

Kacielly Lima Rodrigues

**Produção e Análise do Comportamento de
um "Ferrofluido" sob a Influência de um
Campo Magnético e sua Aplicação no Ensino
de Física**

Teresina, PI - Brasil

2025

Kacielly Lima Rodrigues

**Produção e Análise do Comportamento de um
"Ferrofluido" sob a Influência de um Campo Magnético
e sua Aplicação no Ensino de Física**

Trabalho de Conclusão de Curso como parte
dos requisitos para obtenção do grau de Li-
cenciado em Física.

Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Campus Poeta Torquato Neto
Coordenação do Curso de Licenciatura em Física

Orientador: Gustavo Montgomery Bonfim Castro

Teresina, PI - Brasil

2025

Sumário

1	Introdução	1
2	Objetivos	2
2.1	Objetivos Gerais	2
2.2	Objetivos Específicos	2
3	Metodologia	3
3.1	Desenvolvimento	3
4	Resultados e Discussões	4
4.1	Aplicação	6
4.2	Aplicação no ensino	6
	Referências	7

Resumo

O trabalho apresenta o desenvolvimento de um fluido magnético produzido internamente, utilizando uma mistura de slime e partículas de ferro. O processo foi realizado com materiais simples, permitindo sua replicação em ambientes educacionais. O fluido foi submetido à influência de um campo magnético gerado por um ímã, e seu comportamento foi analisado em diferentes orientações (horizontal e vertical) em relação ao campo. Durante os testes, foram observadas características como a atração do fluido pelo ímã e o alinhamento das partículas magnéticas no interior da mistura, demonstrando propriedades do magnetismo.

O objetivo deste trabalho é auxiliar professores da educação básica no ensino de Física, oferecendo uma abordagem prática para explorar conceitos de magnetismo. O experimento permite aproximar os alunos do conteúdo teórico por meio de uma experiência interativa, despertando interesse e facilitando a compreensão dos fenômenos magnéticos de forma visual. **Palavras-chaves:** Ensino de Física, Magnetismo,

Fluidos Magnéticos.

Abstract

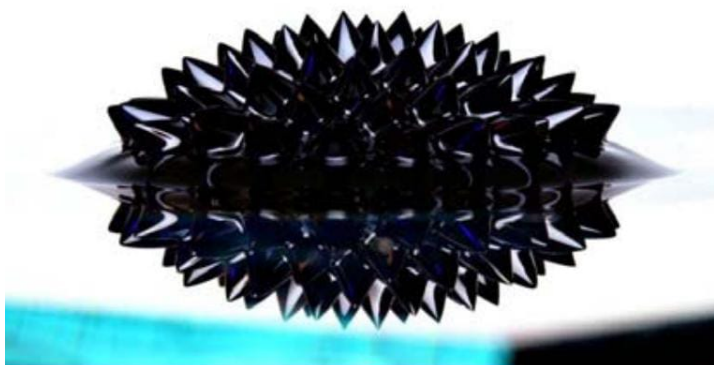
The study presents the development of a magnetic fluid produced internally using a mixture of slime and iron particles. The process was carried out with simple materials, allowing for replication in educational settings. The fluid was subjected to the influence of a magnetic field generated by a magnet, and its behavior was analyzed in different orientations (horizontal and vertical) relative to the field. During the tests, characteristics such as the attraction of the fluid to the magnet and the alignment of magnetic particles within the mixture were observed, demonstrating magnetic properties.

The aim of this study is to assist basic education teachers in teaching Physics by providing a practical approach to exploring magnetism concepts. The experiment brings students closer to theoretical content through an interactive experience, sparking interest and facilitating the understanding of magnetic phenomena in a visual way. **Keywords:** Magnetic Fluids; Magnetism; Physics Teaching.

1 Introdução

A nanotecnologia foi pioneiramente empregada por Norio Taniguchi¹ em 1974 para análise de materiais em escala nanométrica (SOUZA; RODRIGUES, 2023). Desde então, esse domínio tem experimentado um crescimento contínuo, abrangendo diversas áreas de pesquisa, incluindo o estudo de fluidos magnéticos (FM), também denominados ferrofluidos ou nanocolóides magnéticos.(ROSA, 2018)

Figura 1 – Imagem de um ferrofluido sobre um ímã. Fonte: Gomes (2009).



Os nanocoloides magnéticos são formados por um meio dispersor, ou fluido portador, que possui propriedades de nanopartículas magnéticas, entre elas pode haver magnetita (Fe_3O_4), zinco ([Ar] $3d^{10} 4s^2$) ou manganês ([Ar] $3d^5 4s^2$), que tendem a alterar a viscosidade desse fluido quando entra em contato com um campo magnético. Neste projeto, trabalharemos com um fluido desenvolvido internamente com materiais próprios (SILVA, 2016).

Ferrofluidos (FFs) são suspensões coloidais de partículas magnéticas dispersas em um líquido base newtoniano². As partículas têm diâmetro em torno de 10 nm e são encobertas por uma camada de surfactante de cerca de 2 nm (ROSA, 2018).

O campo magnético é uma região vetorial do espaço onde atuam forças magnéticas, que dão origem a fluxos ou correntes elétricas, ou em materiais ferromagnéticos, como ímãs.

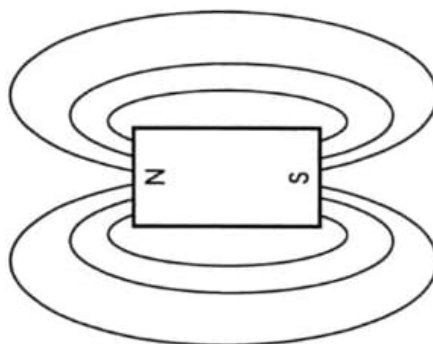
¹ Norio Taniguchi (1927-1999) foi um cientista e engenheiro japonês amplamente reconhecido por suas contribuições pioneiras no campo da nanotecnologia. Ele cunhou o termo "nanotecnologia" em 1974 durante uma conferência, descrevendo processos de fabricação com precisão na escala nanométrica. Taniguchi trabalhou na Universidade de Ciências de Tóquio, onde conduziu pesquisas inovadoras em micromaquinagem e usinagem ultrafina, explorando como manipular materiais com precisão em níveis atômicos e moleculares. Suas descobertas lançaram as bases para avanços em eletrônica, biomedicina e materiais avançados.

² Um fluido newtoniano é um tipo de fluido cuja viscosidade permanece constante independentemente da tensão de cisalhamento aplicada ou da taxa de deformação. Isso significa que a relação entre a força aplicada (tensão de cisalhamento) e a deformação do fluido (LEONARDO, 2017).

O fluxo magnético representa a quantidade de linhas de indução magnéticas utilizada para representar um campo magnético que atravessa uma determinada área. Quanto maior a quantidade de linhas de indução magnéticas que atravessa um material, maior será a intensidade deste campo ([LEITE et al., 2014](#)).

É representado por meio de linhas de campo, nas quais a direção é do polo norte para o polo sul e a intensidade vem da densidade das linhas – quanto mais densas, mais intenso o campo em dado ponto, como mostrado na figura 2. Ele manifesta uma força que atua em materiais propensos ao magnetismo e partículas carregadas em movimento ([LAGE, 2021](#)).

Figura 2 – Linhas do campo magnético. Fonte: [Faria e Lima \(2005\)](#).



Quando um ferrofluido, objeto de estudo deste trabalho, é exposto a um campo magnético, espera-se que as nanopartículas de ferro se alinhem ao longo das linhas de campo magnético, enquanto o fluido base acompanha essas formações. Essa reação é fundamental para entender o comportamento dinâmico e as propriedades do ferrofluido quando sujeito a campos magnéticos externos ([FARIA-TISCHER; TISCHER, 2012](#)).

2 Objetivos

2.1 Objetivos Gerais

Produzir e entender o comportamento de um "ferrofluido" em contato com um campo magnético.

2.2 Objetivos Específicos

Produzir um objeto de estudo experimental (um fluido magnético) que possa apoiar o professor no desenvolvimento da temática de Magnetismo tanto nas aulas de Ciências da Educação Básica como do Ensino Médio.

3 Metodologia

Neste trabalho, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios, parcialmente descritivos e explicativos, será adotado um procedimento experimental.

3.1 Desenvolvimento

Para a elaboração do material de estudo, foram empregados os seguintes itens: partículas de ferro, *slime* (brinquedo infantil de textura viscosa, elástica e maleável usada principalmente para fins recreativos), tripé universal, régua e ímã em barra cilíndrico.

A busca pelos materiais adequados para substituir as nanopartículas, especificamente limalha de ferro, foi iniciada com a serragem de uma barra de ferro. À medida que a barra era serrada, pequenas partículas ferrosas eram liberadas que foram utilizadas para a realização do trabalho.

Quando as partículas de ferro entravam em contato com o campo magnético gerado pelo ímã cilíndrico, observava-se a formação das linhas de campo magnético, conforme mostrado na figura 3.

Figura 3 – Partículas de ferro seguindo as linhas de campo em contato com o ímã. Fonte: Autoria própria.



Para a elaboração do fluido, denominado neste estudo como "fluido pegajoso", foram realizados testes iniciais, tentando reproduzir algumas ideias encontradas na internet, porém não foi possível atingir um nível satisfatório das características reológicas. Partiu-se então para a utilização de um fluido já disponível comercialmente, o *slime*. Esse material, uma substância viscosa, elástica e maleável, apresentava características reológicas e viscosidade compatíveis com o fluido desejado. Na fase inicial, o *slime* foi combinado com as partículas de ferro provenientes da barra que foi serrada, ver figura 4, o que resultou num fluido com coloração parecida com a cor do chumbo (será visto na próxima seção).

Figura 4 – Proporção de limalha de ferro e o *slime*, para produzir o fluido pegajoso "ferrofluido". Fonte: Autoria própria.

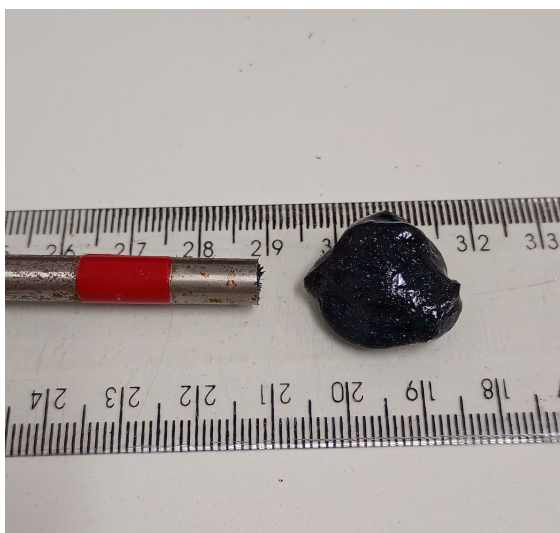


4 Resultados e Discussões

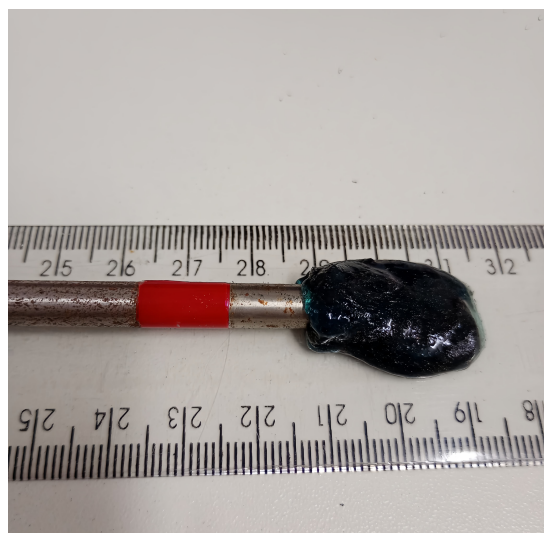
Os testes iniciais focaram no movimento horizontal do fluido em função do tempo, com as distâncias sendo medidas posicionado o fluido e a barra de ferro cilíndrico sobre a régua. Durante esses testes, houve deslocamento do fluido levando aproximadamente 20 segundos para se deslocar de 20,5 cm para 21,4 cm, ver figura 5.

Figura 5 – Deslocamento horizontal do "ferrofluido". Fonte: Autoria própria.

(a) Posição inicial.



(b) Posição final.

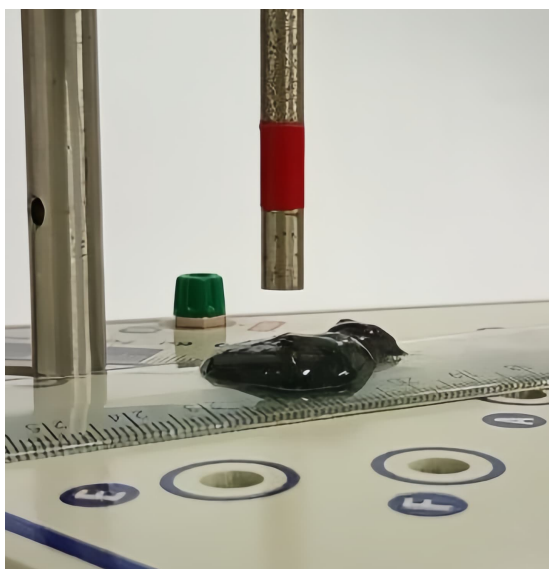


No que se refere ao deslocamento vertical, o fluido levou cerca de 50 segundos para envolver completamente a superfície inicial do ímã, figura 6.

Adicionalmente, observou-se o comportamento de espalhamento do fluido ao ser submetido à interação com os dois polos magnéticos de um ímã.

Figura 6 – Deslocamento do "ferrofluido" verticalmente. Fonte: Autoria própria.

(a) Posição inicial.



(b) Posição final.

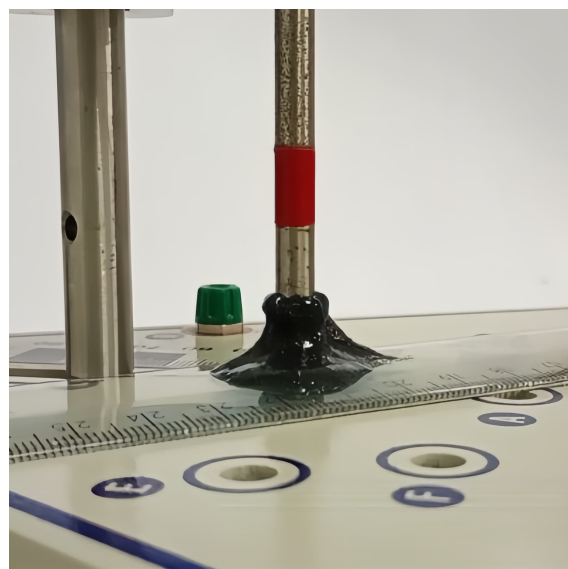
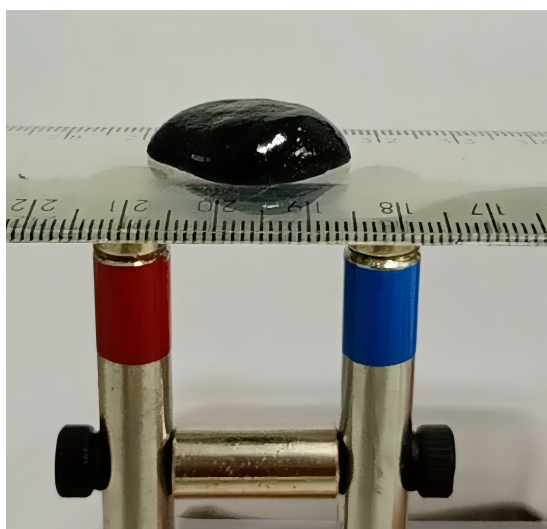
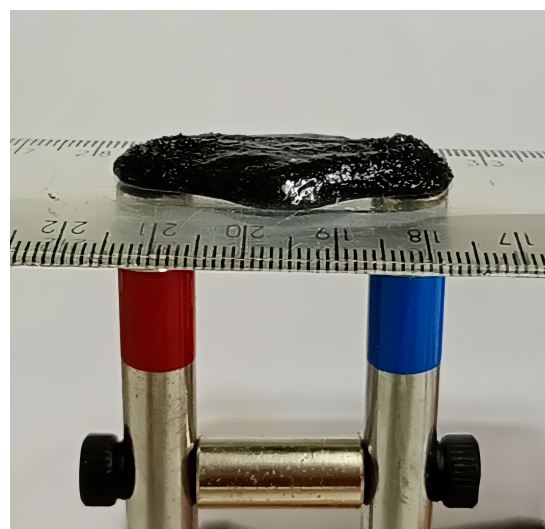


Figura 7 – Deslocamento do "ferrofluido". Fonte: Autoria própria.

(a) Posição inicial.



(b) Posição final.



O comportamento observado no slime magnético pode ser explicado pelas forças envolvidas em sua interação com diferentes superfícies, bem como com o que acontece no seu próprio interior. Para que haja movimento do "ferrofluido" será necessário que a força magnética exercida sobre as limalhas de ferro seja capaz de vencer o atrito interno do próprio fluido, bem como o atrito entre o fluido e a superfície onde ele está apoiado. No caso de movimento vertical, há ainda que vencer a força gravitacional.

4.1 Aplicação

Os ferrofluidos, os fluidos magnéticos, podem ser amplamente utilizados na indústria, tecnologia e medicina. Por exemplo, nos discos rígidos, eles vedam o eixo rotativo, impedindo a entrada de poeira. Em um amortecedor, eles redirecionam a viscosidade sob a influência de um campo magnético, e, portanto, ajudam a conter as vibrações. Na eletrônica, os fluidos são usados em alto-falantes – para resfriar bobinas e absorver vibrações. Os ferrofluidos ajudam a controlar o movimento de medicamentos no corpo e facilitam os diagnósticos por imagem, como a ressonância magnética. Finalmente, sistemas de lubrificação e refrigeração à base de magneto-fluidos alongam a vida de máquinas e motores ([LIRA, 2010](#)).

4.2 Aplicação no ensino

Os fluidos magnéticos são excelentes ferramentas de aprendizado para demonstrar de forma visual e interativa conceitos de magnetismo. Eles são úteis em salas de aula para mostrar como materiais ferromagnéticos interagem com campos magnéticos, permitindo que os alunos vejam de maneira prática como os campos magnéticos se comportam e se apresentam ([SOUZA; RODRIGUES, 2023](#)). Com experimentos simples, é possível demonstrar como os ferrofluidos se alinham ao longo das linhas do campo magnético, proporcionando uma versão concreta de conceitos abstratos como linhas de força e intensidade de campo. Além disso, podem ser usados para ilustrar uma variedade de outros fenômenos magnéticos, como atração/repulsão magnética, efeitos de diferentes formas e intensidades de campos magnéticos, e construir modelos de dispositivos como motores elétricos ou geradores. Essas aplicações ajudam os alunos a entender e visualizar melhor os conceitos de magnetismo e suas interações.

Como sugestão de aplicação em sala de aula, este experimento pode ser adaptado para um contexto lúdico e pedagógico por meio de uma atividade denominada "corrida de *slime*". Nesse exercício, os estudantes são desafiados a determinar a proporção ideal de mistura entre limalha de ferro e *slime* para otimizar a velocidade de deslocamento do fluido ferromagnético quando submetido a um campo magnético. Os alunos devem explorar diferentes combinações de materiais, como a escolha da limalha de ferro mais adequada, o tipo de *slime* e as proporções da mistura, com o objetivo de alcançar a maior eficiência na movimentação do fluido.

Essa atividade possibilita o trabalho com diversos conteúdos escolares. No âmbito da física, podem ser explorados conceitos como deslocamento, velocidade média, magnetismo e a relação entre força magnética e movimento. Por exemplo, é possível realizar o cálculo do deslocamento horizontal, realizado nos experimentos anteriores da seguinte forma:

- Primeiro, vamos converter as medidas de centímetros para metros: $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$

- Posição inicial: $20,5\text{ cm} = 0,205\text{ m}$
- Posição final: $21,4\text{ cm} = 0,214\text{ m}$
- O deslocamento (Δs) é calculado como: $\Delta s = s_f - s_i$, $\Delta s = 0,214\text{ m} - 0,205\text{ m} = 0,009\text{ m}$

O deslocamento do fluido foi $0,009\text{ m}$ (ou 9 mm) em 20 segundos. Tal cálculo pode ser incorporado à atividade para enriquecer ainda mais o aprendizado.

O projeto atingiu de forma satisfatória o objetivo de produto educacional, apresentando movimento e maleabilidade quando submetido a um campo magnético gerado por um ímã de fácil acesso. Tal projeto pode transformar o ensino de Física dinâmico e interativo para estudantes, tanto do Ensino Fundamental como do Médio.

Referências

- FARIA, R. N.; LIMA, L. F. *Introdução ao magnetismo dos materiais*. [S.l.]: Editora Livraria da Física, 2005. Citado na página 2.
- FARIA-TISCHER, P. C.; TISCHER, C. A. Nanobiotechnology: platform technology for biomaterials and biological applications the nanostructures. *Biochem. Biotechnol. Rep.*, v. 1, p. 32–53, 2012. Citado na página 2.
- GOMES, J. d. A. Estudo das propriedades estruturais locais de fluídos magnéticos: da nanopartícula à dispersão. 2009. Citado na página 1.
- LAGE, E. Campo magnético estacionário. *Revista de Ciência Elementar*, Casa das Ciências, v. 9, n. 1, 2021. Citado na página 2.
- LEITE, J. P. et al. *Técnica não destrutiva para análise da interação de linhas de campo magnético e material*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal da Paraíba, 2014. Citado na página 2.
- LEONARDO, S. S. M. *Identificação e modelação das variáveis que afetam uma mistura que passa de fluido newtoniano para fluido não newtoniano*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Nova de Lisboa, 2017. Citado na página 1.
- LIRA, S. H. A. *Propriedades adesivas de fluídos magnéticos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2010. Citado na página 6.
- ROSA, A. P. *Microestrutura e magneto-reologia de ferrofluidos em cisalhamento: teoria e simulação*. Tese (Doutorado) — Universidade de Brasília, 2018. Citado na página 1.
- SILVA, T. F. L. d. *Estudo da microestrutura de nanocoloides magnéticos por espalhamento de raio-x em baixo ângulo*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Brasília, 2016. Citado na página 1.

SOUZA, B. M. P. de; RODRIGUES, P. C. de S. Fluidos magnéticos e suas aplicações para o ensino básico: uma proposta de mediação organizada a partir de um levantamento de atividades experimentais. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, p. e023010–e023010, 2023. Citado 2 vezes nas páginas [1](#) e [6](#).