

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
CAMPUS AVANÇADO CATALÃO  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS**

**MARCOS ANTONIO FERREIRA**

**O ENSINO DE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO:  
COMO INICIAR ESSA ABORDAGEM CIENTÍFICA**

**CATALÃO - GO  
2023**

**MARCOS ANTONIO FERREIRA**

**O ENSINO DE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO:  
COMO INICIAR ESSA A BORDAGEM CIENTÍFICA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Avançado Catalão, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Naturais.

**Orientador: prof. Dr. Marccus Victor Almeida Martins.**

**CATALÃO - GO  
2023**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

FN186n Ferreira, Marcos Antônio  
Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio como  
Iniciar essa Abordagem Científica / Marcos Antônio  
Ferreira; orientador Marccus Victor Almeida  
Martins. -- Catalão, 2023.  
25 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências  
Naturais ) -- Instituto Federal Goiano, Campus  
Catalão, 2023.

1. Nanociência . 2. Nanotecnologia . 3. Ensino.  
4. Atividade Prática . I. Almeida Martins, Marccus  
Victor , orient. II. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Marcos Antonio Ferreira

Matrícula:

2019109223130272

Título do trabalho:

nanociência e nanotecnologia no ensino médio: como enciar essa abordagem cinética. \*

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:  /  /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

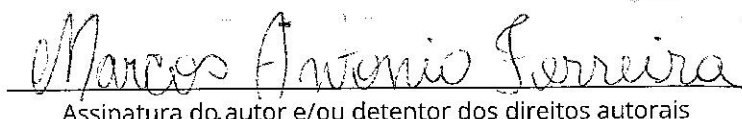
- \* Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- \* Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- \* Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

catalão - Goiás

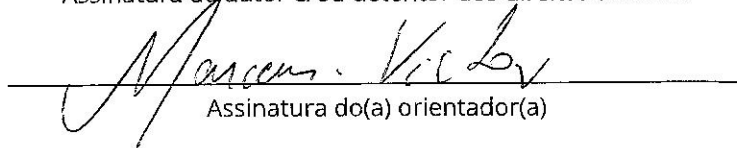
Local

04 / 08 / 2023

Data

  
Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)



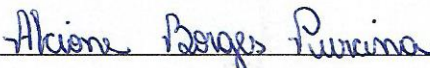
## ATA DE DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

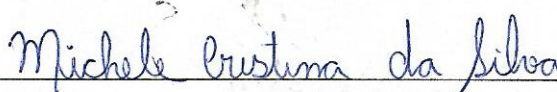
No dia vinte e nove do mês de junho do ano de dois mil e vinte e três, às 19 horas, reuniu-se a banca examinadora da DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC), composta pelos seguintes membros: Marccus Victor Almeida Martins (orientador), Alcione Borges Purcina e Michele Cristina da Silva, para examinar o TCC intitulado O ENSINO DE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO: COMO INICIAR ESSA ABORDAGEM CIENTÍFICA, do discente MARCOS ANTONIO FERREIRA, Matrícula nº 2019109223130272, do curso de Licenciatura em Ciências Naturais do IF Goiano – Campus Avançado Catalão. Após a apresentação oral do TCC, houve a arguição do discente pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela ( ) APROVAÇÃO, (X) APROVAÇÃO COM RESSALVA, ( ) REPROVAÇÃO do discente obtendo a Média Final 9,5. Ao final da sessão pública de defesa foi registrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos membros da banca examinadora.

### Observação:

( ) O discente não compareceu à defesa do TCC.

  
\_\_\_\_\_  
Marccus Victor Almeida Martins  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Alcione Borges Purcina  
Membro interno

  
\_\_\_\_\_  
Michele Cristina da Silva  
Membro externo

*Dedico este trabalho de conclusão de curso a minha amada esposa que esta sempre do meu lado, nas horas tristes e também nas vitórias.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, meu senhor, e criador, também doador da vida, e que fez com que um sonho se tornasse real, que me deu determinação para que eu não desistisse.

Aos meus filhos e principalmente a minha esposa que nos dias difíceis me incentivou com perseverança.

Ao professor Marccus Víctor por ter aceitado orientar-me nessa pesquisa, que com paciência me ensinou, cooperando com todo o meu processo de aprendizagem, extraindo o melhor de mim ao longo do curso.

Aos meus amados irmãos e amigos em cristo que me aconselharam e incentivaram e principalmente oraram para o meu crescimento intelectual e para a minha conclusão de curso e sempre me fizeram bem.

## RESUMO

Jovens pesquisadores costumam ter o contato com temas cientificamente emergentes geralmente no nível de graduação, quando oportunamente desenvolvem uma iniciação científica. No entanto, propiciar esse contato no âmbito de ensino médio desperta e incentiva o jovem a iniciar a carreira dentro da pesquisa científica. Neste aspecto a área multidisciplinar da Nanociência e Nanotecnologia (N&N) tem se destacado em vários campos do saber. Diante deste contexto, esse estudo levantou de forma qualitativa, por meio de questionário, o nível de conhecimento de estudantes do ensino médio sobre os termos “Nanociência” e “Nanotecnologia”. A análise dos questionários realizados por 160 estudantes revelou um baixo conhecimento sobre os temas. Além disso, dos alunos que responderam ter conhecimento sobre os temas, o ambiente de informatização foi a internet com maior percentual. O ambiente escolar ficou com um dos menores percentuais de onde os alunos tiveram contato com os termos. Na proposta de realização de aula prática para conhecer melhor os conceitos e as definições sobre a nanociências e a nanotecnologia, a síntese de nanopartículas magnéticas apresentou-se como um excelente instrumento didático para introduzir os termos no ensino médio.

**Palavras-chave:** Nanociência. Nanotecnologia. Ensino. Atividade prática.



## ABSTRACT

Young researchers tend to have contact with scientifically emerging themes, usually at the undergraduate level, when they develop a scientific initiation opportunely. However, providing this contact in high school awakens and encourages young people to start a career in scientific research. In this regard, the multidisciplinary area of Nanoscience and Nanotechnology (N&N) has stood out in several fields of knowledge. Given this context, this study qualitatively surveyed, through a questionnaire, the level of knowledge of high school students about the terms “Nanoscience” and “Nanotechnology”. The analysis of the questionnaires carried out by 160 students revealed a low level of knowledge about the themes. In addition, of the students who answered that they had knowledge about the themes, the computerization environment was the internet with the highest percentage. The school environment had one of the lowest percentages where students had contact with the terms. In the proposal to carry out a practical class to better understand the concepts and definitions of nanosciences and nanotechnology, the synthesis of magnetic nanoparticles was presented as an excellent didactic tool to introduce the terms in high school.

**Keywords:** Nanoscience. Nanotechnology. Teaching. Practical activity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cálice de Licurgo: o cálice está sob a tutela do museu Britânico desde 1950.....	11
Figura 2– Fluxograma da metodologia proposta em etapas 1, 2, 3 e 4.....	14
Figura 3– Quantitativos sobre a questão 3.....	17
Figura 4– Quantitativos sobre a questão 4.....	18
Figura 5– Quantitativos sobre a questão 5.....	19
Figura 6– Quantitativos sobre a questão 6.....	20
Figura 7– Quantitativos sobre a questão 7.....	21
Figura 8– Desenvolvimento da atividade pelos alunos.....	22
Figura 9– Etapas da síntese das nanopartículas magnéticas.....	22

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1 Nanociência e Nanotecnologia.....	10
2.2 Nanociência e o ensino.....	12
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	14
3.1 Geral.....	14
3.2 Específico.....	14
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	14
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
5.1 Aplicação do questionário para estudantes do ensino médio.....	17
5.2 Aula prática: síntese de magnetita.....	21
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	23
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24
<b>8. APÊNDICE</b> .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil a ideia de iniciação à pesquisa científica ainda está atrelada ao estudante no nível superior. No entanto, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Médio preconizam que deve ser considerada a crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais. Isso desperta o pensamento crítico, a capacidade de inovar e conseqüentemente os avanços tecnológicos. (BRASIL, 1997) Porém, a realidade da maioria das escolas públicas do país não proporciona condições físicas e pedagógicas para o desenvolvimento de projetos de pesquisa ainda no ensino médio. Neste especto, os Institutos Federais acabam se destacando, pois a Lei 11.892/2008, que instituiu os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no Artigo 7º, descreve que um dos seus objetivos é ministrar educação profissional técnica de nível médio, prioritariamente na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos. O Ensino Médio Integrado (EMI) deve se configurar “[...] como um tipo de ensino médio que garanta a integralidade da educação básica, ou seja, que contemple o aprofundamento dos conhecimentos científicos produzidos e acumulados historicamente pela sociedade, como também objetivos adicionais de formação profissional numa perspectiva da integração dessas dimensões” (BRASIL, 2018).

Em se tratando de desenvolvimento científico, a área da Nanociência e Nanotecnologia vem despertando o interesse de inúmeras pesquisas no país. Isso se deve ao fato de novos produtos e processos que são desenvolvidos que abrangem essa área. Definida como área da ciência que estuda os fenômenos que ocorrem dentro da escala do nanometro ( $1\text{nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ ) a nanociência tem garantido o avanço em várias áreas do saber. Por outro lado, a Nanotecnologia define-se como sendo o produto tecnológico gerado com o uso dos preceitos da Nanociência. (TOMA,

2005) Dentro da pesquisa científica a Nanociência e Nanotecnologia tem atraído vários pesquisadores. No entanto, como são temas emergentes na ciência, por vezes essa área da pesquisa fica restrita ao aluno de iniciação científica do ensino superior. Dessa forma, torna-se atraente e estratégico inserir esse tema ainda no ensino médio, de maneira a disseminar e incentivar a pesquisa neste campo ainda na adolescência. Em vista disso, esse trabalho propôs uma forma de iniciar essa abordagem ainda no ensino médio sobre a Nanociência e a Nanotecnologia. Especificamente, aplicou-se um formulário em cinco turmas de ensino médio de uma escola pública do município de Catalão-Goiás para levantamento qualitativo do nível de conhecimento dos alunos sobre o tema. Em um segundo momento, convidou-se uma das cinco turmas para participar de uma aula sobre síntese de nanopartículas magnéticas como forma de prática sobre o tema.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Nanociência e nanotecnologia

A nanociência é definida como uma área transdisciplinar que estuda fenômenos e processos que ocorrem dentro da escala do nanometro (nm). Um nanômetro (1 nm) pode ser definido como a bilionésima parte do metro ( $1 \times 10^{-9}$  m). Esse prefixo nano, simbolizado pela letra “n”, tem sua origem do grego e significa anão. A literatura reporta que materiais os quais possuem suas dimensões variando entre 0 a 100 nm são considerados materiais que possuem propriedades físico-químicas melhoradas quando comparadas aos mesmos materiais em escalas convencionais. (TOMA, 2004) Um exemplo desse melhoramento pode ser citado no famoso cálice de Licurgo, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Cálice de Licurgo: o cálice está sob a tutela do museu Britânico desde 1950.



Fonte. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/08/taca-de-1600-anos-que-muda-de-cor-ja-usava-principios-de-nanotecnologia.html>

Mesmo sendo relativamente considerada uma ciência nova, a nanociência já era explorada no século IV a.C, como visualizado nos fenômenos ópticos ocorridos no cálice de Licurgo. Este cálice era constituído de vidro revestido com nanopartículas metálicas de ouro e prata. Na medida em que a luz era colocada no interior ou no exterior do copo, a imagem de Licurgo oscilava entre o vermelho e o verde, devido às interações ocorrida das entre as nanopartículas de ouro e prata e a

luz incidente. Tal fato ilustra a definição, portanto, de nanotecnologia, que consiste na aplicação tecnológica da nanociência.

O termo Nanociência foi proposto pela primeira vez em 1959 por Richard Feynman no Instituto de Tecnologia da Califórnia em 29 de dezembro de 1959. Neste ano, o professor Richard proferiu uma palestra de encerramento da sociedade norte americano de físicos, onde ele apresentou resultados de uma pesquisa que retratava sobre materiais em tamanho nanométrico. Desde então, inúmero trabalho vem se destacando por causar revoluções em diversas áreas como na medicina, eletrônica, materiais, meio ambiente, etc. (SIQUEIRA-BATISTA, 2010)

## **2.2 Nanociência e o ensino**

O processo de ensino aprendizagem precisa constantemente de meios de inovação. Em nível de ensino médio essa inovação requer um grande esforço por parte da mediação do professor. Neste aspeto, estimular a inserção de novos conceitos de âmbito tecnológico é ir de encontro com o que está preconizado nos PCNs e na BNCC, de modo que o jovem precisa do estímulo ao desenvolvimento tecnológico. Diante disso, existem inúmeros trabalhos que abordam o tema da nanociência no ensino médio. É de se ressaltar que a introdução dos termos “nanociência” e “nanotecnologia”, ocorrem de modo muito vago e de maneira teórica dentro do ensino médio. No entanto, a inserção de tais terminologias de maneira aprofundada pode despertar a iniciação científica no jovem, podendo estimular não apenas a pesquisa, mas como também o pensamento crítico diante de fenômenos estudados.

A inserção da abordagem da nanociência no ensino médio pode ocorrer de modo isolada em disciplinas como química, física e biologia, mas como também de modo multidisciplinar. Por exemplo, no trabalho desenvolvido por Zanella e autores (2009), foi proposto uma abordagem simples e teórica de objetos que serviram de comparação da escala macro com a escala micro e nano. Neste trabalho, destaca-se a simplicidade de envolver os termos específicos da nanociência com objetos corriqueiros e de fácil identificação. Na mesma perspectiva, Ellwanger e autores (2014) também desenvolveram uma forma de inserir as terminologias de nanociências e nanotecnologia no ensino médio. Neste trabalho eles propuseram um módulo didático e subdividido em etapas com estudantes de terceiro ano do ensino médio. Destaca-se a estratégia de se abordar com os alunos questões iniciais

vinculadas a fenômenos de materiais e organismos vivos que são explicados pela nanociência. Em cima de cada fenômeno explora-se as propriedades químicas, física e biológicas. Essa estratégia de fato é interessante por despertar no estudante o contato de situações cotidianas com seus respectivos conceitos nanotecnológicos. No entanto, percebe-se que a ausência de uma aula prática nesses trabalhos citados anteriormente poderia alcançar com mais êxito os objetivos de despertar no jovem a iniciação científica, a experimentação, o contato com o novo, etc.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Geral:

- Explorar na prática os conceitos de nanociência e nanotecnologia com uma turma de ensino médio por meio da realização de uma aula prática de síntese de nanopartículas.

#### 3.2 Específicos:

- Realizar uma revisão bibliográfica com trabalhos já publicados dentro da temática do ensino de Nanociência e Nanotecnologia;

-Aplicar um formulário nas turmas de ensino médio de uma escola pública do município de Catalão-Goiás;

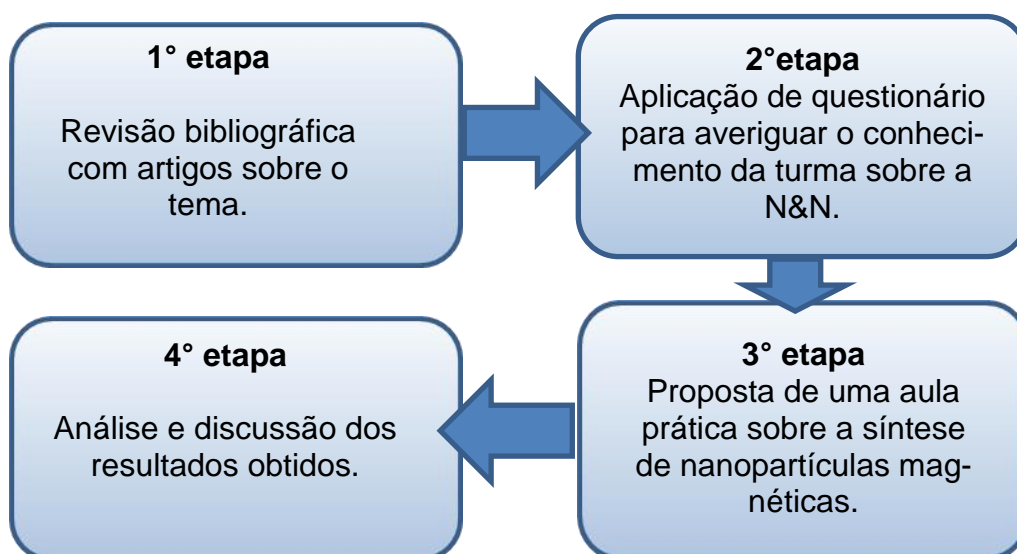
- Realizar uma aula prática sobre a síntese de nanopartículas magnéticas como instrumento de ensino;

- Analisar e discutir as informações levantadas no questionário e na aula prática.

### 4. METODOLOGIA

A metodologia desse trabalho foi desenvolvida em quatro partes, conforme está resumida no fluxograma da Figura 2:

Figura 2. Fluxograma da metodologia proposta em etapas 1, 2, 3 e 4.



Fonte. Próprio autor.

Cada uma dessas etapas está detalhada a seguir:

### **I) Revisão de trabalhos da literatura dentro do tema**

Foram escolhidos na literatura alguns trabalhos publicados para servirem de introdução ao tema. Isso serviu também como análise e comparação ao que foi proposto neste trabalho;

### **II) Aplicação de um questionário nas turmas de ensino médio**

Como forma de amostragem sobre o nível de conhecimento de alunos do ensino médio a cerca do tema da nanociência e nanotecnologia escolheu-se uma escola pública do município de Catalão-Goiás para o levantamento por meio de um questionário. O questionário foi criado com perguntas objetivas, diretas e de fácil e rápido preenchimento. Cabe destacar que este trabalho se encontra submetido na Plataforma Brasil via comitê de pesquisa da UFCAT e está sob análise documental. No entanto, a intervenção nas turmas foi realizada mediante consentimento da direção da escola e das professoras. Todos os alunos partícipes da pesquisa responderam o questionário na forma de convite.

### **III) Realização de uma aula prática sobre a síntese de nanopartículas de magnetita**

Nesta penúltima parte do trabalho uma turma foi convidada para uma aula prática, de maneira que todos possam acompanhar a síntese de nanopartículas de magnetita. Antes da síntese, a turma teve a oportunidade de ouvir uma explicação sobre normas de segurança de um laboratório de química. Em seguida, aprenderam sobre os reagentes e utensílios de vidro utilizados na aula de produção de nanopartículas de magnetita. A seguir está detalhada a síntese da magnetita:

#### **Síntese da Magnetita**

Coloque um erlenmeyer de 100 mL na mesa agitadora. Coloque uma pulga magnética dentro do erlenmeyer. Com um auxílio de uma pipeta de 25 mL, transfira 25 mL da solução de  $\text{FeCl}_3$  e 25 mL da solução de  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  para o interior do erlenmeyer. Acione a magnetização em 300 rpm. Deixe agitando por 5 minutos. Vagarosamente e cuidadosamente, com o auxílio de um conta-gotas (seringa) adicione

10 gotas do Hidróxido de Amônio na solução do erlenmeyer. Adicione gota-por-gota com intervalos de 10 segundos. Ao adicionar a última gota observe o que acontece com a reação. Anote! Se a solução tiver mudado de cor para um marrom-escuro ou preto, é um indicativo que foi sintetizada a magnetita. Para comprovar, aproxime o ímã de neodímio da parede externa do erlenmeyer e veja o que acontece. Anote os fatos e registre fotos.

A última parte do trabalho foi realizar a análise e a discussão tanto dos questionários aplicados bem como da realização da aula prática sobre a síntese da nanopartícula magnética.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho estão segmentados em duas partes principais. Inicialmente analisou-se e discutiu-se o nível de conhecimento dos termos “nanociência” e “nanotecnologia” em cinco turmas de estudantes com idades oscilando entre 14 e 18 anos do ensino médio de uma escola pública de Catalão. Posteriormente, uma das cinco turmas foi convidada a participar da aula prática sobre a síntese de nanopartículas magnéticas. Esses resultados estão apresentados a seguir:

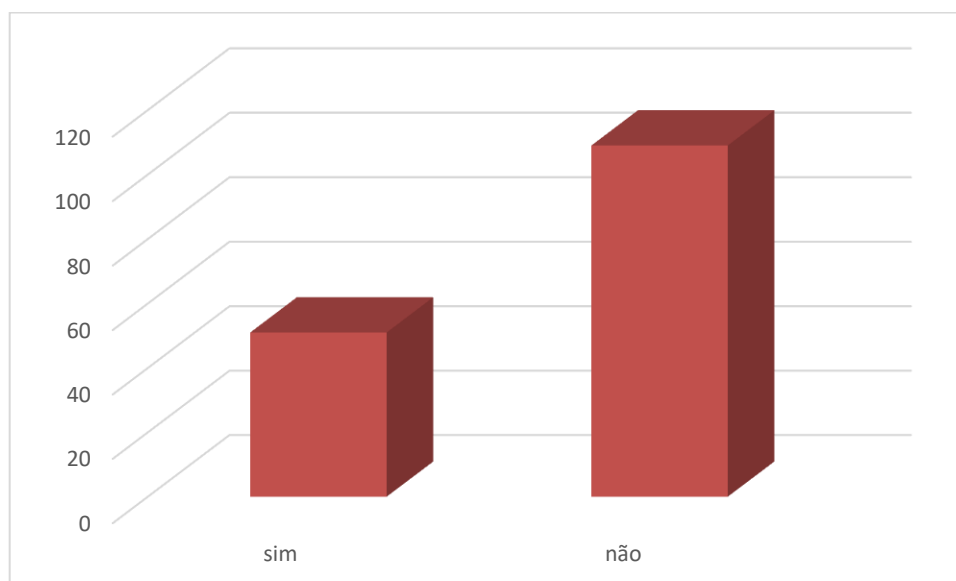
### 5.1 Aplicação do questionário para estudantes do ensino médio

Aplicou-se o questionário nas turmas 1º, 2º e 3º anos do ensino médio de uma escola pública do município de Catalão-GO, perfazendo um total de 160 alunos. Cada aluno respondeu individualmente as questões do formulário. Assim ao serem questionados:

#### 3. *Você sabe o que é nanociencia ?*

Dos 160 alunos, 51 responderam SIM e 109 responderam NÃO conforme, apresentado na Figura 3.

Figura 3. Quantitativos sobre a questão 3.



Fonte. Próprio autor.

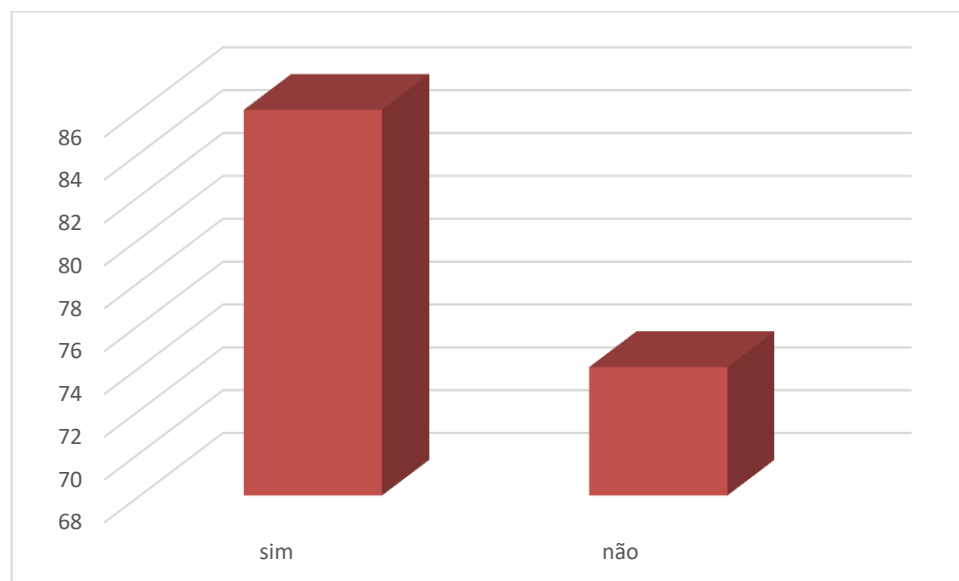
Ao verificarmos o gráfico da Figura 3 podemos observar que 32% dos alunos responderam que conhecem sobre a nanociência e 68% dos alunos desconhecem esse termo. Esses números revelam que mais da metade dos estudantes realmente não conhecem esse termo ou que mesmo já tendo visto em algum lugar não conseguem desenvolver uma definição ou associar a algo.

Ao questionar o aluno sobre:

#### 4. *Você sabe o que nanotecnologia?*

Dos 160 alunos 54% dos alunos responderam que sabem o que é nanotecnologia e 46% dos alunos não disseram não saber sobre a nanotecnologia, conforme visto na Figura 4.

Figura 4. Quantitativos sobre a questão 4.



Fonte. Próprio autor.

Ao comparar os percentuais das respostas SIM dadas nas questões 3 e 4, percebe-se que o conhecimento sobre o termo “nanotecnologia” é maior do que o termo “nanociência”. Isso já era esperado, uma vez que o termo nanotecnologia é muito mais comum do que o termo nanociência. Uma explicação disso pode ser dada em função de alguns produtos de marcas de cosméticos, de higiene ser veiculados em canais de televisão. Outro meio de divulgação de alguns produtos tecnológicos é através da internet. As redes sociais estão repletas de anúncios dentro dos quais alguns veiculam a divulgação de produtos

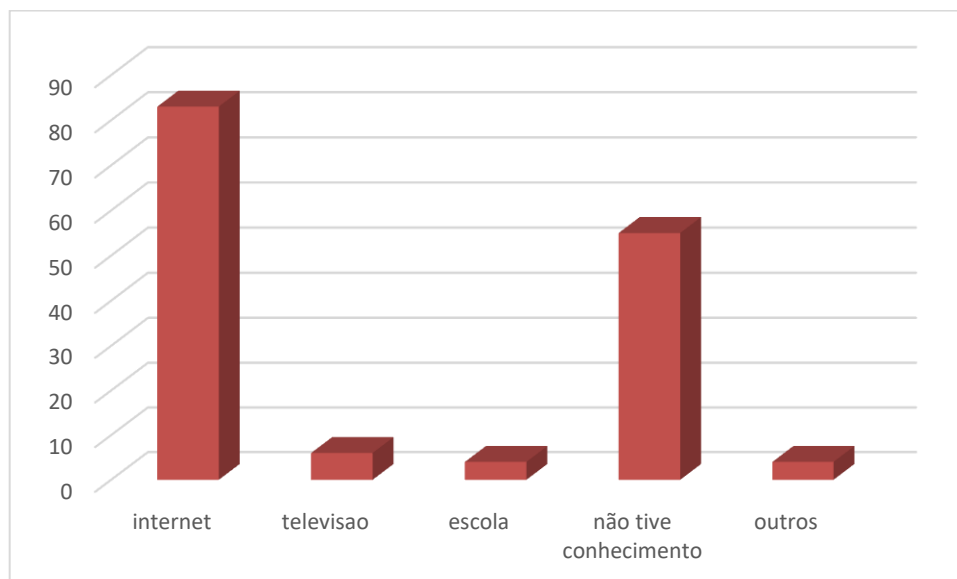
nanotecnológicos. Isso facilita o contato com o termo nanotecnologia muito mais do que as definições teóricas da nanociência.

Ao questionar o aluno sobre:

*5. Onde você teve conhecimento dos termos das questões 3 e 4?*

Dos 160 alunos, 83 conheceram pela internet, 6 conheceram pela televisão, 4 conheceram na escola, 4 conheceram por outros e 55 nunca tiveram conhecimento.

Figura 5. Quantitativos sobre a questão 5.



Fonte. Próprio autor.

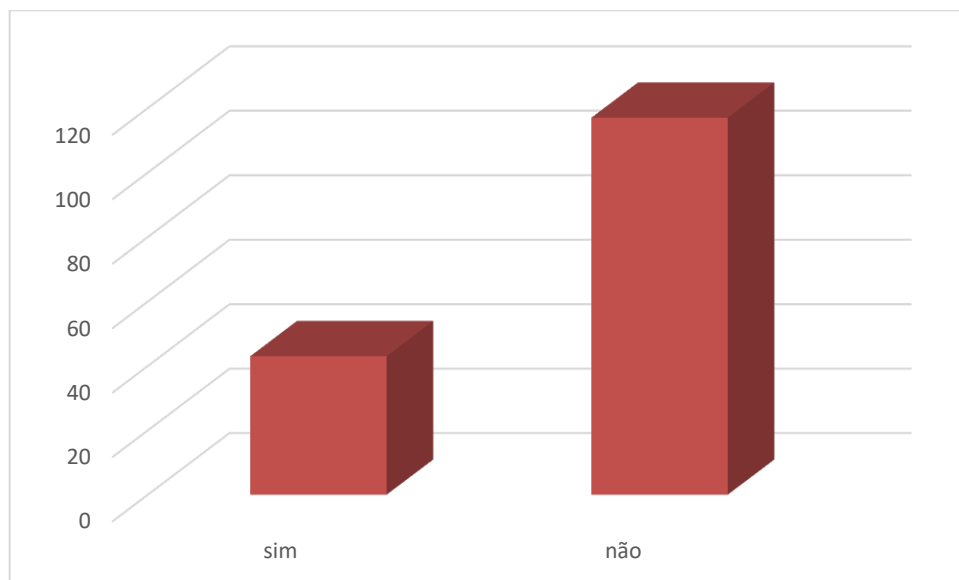
No gráfico da Figura 5, observamos que 52% dos estudantes obtiveram conhecimento dos termos “nanociência” e “nanotecnologia” na internet, correspondendo ao maior percentual. Já 39 % não tem nenhum conhecimento dos termos, 4% conhecem pela televisão, 2,5% conhecem pela escola e 2,5% tiveram contato por outros meios. O maior percentual de conhecimento pela internet também era esperado, uma vez que o celular é um instrumento de informatização frequente nas mãos dos estudantes. Esse resultado reforça o que foi levantado na questão 4. No entanto, é necessário destacar que a escola aparece como sendo o meio de informatização mais baixo sobre o tema da nanociência e nanotecnologia. Esse fato torna evidente a pertinência da implementação de ações de cunho teórico/prático sobre o tema dentro da escola.

Ao indagar os estudantes sobre:

6. *Você conhece algum produto, material ou remédio que tenha nanotecnologia?*

Dos 160 alunos 43 disseram que sim, e 117 disseram que não conhecem nenhum produto, material ou remédio que tenha nanotecnologia.

Figura 6. Quantitativos sobre a questão 6.



Fonte. Próprio autor.

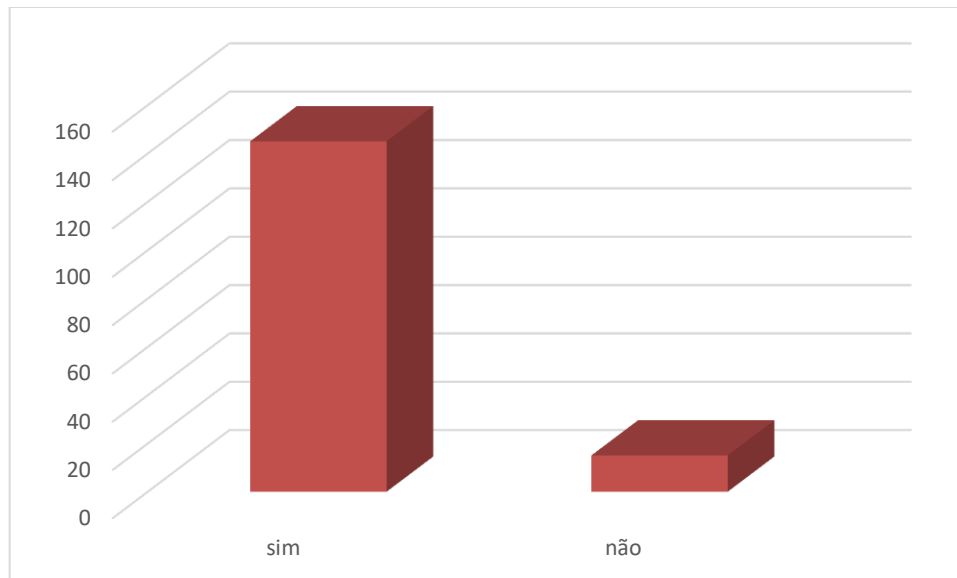
Ao analisar o gráfico da questão 6, podemos observar que apenas 27% dos estudantes conhecem algum produto, material, ou remédio com a nanotecnologia, e 73% não conhecem. O elevado percentual que desconhece demonstra mais uma vez a necessidade da escola desenvolver atividades teórico/prático envolvendo os termos abordados. Uma estratégia para essa abordagem pode estar voltada para a proposição de pesquisas teóricas ou a realização de alguma aula prática de fácil execução que possam servir de introdução ao tema.

Finalmente, ao questionar os estudantes sobre:

7. *Você gostaria de fazer uma aula pratica sobre a nanociência?*

Dos 160 alunos 145 gostariam de fazer uma aula prática, e 15 não gostariam de fazer uma aula prática, conforme pode ser visto no gráfico da Figura 7.

Figura 7. Quantitativos sobre a questão 7



Fonte. Próprio autor.

Nesse gráfico podemos observar o grande interesse pela realização de uma atividade de cunho prático sobre a nanociência, refletindo em 93% dos alunos.

Diante das respostas obtidas do questionário e principalmente do percentual de 93% dos alunos em querer desenvolver uma atividade prática, desenvolveu-se um roteiro de fácil e rápida execução, com será discutido a seguir.

## 5.2 Aula prática: síntese de magnetita

Das cinco turmas de ensino médio, foi escolhida e convidada a turma de terceiro ano para a atividade. A escolha dessa turma se deu em função dos alunos terem demonstrado um maior interesse no momento de responder o questionário. Neste sentido, 20 estudantes participaram da atividade. Inicialmente a turma foi dividida em 4 grupos contendo 5 estudantes. Em seguida, explicou-se a função de cada material/reagente e realizou-se a leitura do roteiro prático. A escolha da magnetita para essa aula se deu por dois motivos: parte-se de soluções de sais de ferro II e ferro III, dos quais são de fácil obtenção e de baixo custo. Outro fator é a rapidez com que são produzidas as nanopartículas, pois é de conhecimento que a síntese de nanopartículas magnéticas com o uso de soluções de ferro II



e III costuma ser realizada em meio básico e portanto, basta adicionar gotas de uma solução concentrada de base. Dessa forma, os alunos foram liberados para seguir o roteiro prático, conforme pode ser visto na Figura 8 (a-d).

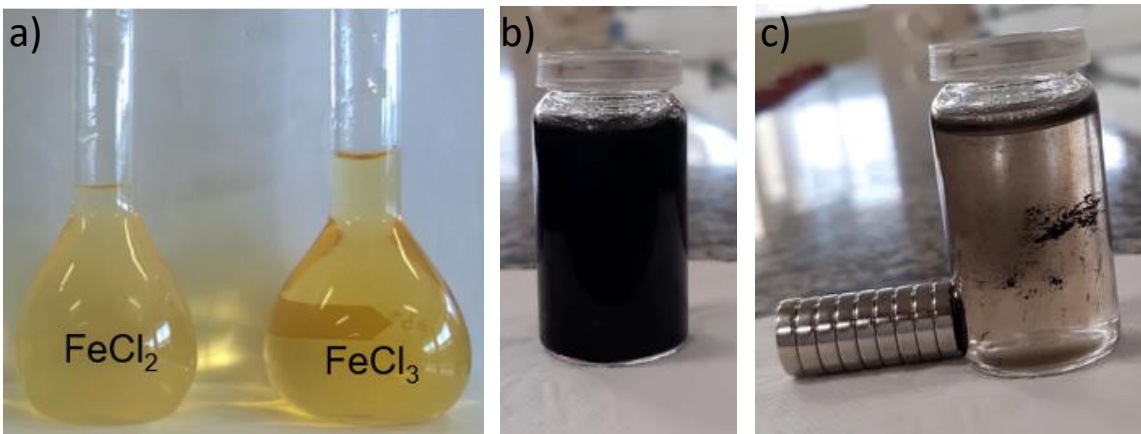
Figura 8. Desenvolvimento da atividade pelos alunos.



Fonte. Próprio autor.

Na medida em que o procedimento ia sendo realizado, os alunos demonstraram envolvimento, concentração e expressões de surpresa. Ao despejar 5 gotas da base hidróxido de amônio na mistura contendo os sais de cloreto de ferro II e III, imediatamente a solução mudou de amarelo (Figura 9a) para cor marrom escura (Figura 9b), típica de magnetita em solução. Todos os quatro grupos conseguiram com sucesso obter a cor marrom escura que indica a presença da magnetita. Para confirmar, os alunos aproximaram um ímã de neodímio próximo da solução, onde ocorreu uma movimentação do material marrom escuro no sentido do campo magnético externo aplicado. Esse efeito comprova a formação de nanopartículas de magnetita, conforme visualizado na Figura 9(c).

Figura 9. Etapas da síntese das nanopartículas magnéticas.



Fonte. Próprio autor.

Com esse resultado, os alunos demonstraram sentimentos de alegria por terem conseguido produzir um material com propriedades magnéticas simplesmente por terem misturados três soluções. Essa atividade prática demonstra o alcance do objetivo de se aliar os conhecimentos teóricos da nanociência com a parte de produção prática de um produto nanotecnológico ao conseguirem sintetizar as nanopartículas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A partir do desenvolvimento desta pesquisa pode-se confirmar o baixo nível de conhecimento sobre os termos nanociência e nanotecnologia dos estudantes de ensino médio de uma escola pública do município de Catalão-Goiás a partir de um questionário;
- O questionário pode revelar que a Internet é o meio de veiculação onde a minoria dos estudantes obtiveram conhecimentos sobre os termos nanociência e nanotecnologia. Contrariamente, a escola representa o lugar onde os alunos relataram o menor percentual de ter tido o contato com os termos;
- A realização da aula prática de síntese de nanopartículas de magnetita apresentou-se como um instrumento de fácil e rápida execução para aliar a teoria com a prática sobre a nanociência e a nanotecnologia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

**ELLWANGER, L. A. et al. ABORDAGEM DE NANOCIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO. 2014.** Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/19>. Acessado em: 05/02/2023.

SIQUEIRA, B. R. *et al.* **Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.** *Ciência & Educação*, v. 16, n. 2, p. 479-490, 2010.

**Taça de 1.600 anos que muda de cor já usava princípios de nanotecnologia. G1. São Paulo. 27/05/2013.** Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/08/taca-de-1600-anos-que-muda-de-cor-ja-usava-principios-de-nanotecnologia.html>, acesso em: 13/05/2023.

TOMA, E. H. **O Mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**, Oficina de Textos, São Paulo, 2004.

Zanella, I. *et al.* **ABORDAGENS EM NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES.

## 8. Apêndice

### Questionário aplicado aos estudantes

~~MARCOS ANTONIO FERREIRA~~

**Título: “O ensino de nanociência e nanotecnologia no ensino médio: como iniciar essa abordagem científica”**

CONVITE  
Questionário-discente-ensino médio

1. Qual ano do ensino médio você faz?  
1º ano ( )    2º ano ( )    3º ano ( )
2. Qual a sua idade?  
\_\_\_\_\_
3. Você sabe o que é NANOCIÊNCIA?  
( ) Sim        ( ) Não
4. Você sabe o que é NANOTECNOLOGIA?  
( ) Sim        ( ) Não
5. Onde você teve conhecimento dos termos das questões 3 e 4?  
Escola ( )    Internet ( )    Televisão ( )    Nunca tive conhecimento ( )  
Outros\* ( ) \*Quais? \_\_\_\_\_
6. Conhece algum produto, material ou remédio que tenha nanotecnologia?  
Sim ( ) Não ( )
7. Você gostaria de fazer uma AULA PRÁTICA sobre a nanociência?  
Sim ( )        Não ( )

**Obrigado pela sua participação!**

