apropriação do vocabulário técnico. Isso é essencial para o desenvolvimento da alfabetização científica, conforme defendido por Silva e Vilela (2019), sendo ainda mais eficaz quando o ensino é contextualizado com situações do cotidiano dos alunos, como destaca Chassot (2003), ao ressaltar que a aproximação entre ciência e realidade vivida é fundamental para uma educação científica crítica e significativa.

Gráfico 11- Nanopartículas magnéticas e campos magnéticos: Pós-questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As respostas que os alunos apresentaram mostram que compreenderam a interação entre nanopartículas magnéticas e campos magnéticos com diferentes níveis de profundidade. O aluno A212 e o A24 explicam o fenômeno com base na experiência prática, mencionando o direcionamento das partículas quando expostas a um campo magnético. Já a resposta do aluno A21 traz uma explicação mais teórica e detalhada, utilizando termos como “propriedades físicas e químicas” e “escalas nanométricas”.

Aluno A212: *“quando um campo magnético é aplicado as partícula se magnetizam as nanopartículas pode se agrupados ou direcionados. Assim como o imã atrai ou afasta o metal.”*

Aluno A24: *“Um campo magnético se aproxima, as nanopartículas criam energia e se magnetizam ficando agrupadas na direção do campo magnético”*

Aluno A21: *“As nanopartículas magnéticas (MNP) são materiais cujos grãos possuem dimensões na escala nanométrica. Elas apresentam propriedades físicas e químicas únicas, como o superparamagnetismo, quando um campo magnético é aplicado, as nanopartículas se magnetizam rapidamente e podem ser direcionadas ou agrupadas.”*

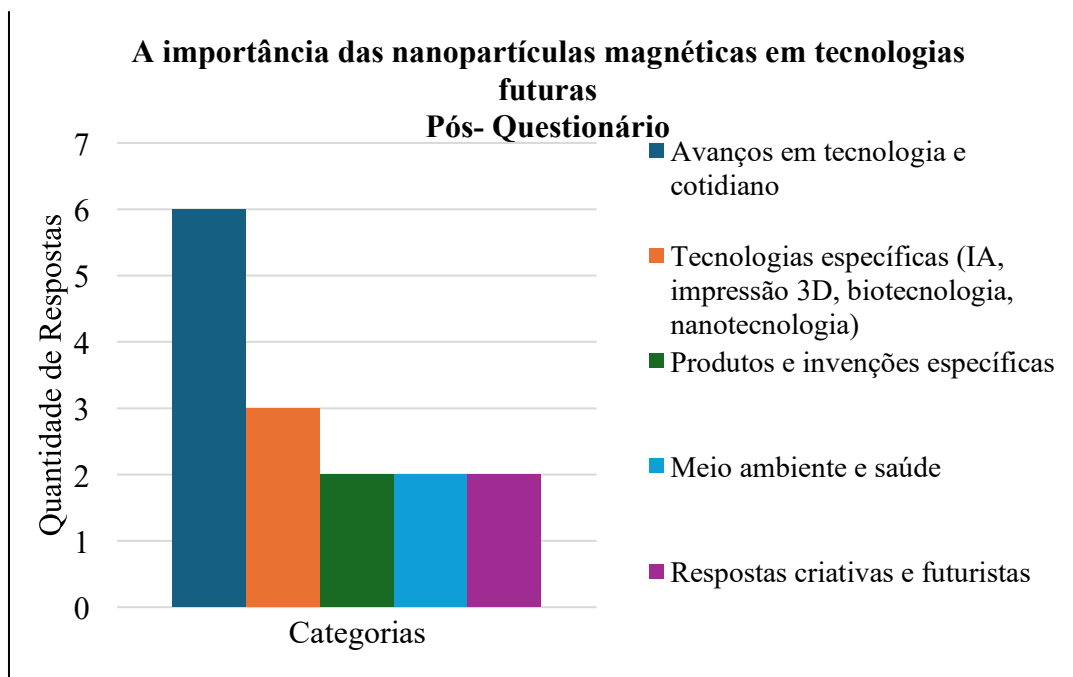
Essas respostas indicam uma forte presença do vocabulário técnico e científico nas respostas, contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização científica.

A respeito da importância das nanopartículas magnéticas (Gráfico 12), os alunos foram questionados sobre como descrevem sua relevância no contexto das tecnologias futuras. As

respostas foram agrupadas em cinco categorias. A mais recorrente foi *Avanços em tecnologia e cotidiano*, reunindo 40% das menções, que destacaram o potencial das nanopartículas para melhorar a vida das pessoas e impulsionar o desenvolvimento tecnológico em geral. Em seguida, *Tecnologias específicas* apareceu em 20% das respostas, conectando as nanopartículas a áreas emergentes como inteligência artificial, impressão 3D, biotecnologia e nanotecnologia.

Outros 13,3% dos estudantes relacionaram o tema a *Produtos e invenções específicas*, como celulares, carros e robôs, demonstrando capacidade de imaginar aplicações concretas. A mesma proporção (13,3%) foi observada em *Meio ambiente e saúde*, com associações a soluções ambientais e tratamentos médicos, refletindo um olhar mais socialmente engajado. Por fim, *Respostas criativas e futuristas* também corresponderam a 13,3%, trazendo ideias imaginativas, como tecnologias de teletransporte ou portas futuristas.

Gráfico 12- A relevância das nanopartículas magnéticas nas tecnologias futuras.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Essa diversidade de respostas, analisada com base no universo das respostas dos alunos, revelou um amadurecimento do pensamento crítico dos alunos, além de sua capacidade de articular conceitos científicos com cenários reais, futuros ou hipotéticos, evidenciando o impacto positivo da oficina na formação de visões mais amplas e multidisciplinares.

As diferentes percepções dos alunos reforçam a importância atribuída às nanopartículas magnéticas em contextos futuros. O aluno A25 mencionou tecnologias específicas, em

consonância com os conteúdos trabalhados em sala. O aluno A26 ampliou a reflexão, relacionando essas partículas às grandes evoluções da sociedade. Já o aluno A28 destacou seu potencial para melhorar o cotidiano, alinhando-se à categoria mais frequente do Gráfico 12 (avanços em tecnologia e cotidiano). Por fim, o aluno A22 trouxe exemplos voltados à medicina e ao meio ambiente, evidenciando a diversidade de interpretações e a capacidade dos estudantes de projetar aplicações em distintas áreas.

Aluno A25: *“IA, impressão 3D, biotecnologia e nanotecnologia vão ser usadas muito mais futuramente.”*

Aluno A24: *“Novas descobertas tecnológicas e próxima grande evolução na sociedade”*

Aluno A21: *“No futuro, com as nanopartículas magnéticas por ter esse avanço e melhorando a vida e o cotidiano de muitas pessoas.”*

Aluno A22: *“não sei ao certo mas, acho que vai ajudar muito nas coisas futuras tanto na tecnologias, no meio ambiente, na medicina...”*

Os dados evidenciam a eficácia da prática pedagógica baseada em experimentação com nanopartículas magnéticas, além disso, consolidam o papel das metodologias ativas como ferramentas essenciais no ensino de Química contemporâneo, permitindo ao aluno atuar como protagonista na construção do saber, como também enfatizam Oliveira e Andrade (2020), ao destacarem que estratégias centradas no estudante favorecem o desenvolvimento da autonomia, da responsabilidade e do pensamento crítico ao longo do processo de aprendizagem.

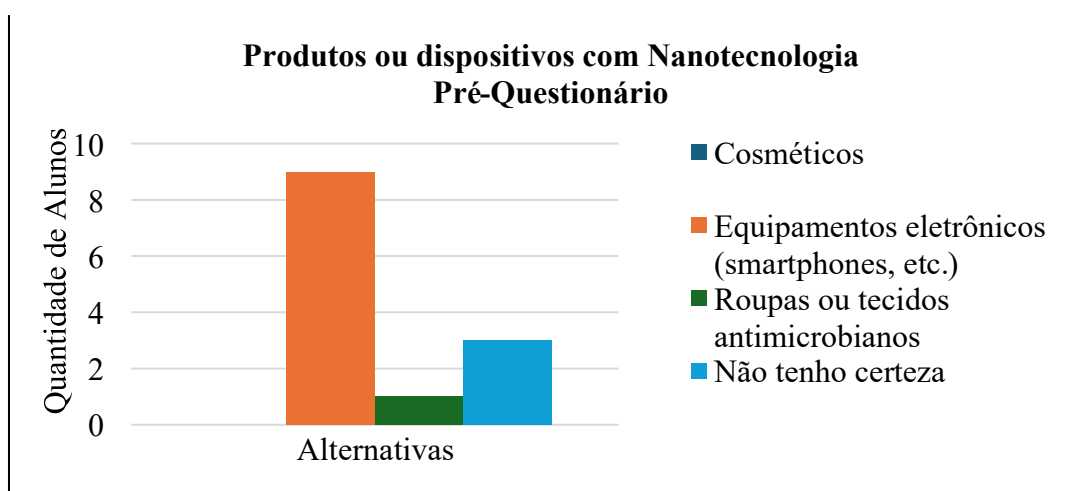
Esse protagonismo estudantil é fortalecido por abordagens que envolvem investigação e experimentação, conforme destacam Silva e Ferreira (2021), defendem que práticas baseadas em metodologias ativas promovem maior engajamento, autonomia e significância na aprendizagem de conteúdos complexos como os da nanotecnologia. Nesse sentido, autores como Moreira e Santos (2020) também apontam que a aprendizagem baseada em projetos e resolução de problemas contribui significativamente para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de aplicar conceitos científicos em contextos reais. De forma semelhante, segundo Costa et al. (2019), atividades experimentais envolvendo recursos inovadores, como as nanopartículas, favorecem uma aprendizagem mais significativa ao integrar teoria e prática. Já Pereira e Lima (2022) ressaltam que o uso de tecnologias emergentes

no ensino de Química estimula a curiosidade científica e fortalece a conexão dos alunos com temas de fronteira, como a nanotecnologia.

5.4 Conhecimento Prévio e Descobertas dos Alunos sobre Produtos com Nanotecnologia

Antes da oficina, os alunos foram questionados sobre produtos ou dispositivos com nanotecnologia já utilizados (Gráfico 13). A maioria (69,2%) indicou produtos eletrônicos, enquanto 7,7% citaram roupas ou tecidos especiais. Outros 23,1% afirmaram não saber ao certo, revelando incerteza quanto ao uso da nanotecnologia no cotidiano, e nenhum mencionou cosméticos, sugerindo menor percepção dessa aplicação.

Gráfico 13- Conhecimento sobre Produtos com Nanotecnologia: Pré-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise demonstra que, mesmo antes da oficina, alguns alunos já percebiam a presença da nanotecnologia em dispositivos do cotidiano, especialmente nos *eletrônicos e tecidos inteligentes*. Essa associação, embora muitas vezes intuitiva ou baseada em propagandas e informações superficiais, demonstra uma sensibilidade inicial à presença da nanotecnologia em bens de consumo, o que representa uma oportunidade didática promissora (Azevedo et al., 2020). Observações semelhantes foram feitas por Ribeiro et al. (2021), ao relatarem que estudantes reconheceram o termo “nanotecnologia” em produtos como esmaltes e em propagandas televisivas, demonstrando familiaridade inicial, ainda que superficial, com o tema.

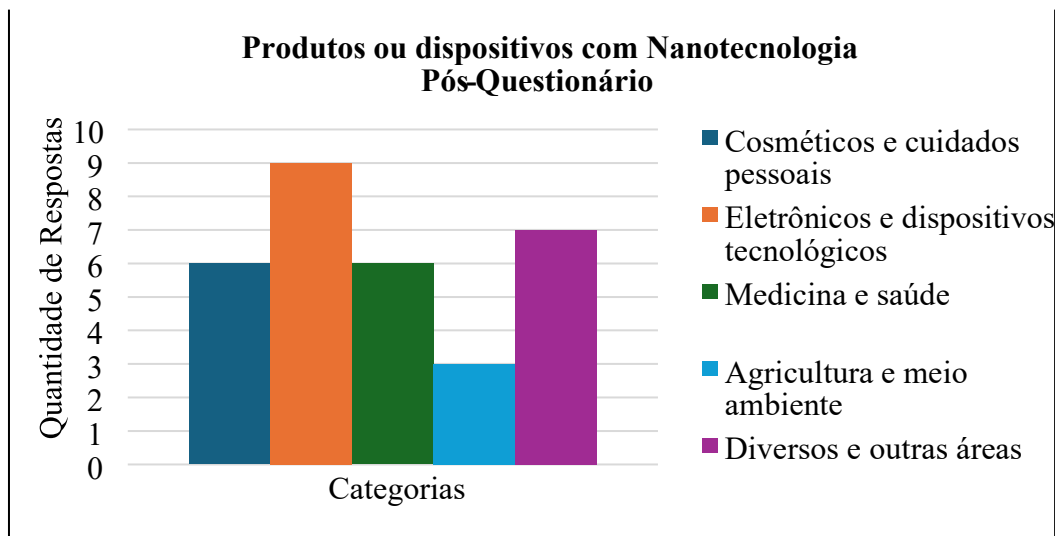
A expressiva marcação da opção “Não sei ao certo” (23,07%) indica que uma parcela dos estudantes consome produtos com nanotecnologia sem saber disso, o que reforça a

constatação de Mendonça et al. (2020), segundo os quais o uso cotidiano de materiais nanotecnológicos frequentemente não é acompanhado por uma compreensão técnica sobre suas propriedades e implicações.

Após a realização da oficina (Gráfico 14), os alunos demonstraram maior familiaridade e ampliação do repertório sobre produtos e dispositivos que utilizam nanotecnologia. As respostas foram organizadas em categorias temáticas.

As respostas dos alunos distribuíram-se em diferentes áreas de aplicação da nanotecnologia. *Eletrônicos e dispositivos tecnológicos* foram os mais citados, com 29%, incluindo celulares, chips e telas de TV. *Cosméticos e cuidados pessoais* e *Medicina e saúde* apareceram em 19,4% cada, com menções a protetores solares, maquiagens, medicamentos e sistemas de liberação controlada. *Agricultura e meio ambiente* representou 9,7%, destacando fertilizantes, pesticidas e filtros de água. Por fim, 22,6% das respostas reuniram aplicações diversas, refletindo tanto a variedade de possibilidades quanto a criatividade dos alunos.

Gráfico 14- Identificação de Produtos com Nanotecnologia: Pós-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

É importante destacar que esses dados foram analisados com base no universo de respostas dos alunos, e uma mesma resposta pôde ser categorizada em mais de uma área, considerando sua abrangência e complexidade.

As respostas individuais refletem essa diversidade de percepções adquiridas pelos estudantes após a oficina. O aluno A213, por exemplo, identificou como produtos com nanotecnologia os protetores solares, telas de TV e filtros de água, demonstrando

reconhecimento de itens comuns do cotidiano. Já o aluno A22 apresentou uma gama mais ampla de exemplos, citando a presença da nanotecnologia em celulares, maquiagem, medicina, agricultura, roupas e outros, evidenciando uma compreensão mais abrangente e multidisciplinar. Por sua vez, o aluno A27 mencionou chip, celular e medicamentos, relacionando a nanotecnologia a áreas da saúde e da tecnologia da informação.

Aluno A213: “ <i>Protetores solares, telas de TV, Filtros de água.</i> ”
Aluno A22: “ <i>No celular, maquiagem, na medicina, na agricultura, em roupas e outros...</i> ”
Aluno A27: “ <i>Chip, celular e medicamentos.</i> ”

Esse avanço evidencia que, após a oficina, os alunos passaram a reconhecer com mais clareza a nanotecnologia presente em seu cotidiano, superando a percepção vaga ou incerta que predominava no início. Como afirma Chassot (2003), aproximar a ciência do cotidiano do aluno é essencial para consolidar uma educação científica crítica e significativa.

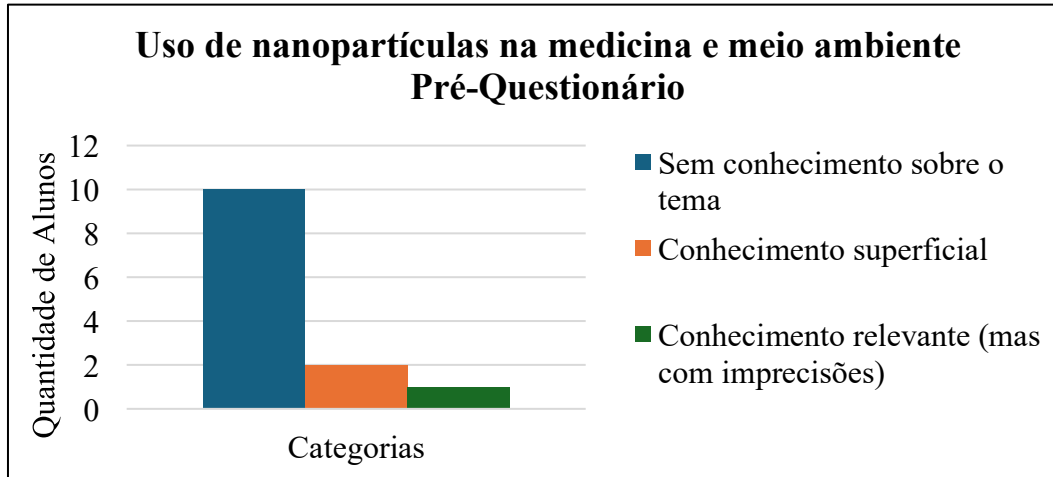
Além disso, esse tipo de reconhecimento vai ao encontro das competências gerais previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), que defendem a capacidade de identificar, analisar e aplicar conhecimentos científicos em diferentes contextos da vida pessoal e social. Os resultados dessa etapa do questionário confirmam que o uso de metodologias ativas como a experimentação aliada à contextualização é eficaz para despertar o interesse, ampliar o repertório científico dos alunos e promover uma alfabetização tecnológica consciente.

5.5 Aplicações da Nanotecnologia na Medicina e no Meio Ambiente

Antes da intervenção, buscou-se verificar se os alunos sabiam sobre o uso de nanopartículas na medicina e no meio ambiente (Gráfico 15). As respostas foram organizadas em três categorias de compreensão: a primeira, *sem conhecimento sobre o tema*, inclui os alunos que nunca ouviram falar do assunto ou demonstraram incerteza; a segunda, *conhecimento superficial*, reúne aqueles que mencionaram o tema de forma vaga ou imprecisa; e a terceira, *conhecimento relevante (ainda que com imprecisões)*, contempla os que tentaram explicar o uso das nanopartículas na medicina ou no meio ambiente com certo nível de detalhamento, mesmo que com erros conceituais.

Os dados revelaram que com base no universo total de alunos participantes 76,9% se enquadraram na categoria sem conhecimento, 15,4% apresentaram conhecimento superficial e apenas 7,7% demonstraram conhecimento relevante, ainda que com imprecisões.

Gráfico 15- Uso de Nanopartículas na Medicina e no Meio Ambiente: Pré-Questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

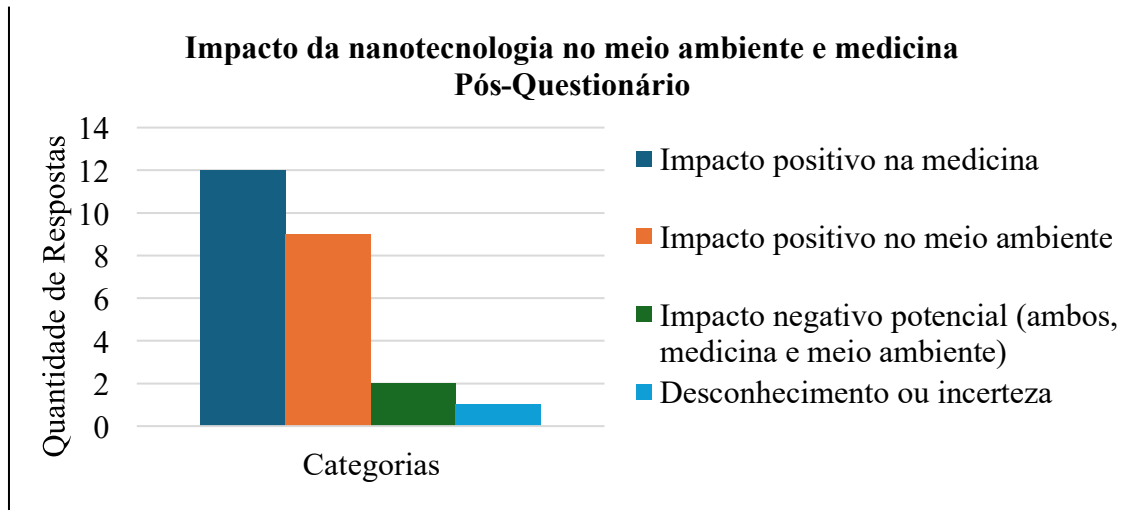
As evidências apontam que os conteúdos sobre nanotecnologia ainda são raramente abordados no currículo regular do Ensino Médio (Bassoto, 2011; Silva, 2023). A ausência de discussão sobre os impactos positivos da nanotecnologia nas áreas médica e ambiental compromete a formação científica dos estudantes, especialmente quando se leva em consideração a relevância atual do tema para os avanços tecnológicos sustentáveis. Nesse contexto, Alves, Nogueira e Fenner (2023) observam que a temática da nanobiotecnologia é raramente tratada nos materiais didáticos da educação básica, o que reforça a necessidade de sua inclusão sistemática no ensino de Ciências, sobretudo no Ensino Médio.

Posteriormente à oficina, os alunos foram questionados se a nanotecnologia poderia ter um impacto significativo na medicina e no meio ambiente (Gráfico 16), notou-se um avanço, possibilitando categorização das respostas em quatro grupos, contemplando percepções positivas, negativas ou de incerteza, as porcentagens foram calculadas com base no universo total de respostas dos participantes.

As respostas dos alunos distribuíram-se em quatro categorias. *Impacto positivo na medicina* foi a mais citada, com 50%, destacando benefícios da nanotecnologia em tratamentos e medicamentos. Em seguida, *impacto positivo no meio ambiente* apareceu em 37,5%, com menções à purificação da água, redução do consumo de energia e práticas sustentáveis. Já

impacto negativo potencial, com 8,3%, refletiu percepções de riscos à saúde e ao ambiente, apesar dos avanços tecnológicos. Por fim, *desconhecimento ou incerteza* reuniu 4,2% dos estudantes, que declararam não ter opinião formada sobre o tema.

Gráfico 16- Impacto significativo da nanotecnologia no meio ambiente e medicina.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Essas respostas individuais revelam um avanço no nível de compreensão dos estudantes quanto aos impactos da nanotecnologia nas áreas médica e ambiental após a realização da oficina. O aluno A23 evidencia uma percepção positiva e abrangente dos impactos. O aluno A22 afirmou a contribuição da nanotecnologia, sugerindo uma compreensão ampliada das suas possibilidades nas áreas da saúde e da sustentabilidade. Já o aluno A24 reconheceu a nanotecnologia como uma prova da evolução tecnológica, mencionando seu potencial na cura de doenças como o câncer e na purificação de águas poluídas. Por fim, o aluno A210 trouxe uma reflexão crítica ao afirmar que, apesar dos possíveis impactos negativos na cadeia alimentar dos peixes, a nanotecnologia também pode contribuir significativamente para o aprimoramento na fabricação de medicamentos.

Aluno A23: “*Sim, para melhorar de forma extrema nesses lugares*”

Aluno A22: “*Sim, melhorando e avançando ainda mais os medicamentos e as coisas no meio ambiente*”

Aluno A24: *“É uma prova da evolução tecnológica, podemos achar meios para curas de doenças como câncer ou purificação de águas poluídas.”*

Aluno A210: *“Sim, pode impactar na cadeia alimentar dos peixes mas também na melhora de fabricação de medicamentos.”*

Os dados analisados evidenciam o impacto positivo da abordagem pedagógica empregada na oficina, especialmente por meio da experimentação com nanopartículas magnéticas e das discussões interdisciplinares promovidas. Os alunos conseguiram compreender a relação entre as propriedades dos nanomateriais e suas aplicações concretas na medicina e na sustentabilidade ambiental. De acordo com Melo et al. (2023), as nanopartículas têm sido utilizadas com eficácia crescente em terapias contra o câncer, liberação inteligente de fármacos e diagnóstico precoce de doenças. Paralelamente, autores como Rodrigues (2017) e Silva et al. (2017) destacam o uso de nanomateriais para a biorremediação de ambientes contaminados, filtragem de águas residuais e produção de embalagens biodegradáveis.

A oficina, portanto, proporcionou não apenas uma alfabetização científica, mas também uma sensibilização ética e ambiental sobre as potencialidades e responsabilidades associadas ao uso da nanotecnologia. Essa abordagem está diretamente alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), que orienta o desenvolvimento da capacidade de aplicar o conhecimento científico para propor soluções a problemas contemporâneos, considerando suas implicações sociais, ambientais e econômicas.

O resíduo gerado na síntese das nanopartículas magnéticas de magnetita (Fe_3O_4) foi tratado como resíduo químico inorgânico contendo metais. Após a reação, a suspensão foi neutralizada até pH neutro (6–8) e as nanopartículas foram separadas magneticamente, armazenadas em frasco identificado e encaminhadas para o sistema institucional de coleta de resíduos químicos perigosos, evitando o descarte no esgoto. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2016), os nanomateriais devem ser tratados como resíduos perigosos, pois podem apresentar comportamento ambiental distinto dos materiais convencionais, com risco de contaminação do solo e da água.

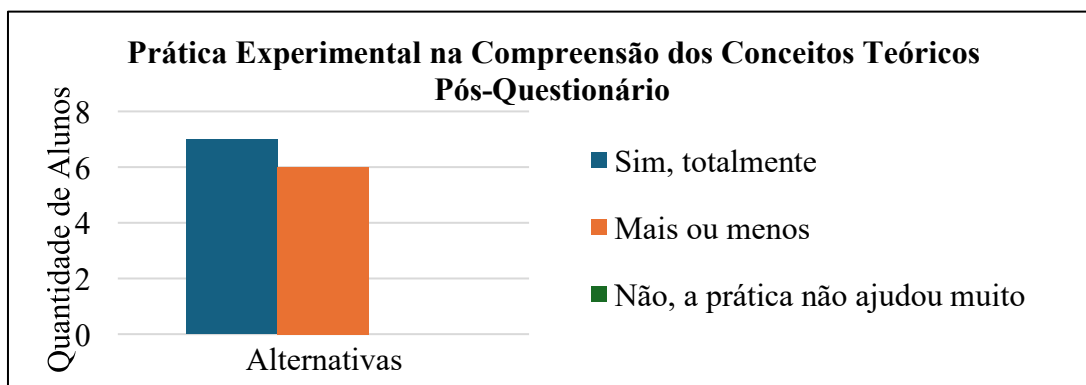
5.6 Avaliação da Oficina: Experiência com práticas experimentais e aprendizado

A avaliação da oficina foi realizada com base nas respostas às perguntas do pré e pós-questionário, que buscavam identificar o impacto da prática experimental na percepção e no aprendizado dos estudantes.

O questionamento sobre experiências prévias em laboratório revelou que 100% dos alunos nunca haviam participado de práticas experimentais, reforçando o caráter inédito da oficina. Este dado evidencia uma realidade comum em muitas escolas públicas brasileiras, pois há ausência de práticas experimentais como parte da rotina pedagógica (Moran 2000; Ferreira 2024). A falta de infraestrutura laboratorial (Almeida et al, 2010), aliada à insegurança de alguns docentes (Gomes; Costa, 2022), acaba por restringir o contato dos alunos com a prática científica, comprometendo o desenvolvimento do pensamento investigativo.

Após a oficina (Gráfico 17), 53,8% dos alunos afirmaram que a prática experimental os ajudou a compreender melhor o conteúdo, enquanto 46,1% disseram que ela contribuiu apenas em parte, ainda deixando algumas dúvidas. Nenhum participante considerou que a atividade não tenha ajudado. Isso demonstra que a metodologia ativa adotada na oficina estabeleceu a ligação entre teoria e prática de maneira concreta, conforme preconizado por Silva e Vilela (2019).

Gráfico 17- Impacto da Prática Experimental na Compreensão dos Conceitos Teóricos.

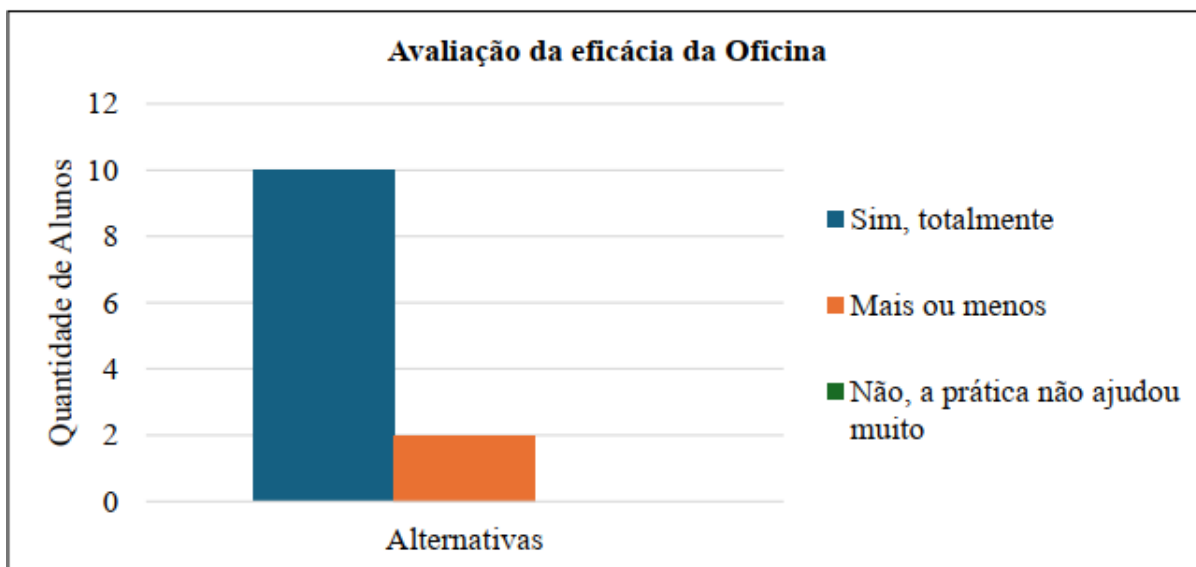


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Avaliando eficácia da oficina no processo de aprendizagem (Gráfico 18), os resultados obtidos demonstraram que 76,9% dos estudantes marcaram a alternativa A – Foi muito eficaz e gostei da combinação entre teoria e prática, enquanto 15,4% assinalaram a

alternativa B – Foi útil, mas poderia ser mais aprofundada. Nenhum aluno escolheu a opção C – Não, a prática não ajudou muito.

Gráfico 18- Avaliação da Eficácia da Oficina: Atividades Práticas e Teoria.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Esses números confirmam o sucesso da proposta pedagógica e reforçam a importância de se incorporar oficinas temáticas ao ensino de Química, como defendem Marcondes (2008) e Mendonça, Soares e Pastoriza (2024). A articulação entre conteúdo teórico e atividade experimental, especialmente com um tema contemporâneo como a síntese de nanopartículas magnéticas, contribuiu diretamente para o desenvolvimento do protagonismo estudantil, da curiosidade científica e do raciocínio crítico.

Além disso, os resultados estão em consonância com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), que orienta que os estudantes devem ser capazes de investigar situações-problema, aplicar conhecimentos científicos e comunicar suas conclusões em contextos reais. A oficina, ao atender a esses critérios, demonstrou ser uma estratégia metodológica eficiente para potencializar o aprendizado e tornar o ensino de Química mais atrativo, acessível e conectado às demandas contemporâneas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como proposta aplicar uma prática pedagógica voltada para a síntese de nanopartículas magnéticas, com o objetivo de facilitar a compreensão da nanociência no contexto do Ensino Médio. A partir da realização de uma oficina experimental, foi possível proporcionar aos estudantes uma vivência prática e significativa dos conteúdos químicos, abordando temas como escala nanométrica, propriedades magnéticas e aplicações tecnológicas das nanopartículas.

Os resultados obtidos por meio dos questionários aplicados antes e após a oficina evidenciam avanços na compreensão dos alunos, tanto conceitualmente quanto em termos associados a sua aplicação. A prática intervenção que envolveu a aula teórica com a cartilha e a prática experimental permitiu tornar mais concretos conceitos abstratos da Química, além de fomentar discussões interdisciplinares e contextualizadas com o cotidiano e os desafios da sociedade contemporânea.

A pesquisa também reforça a importância da experimentação como estratégia didática, especialmente quando associada a temas inovadores, acessíveis e de relevância social. A oficina sobre nanopartículas magnéticas mostrou-se uma alternativa eficaz para promover o protagonismo estudantil, estimular o pensamento crítico e despertar a curiosidade científica.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a abordagem prática com foco na nanociência representa uma estratégia pedagógica viável, atrativa e alinhada às diretrizes da BNCC. Este trabalho, portanto, contribuiu para a valorização de metodologias ativas e interdisciplinares no ensino de Química, incentivando uma formação mais crítica, reflexiva e conectada com as transformações científicas e tecnológicas do século XXI.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. R. S.; SANTOS, F. P. L.; SILVA, J. S. O ensino e aprendizagem de química na percepção dos estudantes do ensino médio. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2010.
- ALVES, E. A.; NOGUEIRA, A. A.; FENNER, D. S. **Nanobiotecnologia e livros didáticos de Ciências e Biologia**: um estudo bibliográfico. 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/263053>. Acesso em: 6 ago. 2025.
- AZEVEDO, Flávia de Lima Silva et al. A nanotecnologia no ensino de Química: desafios e possibilidades. **Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 143–158, 2020.
- BASSOTO, Gabriela Viana. **Nanotecnologia**: uma investigação fundamentada na educação pela pesquisa se refletindo na formação de professores e no ensino de química. 2011. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BERGER, Carol de Souza. **O ensino da nanotecnologia via metodologias ativas**: nanociência por meio de uma abordagem colaborativa. [s. l.]: [s. n.], 2020.
- BEZERRA, T. P. W.; BANDEIRA, A. R. G.; LIMA, S. H. P.; ANDRADE, P. L. de. A nanotecnologia aplicada ao desenvolvimento de fármacos: revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. 1-11, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. v. 2. Brasília, DF: MEC/SEB, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – A base**, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 01 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 06 jan. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de implementação do novo Ensino Médio**, 2018. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/#!/guia>. Acesso em: 01 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei 9.394/96. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil/_03/leis/9394.htm. Acesso em: 01 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Altera a Lei nº 9.394/1996 e estabelece a reformulação do Ensino Médio**. Brasília, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm. Acesso em: 06 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia**. V.2, 2006. Brasília: Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica. Disponível em: Acesso em: set. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec, 1999. Disponível em: Acesso em: set. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRITO, A. N. C.; GALANTE, D.; GARCIA, J. L. Nanotecnologia: conceitos, histórico e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 10, p. 2085-2090, 2012.

CAETANO, Lara. Adsorção de ofloxacino em coluna de leito fixo através de nanotubos de carbono funcionalizados e sintetizados via rota verde. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 32., 2024, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: UNICAMP, 2024.

CAMPOS, João Paulo. **Nanotecnologia e evolução da ciência: uma abordagem para alunos do Ensino Médio**. 2016. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

CARNIEL, B. F. **Avaliação de impactos ambientais e sociais do uso da nanotecnologia na agricultura: uma proposta metodológica**. 2013. 240 f. Dissertação (Mestrado em Multidisciplinar) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 2005. (Coleção Formação de Professores).

CHAVES, Élison P.; MORTE, G. R. S. B.; CABRAL, W. A. A experimentação no ensino de química e a promoção dos níveis do conhecimento químico. **Educação em Foco**, v. 29, n. 1, p. 1-18, 2024.

COSTA, Mariana R.; ALMEIDA, José F.; SOUZA, Carla T. Nanotecnologia no ensino médio: uma abordagem experimental para o ensino de Química. **Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 45–60, 2019.

COSTA, Thaynara Regina de Souza. **O ensino de química a partir da nanotecnologia: uma proposta didática para o ensino médio**. Instituto Federal do Espírito Santo – Vila Velha, 2023.

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

DELAMUTA, B. H.; CAVALCANTE, K. L. e ASSAI, N. D. D. S. Uma proposta de sequência didática utilizando a abordagem dos três momentos pedagógicos para o ensino de cinética química. **Diálogo e Interação**, v. 12, n. 1, p. 173-190, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

FERREIRA, Juliana Balbina Gomes. **Experimentação no ensino de Química**: formação acadêmica pelo viés do ensino prático. 2024. 11f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, D. S. et al. Nanotecnologia e suas aplicações: o que esperar para o futuro. **Científica da UNICEP**, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 45-56, 2023.

GERHARD, Ana Cristina et al. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

GOMES, Pedro Henrique Silva; COSTA, Francisco Ernandes Matos. Dificuldades no ensino aprendizagem de Química: estudo de caso no 2º ano do ensino médio. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 16, n. p. 1-9, 2022.

GUBIN, S. P. **Magnetic Nanoparticles**. 1. ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEITE, F.; FERREIRA, M.; RÓZ, A.; OLIVEIRA, O. **Nanociência & Nanotecnologia**: Princípios e Aplicações (Grandes Áreas da Nanociência e suas Aplicações). 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

LEITE, Rosana Franzen; RITTER, Olga Maria Schimidt. Algumas representações de ciência na BNCC–Base Nacional Comum Curricular: área de Ciências da Natureza. **Temas & Matizes**, v. 11, n. 20, p. 1-7, 2017.

LIMA, Jonathan Dias de. **Desenvolvimento de nanopesticidas baseados em nanopartículas de carbono (C-dots)**. 2025. 100f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2025.

LODHIA, J.; et al. Development and use of iron oxide nanoparticles (part 1): Synthesis of iron oxide nanoparticles for MRI. **Biomedical Imaging and Intervention Journal**, v.6, n.2, p. 1-11, 2010.

MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em Extensão**, v. 7, 2008.

MARCONDES, M.E.R.; TORRALBO, D.; LOPES, E.S.L.; SOUZA, F.L.; AKAHOSHI, L.H.; CARMO, M.P.; SUART, R.C.; MARTORANO, S.A.A. **Oficinas temáticas no ensino público**: formação continuada de professores. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARTINS, Rafael dos Santos. **Uma proposta de experimento a ser aplicado no ensino de Química utilizando a temática da nanociência e da nanotecnologia**. 2024. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, Sousa, 2024.

MEDEIROS, M. L. A. C.; ALMEIDA, A. S.; SANTOS, A. F. A falta de interesse dos alunos pelo estudo da Química. **Revista de Educação Química**, v. 12, n. 2, p. 21-34, 2023.

MEDINA, Brayan. **Síntese mecanoquímica e caracterização de óxidos magnéticos de ferro e cobalto recobertos com sílica**: estrutura tipo coreshell. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Apucarana, 2017.

MELO, Amanda Ferreira de et al. Nanotecnologia: conceitos, aplicações e implicações. **Revista Foco**, v. 13, n. 1, p. 160–177, 2020.

MELO, Andressa Cavalcante et al. A experimentação no ensino de Química: percepções de residentes pedagógicos sobre sua aplicação e desafios nas escolas-campo. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Portugal, v. 17, n. 3, p. 01–18, 2025

MENDONÇA, Roger Bruno de; SOARES, Alessandro Cury; PASTORIZA, Bruno dos Santos. **Estratégias de divulgação científica no ensino de Química**: um estudo de revisão acerca das oficinas temáticas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2024. Trabalho apresentado no 43º Encontro Nacional de Química (43EDEQ), 2024.

MORAES, A.; KUNZ, A. Nanotecnologia: impactos éticos e sociais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 30-45, 2019.

MOREIRA, Ana L.; SANTOS, Bruno H. Metodologias ativas no ensino de ciências: promovendo o pensamento crítico através da aprendizagem baseada em projetos. **Cadernos de Educação, Pelotas**, v. 25, n. 2, p. 78–94, 2020.

MOURA, S. S.; SANTOS, F. A.; LIMA, R. C. Estratégias lúdicas no ensino de química para alunos do ensino fundamental em escolas públicas. **Brasileira de Ensino de Ciências**, n. 39(4), e9526, 2022.

MPB, Movimento Pela Base. **Monitoramento da implementação do Novo Ensino Médio**, 2021. Disponível em: <https://movimentopelabase.org.br/acontece/bnccmonitoramento-daimplementacao-do-novo-ensino-medio/>. Acesso em 01 set. de 2024.

NOGUEIRA, D. C. S.; MOURA, M. R. de. Aplicações de nanobiossensores na indústria de alimentos. **Higiene Animal**, Fortaleza, v. 18, n. 1, p. 25-36, 2024.

OLIVEIRA, Carla Patrícia da Conceição Silva. **Percepção de professores de Química sobre a implementação do Novo Ensino Médio**. 2022. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Barreiros, Barreiros, 2022.

OLIVEIRA, Júlia M.; ANDRADE, Felipe R. Protagonismo discente e inovação pedagógica no ensino de Química: um estudo com metodologias ativas. **Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 22–37, 2020.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Nanomaterials in Waste Streams: Current Knowledge on Risks and Impacts**. OECD Publishing, Paris, 2016.

PASCHOALINO, M. P.; MARCONE, G. P. S.; JARDIM, W. F. Os nanomateriais e a questão ambiental. **Química Nova**, v. 33, n. 2, p. 421–430, 2010.

PEREIRA, Luciana G.; LIMA, Marcos V. Tecnologias emergentes e ensino de Química: desafios e possibilidades para a educação científica. **Revista Ciência & Ensino, Belo Horizonte**, v. 10, n. 1, p. 15–30, 2022.

PEREIRA, N. M. S. **Desenvolvimento de nanopartículas magnéticas para aplicações biomédicas**. 2012. Relatório final de projeto/estágio (Mestrado em Tecnologia Biomédica) – Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2012.

RIBEIRO, V. M. et al. Obtenção de nanopartículas magnéticas utilizando materiais do cotidiano: síntese, caracterização e abordagem didática para o ensino médio. **Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 1–18, 2021.

RODRIGUES, Celio Lucas Valente. **Estudo de nanopartículas magnéticas para aplicações biomédicas**. 2024. 133f. Tese (Doutorado em Física) – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, 2024.

RODRIGUES, Isabel Nader. **A dimensão educativa da nanotecnologia: contribuições para a formação cidadã na Educação Básica**. 2017. 258 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

RODRIGUES, Kacielly Lima. **Produção e análise do comportamento de um "ferrofluido" sob a influência de um campo magnético e sua aplicação no ensino de Física**. 2025. 12f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Estadual do Piauí, Campus Poeta Torquato Neto, Teresina, PI, 2025.

SANTOS, Franckson Silva; BRANDÃO, Eliel Guimarães. Principais dificuldades e a falta de contextualização para o ensino de química. **Ciências Humanas e Sociais**, v. 10, n. 1, p. 01–12, 2024.

SILVA, A. A.; FERREIRA, C. M. S. Metodologias ativas no ensino de Química: reflexões sobre uma prática investigativa no ensino médio. **Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1–24, 2021.

SILVA, A. J. de J.; EGAS, V. S. D. S. Percepção da importância do uso de atividades experimentais na aprendizagem de química de um grupo de estudantes concluintes do ensino médio em uma escola pública em Tefé/AM. **Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, p. 209-234, 2022.

SILVA, E. A. B.; KRUGER, V. A evolução histórica do ensino de Química e suas metodologias experimentais. **Pesquisa Educacional**, v. 15, n. 1, p. 67-80, 2023.

SILVA, Tatiane R.; FERREIRA, Lucas M. A importância das metodologias ativas na aprendizagem significativa em Química. **Educação, Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 101–115, 2021.

STATNANO. Página inicial. StatNano. Disponível em: <https://statnano.com/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOMA, H. E.; ARAKI, K.; **Ciência Hoje** 2005, 217, 2005.

TOMA, Henrique. **O mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

VALLE, Paulo Roberto Dalla; FERREIRA, Jacques de Lima. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, v. 41, p. e49377, 2025.

VEIGA, Itamar Soares. A tecnologia na vida cotidiana e nas instituições: Heidegger, Agamben e Sloterdijk. **Cadernos IHU Ideias**, São Leopoldo: Instituto Humanitas Unisinos – IHU, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, ano 17, n. 287, 2019.

APÊNDICE A- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAPÁ - UEAP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OFICINA DE NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO CINÉTICA QUÍMICA E ESTEQUIOMETRIA COM NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Pesquisador: NATALIA EDUARDA DA SILVA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 84319524.5.0000.0211

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO AMAPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.408.476

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto direcionado ao ensino de química com abordagem dos conceitos voltados para nanociências. Em particular, propõe-se a exploração da cinética química e da estequiometria com partículas nanomagnéticas.

Objetivo da Pesquisa:

Propõe-se o desenvolvimento e a implementação de práticas voltadas para a exploração da cinética química e da estequiometria com nanopartículas objetivando-se a compreensão e a aplicação de conceitos para discentes do 2º ano do Ensino Médio. Assim, pretende-se a integração do estudo da nanociência e nanotecnologia ao ensino de química.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

É apresentada uma lista de riscos e benefícios. Estas contemplam questões de manuseio de reagentes químicos, queimaduras, cortes e exposição a nanopartículas. Ainda, são apresentadas medidas de mitigação, elencando-se (1) o uso de equipamentos de proteção individual, ambiente laboratorial adequado a exemplo de (2) sistema de ventilação, (3) treinamento para discentes enfatizando as normas de manuseio corretas de substâncias químicas e a supervisão constante de técnicos de laboratório. Sobre os benefícios, cita-se (1) a melhoria no ensino de química, (2) um maior engajamento discente, (3) o desenvolvimento de habilidades práticas, (4) a introdução à nanociência e à nanotecnologia, (5) a promoção do

Endereço: Rua Tiradentes, 284 Centro | CEP: 68900-098 Macapá - AP
Bairro: Centro **CEP:** 68.902-865
UF: AP **Município:** MACAPA
Telefone: (96)9911-6981 **E-mail:** cep@ueap.edu.br

Continuação do Parecer: 7.408.476

pensamento crítico e analítico e (6) a integração do conhecimento interdisciplinar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa de relevância para o ensino de química e que corrobora a importância de conceitos atuais, a exemplo da nanotecnologia.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram ajustados aos moldes necessários.

Recomendações:

O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Esclarecimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram adequados e descrevem os riscos e suas mitigações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conclui-se que o projeto de pesquisa submetido para a apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa foi ajustado às recomendações. Os termos apontados no primeiro parecer foram contemplados e não há mais pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2442946.pdf	20/02/2025 21:31:12		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCC_LIVIA_PROJETO.pdf	20/02/2025 21:30:34	NATALIA EDUARDA DA SILVA	Aceito
Outros	CARTA_ANUENCIA.pdf	20/02/2025 21:30:16	NATALIA EDUARDA DA SILVA	Aceito
Outros	TALE_LIVIA_25.docx	20/02/2025 21:29:32	NATALIA EDUARDA DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_LIVIA_25.docx	20/02/2025 21:28:49	NATALIA EDUARDA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_ROSTO_TCC_LIVIA_assinado.pdf	28/10/2024 10:56:32	NATALIA EDUARDA DA SILVA	Aceito
Outros	Questionario_LIVIA.pdf	20/10/2024 23:34:38	NATALIA EDUARDA DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Rua Tiradentes, 284 Centro | CEP: 68900-098 Macapá - AP

Bairro: Centro CEP: 68.902-865

UF: AP Município: MACAPA

Telefone: (96)9911-6981

E-mail: cep@ueap.edu.br

UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO AMAPÁ - UEAP



Continuação do Parecer: 7.408.478

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACAPA, 25 de Fevereiro de 2025

Assinado por:
ANGELA DO CEU UBAIARA BRITO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Tiradentes, 284 Centro | CEP: 68900-098 Macapá - AP
Bairro: Centro **CEP:** 68.902-865
UF: AP **Município:** MACAPA
Telefone: (95)9911-6281 **E-mail:** cep@ueap.edu.br

APÊNDICE B- TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que será em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do(a) pesquisador(a) responsável.

Título da Pesquisa: OFICINA DE NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: Explorando Cinética Química e Estequiometria com Nanopartículas Magnéticas.

Pesquisadora responsável: Lívia Moraes de Oliveira
Contato: (96) 99184-3335 E-mail: moraeslivia663@gmail.com

A pesquisa busca desenvolver uma oficina prática focada na síntese de nanopartículas magnéticas, visando facilitar a compreensão de conceitos desafiadores como cinética química e estequiometria entre alunos do segundo ano do ensino médio. O objetivo geral será conectar os conteúdos de Química ao cotidiano dos estudantes, proporcionando uma abordagem mais objetiva que favoreça o entendimento dos temas abordados.

O trabalho será realizado na Escola Estadual Professora Maria Cristina Botelho Rodrigues, na Av. Oito de Agosto, Porto Grande - AP, 68997-000, os riscos associados à atividade prática de síntese de nanopartículas magnéticas em sala de aula são mínimos, pois envolvem a manipulação de materiais e equipamentos simples e de uso cotidiano no ambiente escolar, como soluções aquosas e utensílios básicos. Para garantir a segurança e o bem-estar dos participantes, serão adotadas as seguintes estratégias de mitigação:

1. Instruções claras: Antes do início da atividade, todos os participantes receberão orientações detalhadas sobre cada etapa do procedimento, com explicações específicas para o manuseio correto e seguro dos materiais.
2. Uso de proteção básica: Mesmo sendo realizada em sala de aula, será incentivado o uso de equipamentos de proteção básica, como luvas descartáveis e avental, para evitar contato direto com os reagentes.
3. Supervisão contínua: O professor responsável acompanhará de forma constante a realização da atividade, monitorando todas as etapas e intervindo sempre que necessário.
4. Materiais de baixo risco: Os reagentes e equipamentos utilizados foram selecionados por serem de fácil manuseio e apresentarem baixo risco, minimizando a probabilidade de acidentes ou desconfortos.
5. Apoio imediato: Em caso de qualquer incidente, os participantes terão acesso imediato ao suporte necessário, com orientações para primeiros socorros e assistência para a resolução de imprevistos.

Durante a realização da atividade prática em sala de aula, caso algum participante se sinta desconfortável ou constrangido(a), serão adotadas estratégias para mitigar essa situação, garantindo um ambiente inclusivo, acolhedor e respeitoso. Os participantes terão a liberdade de escolher as atividades com as quais se sentem mais confortáveis, podendo optar por funções alternativas, como registrar observações ou organizar os materiais, sem qualquer prejuízo ao aprendizado. Além disso, o trabalho será realizado em equipe, promovendo a colaboração e o apoio mútuo.

O ambiente será orientado por princípios de respeito e comunicação aberta. Caso algum participante demonstre sinais de desconforto, a equipe responsável fará uma abordagem discreta e individual para compreender a situação e oferecer suporte imediato. Para evitar constrangimentos, será enfatizado desde o início que o propósito da atividade é o aprendizado em um espaço livre de julgamentos, com a valorização da participação de todos. O vocabulário e as explicações serão apresentados de forma inclusiva, promovendo igualdade e respeito.

Os benefícios dessa oficina incluem a contextualização do ensino de Química, permitindo que os alunos visualizem reações químicas em escala nanométrica e compreendam melhor os princípios envolvidos. Além disso, essa proposta está alinhada com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, buscando tornar o aprendizado mais atrativo e significativo. Através de atividades práticas e interativas, espera-se que os alunos se tornem protagonistas de seu próprio aprendizado, construindo conhecimento de forma colaborativa e interdisciplinar.

Você terá o direito e a liberdade de negar-se a participar desta pesquisa total ou parcialmente ou dela retirar-se a qualquer momento, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo com relação ao seu atendimento nesta instituição, de acordo com a Resolução 510/2016. Você será informado de todos os resultados obtidos,

independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa.

Para qualquer esclarecimento no decorrer da sua participação, estarei disponível através do telefone: (96) 99184-3335 e do E-mail: moraeslivia663@gmail.com.

Desde já agradecemos!

DECLARAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE OU DO(A) RESPONSÁVEL PELO(A) PARTICIPANTE:

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa **OFICINA DE NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: Explorando Cinética Química e Estequiometria com Nanopartículas Magnéticas**. Fui informado(a) pelo(a) pesquisador(a) Livia Mores de Oliveira, dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada, esclareci minhas dúvidas e recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Foi-me esclarecido que serei informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Autorizo () Não Autorizo () a publicação de eventuais fotografias que o(a) pesquisador(a) necessitar obter de mim, ou do ambiente em que Moro/trabalho para o uso específico do projeto de pesquisa.

Local e data:

_____ / ____ / ____

Assinatura do Sujeito Participante:

Assinatura da Pesquisadora:

APÊNDICE C- ROTEIRO DE ATIVIDADE



ROTEIRO DE ATIVIDADES

TEMA	Nanopartículas Magnéticas
TEMPO DE AULA	270 minutos (distribuídos em 6 aulas de aproximadamente 45 minutos cada)
CANDIDATO	Livia Moraes de Oliveira
E-mail	moraesliv30@gmail.com
LOCAL	Escola Estadual Profª Maria Cristina Botelho Rodrigues
OBJETIVOS	
<p>Objetivo Geral:</p> <p>Compreender os conceitos básicos de nanopartículas magnéticas e suas propriedades, relacionando fundamentos da Nanociência e nanotecnologia às suas aplicações práticas e impactos no cotidiano.</p> <p>Objetivo Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar conhecimentos prévios dos alunos sobre Nanociência e nanotecnologia. • Introduzir os conceitos de nanopartículas magnéticas e propriedades magnéticas. • Demonstrar a aplicação tecnológica da Nanociência em diferentes áreas, como medicina e meio ambiente. • Realizar práticas laboratoriais seguras, sintetizando nanopartículas magnéticas e explorando sua interação magnética. • Consolidar o aprendizado com a produção de nuvens de palavras no quadro para organizar e refletir sobre os conceitos trabalhados. 	

CONHECIMENTO PRÉVIO
<p>Verificar a familiaridade dos alunos com os seguintes tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escalas e medidas: micro, nano e macro. • Estrutura da matéria (átomos, moléculas e partículas). • Reações químicas e transformações da matéria. • Aplicação da nanotecnologia no cotidiano (produtos e dispositivos).
CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> • Escala nanométrica e ordem de grandeza. • Propriedades das nanopartículas magnéticas e campos magnéticos. • Nanociência e nanotecnologia: fundamentos e aplicações tecnológicas. • Impactos ambientais envolvendo a Nanociência. • Prática experimental: síntese de nanopartículas magnéticas e interação com campos magnéticos.
MÉTODO E TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM
<p>Aula Expositiva Dialogada: Explicação de conceitos teóricos, promovendo interação e participação ativa dos alunos.</p> <p>Questionário Diagnóstico: Identificação de conhecimentos prévios e percepção inicial sobre a temática.</p> <p>Estudo Dirigido: Análise de textos e discussão de exemplos de aplicações nanotecnológicas.</p> <p>Prática Laboratorial: Realização de experimentos com nanopartículas magnéticas, com foco em habilidades práticas e normas de segurança.</p> <p>Produção Colaborativa: Criação de mapas mentais em grupo, estimulando criatividade e organização das ideias.</p>
RECURSOS DIDÁTICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos audiovisuais: data show, slides, quadro branco, pincéis. • Materiais impressos: questionário diagnóstico, textos sobre aplicações da nanotecnologia.

- Materiais laboratoriais: reagentes, imãs, vidrarias, equipamentos de proteção individual (EPIs).
- Material de apoio para mapas mentais: cartolinas, canetas coloridas, lápis.

ATIVIDADES

DIA 1 - 10/03

1ª momento (45 min) – Diagnóstico Inicial

Atividade: Entrega dos TALE e TCLE.

Atividade (45 min): Aplicação de um **questionário de conhecimentos prévios** sobre nanociência e nanotecnologia, abordando os conceitos de escala nanométrica, interação magnética e exemplos cotidianos.

Objetivo: Avaliar o nível de familiaridade dos alunos com os temas e identificar lacunas no conhecimento.

Estratégia: Distribuir o questionário impresso com questões simples e diretas, como:
Você já ouviu falar de nanotecnologia? O que sabe sobre esse tema?

Em sua opinião, quais são algumas das possíveis aplicações da nanotecnologia no cotidiano?

Você conhece as escalas micro, nano e macro? Como você as explicaria para alguém que nunca ouviu falar sobre essas escalas?

DIA 2 - 17/03

2ª momento (90 minutos) – Introdução Teórica e Contextualização

Atividade 1 (45 min): Discussão inicial com perguntas instigantes:

"Vocês já ouviram falar em nanopartículas? Sabiam que elas estão presentes em produtos como protetor solar e medicamentos?"

"O que vocês imaginam que aconteceria se partículas microscópicas interagem com um ímã?"

- A ideia é despertar curiosidade e gerar um debate coletivo.

Atividade 2 (45 min): Apresentação no **data show** com slides explicativos, cobrindo:

Link do slide:

(https://www.canva.com/design/DAGfa2jjiWs/udeENAAap3eXGs6EJ0r8rQ/edit?utm_content=DAGfa2jjiWs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Definição de nanopartículas e propriedades magnéticas.

Exemplos de aplicação em áreas como medicina, meio ambiente e tecnologia.

Relação com conceitos químicos e físicos (reações químicas, magnetismo, escala nanométrica).

Destaque para os impactos ambientais e tecnológicos (positivos e negativos).

Dinâmica: Durante a explicação, incentivar a interação com perguntas e anotações no caderno. **NUVENS DE PALAVRAS NO FINAL DA AULA.**

DIA 3 - 24/03

3ª momento (90 minutos) – Prática Experimental I: Preparação

Atividade 1 (10 min): Orientação sobre o experimento "Síntese de nanopartículas magnéticas".

Etapas:

Dividir os alunos em pequenos grupos (3-4 integrantes dependendo da quantidade de alunos da turma).

Explicar as normas de segurança no laboratório (uso de EPIs, manuseio de reagentes).

Demonstrar, de forma prática, os materiais e procedimentos que serão utilizados.

Material Necessário:

Sulfato ferroso heptahidratado($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Hidróxido de sódio (NaOH), Nitrato de sódio NaNO_3 .

Vidrarias (béqueres, pipetas), ímãs de neodímio, e EPIs (jaleco, luvas).

Água destilada e aquecedor.

Meta: Preparar os alunos para a realização do experimento na próxima aula.

4ª momento (45 minutos) – Prática Experimental II: Realização do experimento e explicação através do Folder.

(https://www.canva.com/design/DAGfoz8ImyE/G5nzJAmuRHL7c5la12s6iQ/edit?utm_content=DAGfoz8ImyE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

Atividade: Realizar a síntese de nanopartículas magnéticas e explorar sua interação com um ímã.

Procedimentos:

Misturar soluções químicas para formar nanopartículas de magnetita.

- Filtrar e isolar as nanopartículas sintetizadas.
- Demonstrar a interação magnética ao aproximar um ímã.
- Observar e registrar os resultados no caderno.

Enfoque Educacional: Relacionar o que foi observado com os conceitos teóricos previamente discutidos através do folder, como propriedades magnéticas.

Resultados: Espera-se que os alunos observem a formação de partículas pretas (magnetita) e a movimentação delas em resposta ao ímã.

5ª momento (30 minutos) – Produção e Avaliação

Atividade 1 (10 min.): Elaboração de nuvens de palavras no quadro.

O professor junto com os alunos construirão uma nuvem de palavras no quadro sobre a nanociência e nanotecnologia relacionando os conceitos aprendidos ao longo das aulas:

- Escala nanométrica.
- Propriedades magnéticas.
- Aplicações tecnológicas e impactos ambientais.

Atividade 2 (25 min.): Conclusão e feedback.

- Distribuir um questionário pós-aula para medir o impacto do ensino.

As avaliações vão ser:

- **Qualitativa:** Participação nas discussões, engajamento durante as atividades práticas e colaboração em grupo.
- **Produção Escrita:** Elaboração de mapas mentais.
- **Questionários:** Pré e pós-aula para avaliar o progresso no aprendizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atkins, Peter; Jones, Loreta. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2014.

Fonseca, Martha Reis Marques. *Completamente Química: Ciências, Tecnologia & Sociedade*. São Paulo: Editora FTD S.A., 2001.

Brasil, MEC. *PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002.
História de Rita, A. *Afinal, o que é Nanociência e Nanotecnologia? Uma abordagem para o Ensino Médio*.

Pankhurst, Q. A.; Connolly, J.; Jones, S. K.; Dobson, J. *Applications of Magnetic Nanoparticles in Biomedicine. Journal of Physics D: Applied Physics*, 36(13), R167-R181, 2003. (Artigo que discute as propriedades magnéticas e aplicações biomédicas das nanopartículas magnéticas).

Laurent, S.; Forge, D.; Port, M.; et al. *Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization, Physicochemical Characterizations, and Biological Applications. Chemical Reviews*, 108(6), 2064-2110, 2008. (Revisão abrangente sobre nanopartículas magnéticas de óxido de ferro).

Kumar, C. S. S. R. (Ed.). *Magnetic Nanomaterials*. Weinheim: Wiley-VCH, 2009. (Livro dedicado ao estudo das nanopartículas magnéticas, incluindo síntese, propriedades e aplicações tecnológicas).

Tartaj, P.; Morales, M. D.; Veintemillas-Verdaguer, S.; et al. *The Preparation of Magnetic Nanoparticles for Applications in Biomedicine. Journal of Physics D: Applied Physics*, 36(13), R182-R197, 2003. (Discussão detalhada sobre os métodos de síntese e aplicação de nanopartículas magnéticas).

Raj, K.; Moskowitz, R. *Commercial Applications of Ferrofluids. Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 85(1-3), 233-245, 1990. (Artigo que aborda o uso de nanopartículas magnéticas em ferrofluidos e suas aplicações).

Lu, A.-H.; Salabas, E. L.; Schüth, F. *Magnetic Nanoparticles: Synthesis, Protection, Functionalization, and Application. Angewandte Chemie International Edition*, 46(8), 1222-1244, 2007. (Artigo detalhado sobre síntese e funcionalização de nanopartículas magnéticas).

APÊNDICE D- PRÉ- QUESTIONÁRIO

1. Você já ouviu falar de nanotecnologia?
 - a) Sim, sei bastante sobre nanotecnologia
 - b) Já ouvi falar, mas não sei muito sobre o tema
 - c) Não, nunca ouvi falar de nanotecnologia

2. Em sua opinião, quais são algumas das possíveis aplicações da nanotecnologia no cotidiano?
 - a) Medicina
 - b) Produtos de consumo (cosméticos, alimentos, etc.)
 - c) Tecnologias de limpeza e proteção ambiental
 - d) Não tenho certeza

3. Você conhece as escalas micro, nano e macro? Como você as explicaria para alguém que nunca ouviu falar sobre essas escalas?

4. Você já ouviu falar de nanopartículas magnéticas? Se sim, pode descrever o que você sabe sobre elas?
 - a) Sim, sei o que são e como funcionam
 - b) Já ouvi falar, mas não sei exatamente o que são
 - c) Não, nunca ouvi falar

5. Você já teve alguma experiência anterior com práticas experimentais em laboratório?
 - a) Sim, já realizei muitos experimentos
 - b) Já fiz alguns experimentos
 - c) Não, nunca fiz experimentos práticos

6. Quais produtos ou dispositivos você já usou que podem ter nanotecnologia em sua composição?
 - a) Cosméticos
 - b) Equipamentos eletrônicos (smartphones, etc.)
 - c) Roupas ou tecidos antimicrobianos
 - d) Não tenho certeza

7. Você já ouviu falar sobre o uso de nanopartículas na medicina e no meio ambiente? Pode descrever algum uso?

APÊNDICE E- ROTEIRO DA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS

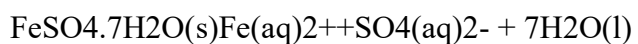
INTRODUÇÃO

Nos métodos de obtenção de nanopartículas magnéticas (NP Mag), o método mais amplamente utilizado é a co-precipitação dos hidróxidos de Fe(II) e Fe(III). Esse método é uma abordagem eficaz para preparar grandes quantidades de nanopartículas com alta pureza, enquanto mantém os custos relativamente baixos.

MATERIAIS	REAGENTES
3 Becker de 250 ml	Água destilada
1 Provetas de 100 ml	Nitrato de sódio NaNO ₃
3 Espátulas	Hidróxido de sódio (NaOH)
1 Bastão de vidro	Sulfato ferroso heptahidratado (FeSO ₄ ·7H ₂ O)
1 Balança analítica	
2 chapa de aquecimento com agitador	
1 Imãs próximo ou acima 2,54 cm de diâmetro	
3 Vidro de relógio	

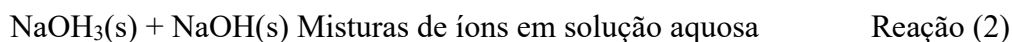
Etapa 1

Em um Becker de 250 ml, são dissolvidos 6.95g de sulfato ferroso heptahidratado (FeSO₄·7H₂O) pesado na balança analítica e depois são adicionados 200ml de água. Com auxílio de uma chapa de aquecimento com agitador magnético, a solução é levada até a ebulição.



Reação (1) Etapa

Em outro Becker de 250 ml, são adicionados 0,84g de nitrato de sódio (NaNO₃) pesado na balança analítica, no vidro de relógio e pesado 1.87g de hidróxido de sódio (NaOH), que são adicionados ao Erlenmeyer. Em seguida, é adicionado 100ml de água. A solução é aquecida até a ebulição após a retirada do aquecimento.

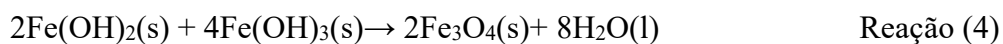


Etapa 3

Adicionada rapidamente sobre solução contendo os íons de ferro, sendo o volume 50mL FeSO₄ + 25mL da solução 2 com auxílio do bastão de vidro, mantendo forte agitação e aquecimento por 20 minutos. Inicialmente, ocorre a formação de um precipitado verde, gelatinoso, característico.



O Fe(OH)₂ é instável e tende a oxidar-se pelo Oxigênio convertendo-se em Fe(OH)₃ sob condições do (método da coprecipitação), o Hidróxido férrico com Hidróxido ferroso pode se combinar, formando a magnetita de coloração preta (2Fe₃O₄).



Etapa 4

No final, deixa-se esfriar as NP Mag à temperatura ambiente por 20 minutos e transferida para um tubo de ensaio, onde, com o auxílio de um imã, podem ser vistas.

APÊNDICE F- PÓS- QUESTIONÁRIO

1. Após a oficina, como você descreveria a nanotecnologia e suas principais aplicações?
2. Você aprendeu o que são nanopartículas magnéticas? Se sim, como você explicaria suas propriedades magnéticas?
3. Agora você consegue explicar o que é a escala nanométrica? Qual a importância dessa escala na nanotecnologia?
4. Após a oficina, você consegue citar exemplos de aplicação de nanopartículas magnéticas no meio ambiente?
5. Como você descreveria o processo de síntese de nanopartículas magnéticas que realizamos durante a oficina?
6. Você compreendeu a interação entre nanopartículas magnéticas e campos magnéticos? Como explicaria essa interação para outra pessoa?
7. Você acredita que a prática experimental ajudou a entender melhor os conceitos teóricos discutidos na oficina?
 - a) Sim, totalmente
 - b) Mais ou menos
 - c) Não, a prática não ajudou muito
8. Agora você consegue identificar mais produtos ou dispositivos que utilizam nanotecnologia? Cite alguns exemplos que você já conhece ou aprendeu durante a oficina.
9. Você acredita que a nanotecnologia pode ter um impacto significativo no meio ambiente e na medicina? Como?

10. Após a oficina, como você explicaria a importância das nanopartículas magnéticas no contexto de tecnologias futuras?
11. A oficina foi eficaz para o seu aprendizado? O que você achou das atividades práticas e da teoria apresentada?
- a) Sim, foi muito eficaz
 - b) Foi útil, mas poderia ser mais detalhado
 - c) Não, não consegui entender bem