

FLUIDOS MAGNÉTICOS E SUAS APLICAÇÕES PARA O ENSINO BÁSICO: LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

MAGNETIC FLUIDS AND THEIR APPLICATIONS FOR BASIC EDUCATION: BIBLIOGRAPHICAL SURVEY OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES

FLUIDOS MAGNÉTICOS Y SUS APLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA: RESEÑA BIBLIOGRÁFICA DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

Bruno Marques Pereira de Souza¹
Priscilla Coppola de Souza Rodrigues²

Resumo: Os fluidos magnéticos estão presentes no cotidiano da maioria das pessoas, seja em sistemas de refrigeração de dispositivos eletrônicos, na limpeza de águas poluídas com óleo ou até no transporte de drogas no corpo humano com fins terapêuticos. Em contrapartida, eles ainda fazem parte de uma gama de conhecimentos que não são apresentados aos estudantes de ensino básico. Buscando colaborar com a construção de uma educação socialmente justa, esse trabalho teve como objetivo elencar pesquisas e vídeos de atividades experimentais sobre fluidos magnéticos que possam auxiliar o professor no desenvolvimento dessa temática nas aulas de Ciências.

Palavras-chave: Fluidos Magnéticos. Experimentação. Ensino Básico. Ensino de Ciências.

Abstract: Magnetic fluids are present in most people's daily lives, in electronic device cooling systems, in cleaning water polluted with oil or even in transporting drugs in the human body for therapeutic purposes. On the other hand, they are still part of a knowledge formation that is often presented to citizens in the scientific process. Seeking to collaborate with the construction of an education socially, only this work aimed to list researches and videos of experimental activities on magnetic fluids that can help the teacher in the development of this theme in Basic Education Science classes.

Keywords: Magnetic Fluids. Experimentation. Basic Education. Science Teaching.

Resumen: Los fluidos magnéticos están presentes en la vida cotidiana de la mayoría de las personas, ya sea en los sistemas de refrigeración de dispositivos electrónicos, en la limpieza de aguas contaminadas con aceite o incluso en el transporte de fármacos en el cuerpo humano con fines terapéuticos. Por otro lado, siguen siendo parte de un abanico de saberes que muchas veces solo se presentan a los ciudadanos en el proceso de formación científica. Buscando colaborar con la construcción de una educación socialmente justa, este trabajo tuvo como objetivo enumerar investigaciones y videos de actividades experimentales sobre fluidos magnéticos que pueden ayudar al docente en el desarrollo de este tema.

Palabras-clave: Fluidos magnéticos. Experimentación. Educación Básica. Enseñanza de las Ciencias.

Submetido 15/05/2022

Aceito 14/03/2023

Publicado 20/03/2023

¹ Licenciado. Universidade de Brasília. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5381-5033>. E-mail: brunopmarques10@gmail.com

² Doutora. Universidade de Brasília. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6165-7733>. E-mail: pcoppola@unb.br

Introdução

O termo nanotecnologia foi utilizado pela primeira vez em 1974 pelo pesquisador japonês Norio Taniguchi, para descrever a fabricação de materiais em escala nanométrica (NUNES et al., 2019). Desde então, esse campo tem se expandido gradativamente e hoje engloba diversas áreas de pesquisa, na qual se inclui a área de estudo dos fluidos magnéticos (FM), também conhecidos como ferrofluidos ou nanocoloides magnéticos. Esses fluidos são constituídos por um líquido carreador contendo nanopartículas magnéticas. Por conta da presença das nanopartículas, eles possuem como característica, a capacidade de interagir com campos magnéticos externos, podendo ser manipulados como nenhum outro fluido e possibilitando sua aplicação em diversas áreas de pesquisa (ROSENSWEIG, 1969).

De acordo com Santos (2018), a prática de ensino direcionada à mediação do conhecimento acerca da nanotecnologia, para o ensino básico, está garantida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) na seção IV do artigo 35, onde fica especificado como uma das finalidades da educação básica: “[...] IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina [...]” (BRASIL, 1996, p.24).

Pesquisas têm demonstrado o uso da perspectiva CTS/CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) com intuito de desenvolver propostas de ensino para a educação básica, tendo também como objetivo disseminar o conhecimento sobre a nanociência e os materiais magnéticos em escala nanométrica. Um exemplo é a dissertação de mestrado “Desmistificando a neutralidade da ciência e da tecnologia: uma proposta sobre nanociência” que desenvolve e utiliza, em escola pública, com estudantes do ensino médio, uma proposta para o ensino de física a partir da perspectiva CTS/CTSA, voltada para nanociência. A proposta contribuiu para que os estudantes “compreendessem os seguintes pontos associados ao tema abordado: características da matéria, métodos/técnicas de observação, aplicações e usos, implicações e preocupações” (VANIA, 2019, p. 7).

Nesse sentido, o enfoque CTS/CTSA visa propiciar a educação científica e tecnológica para os cidadãos, de modo que possa promover a tomada de decisões socialmente mais responsáveis perante as questões científicas e tecnológicas (SANTOS, 2007). Portanto, esse enfoque visa romper com uma postura passiva e receptora de conhecimentos pelos estudantes e favorecer uma participação ativa no processo de apropriação do conhecimento sobre os temas

abordados. Além de promover uma educação científica que os prepare para desenvolvimento de cidadania, os possibilitando avaliarem, além dos benefícios, também a consequências de um empreendimento científico (RODRIGUEZ; DEL PINO, 2017).

Apesar dessa compreensão, infelizmente, em muitas escolas nota-se uma carência de metodologias que estimulem os estudantes da educação básica a se interessarem pelos conteúdos de Ciências (VIEIRA et al., 2018). Isso pode estar ligado ao fato de que atualmente “os conteúdos relativos às Ciências Naturais são muitas vezes abordados de maneira superficial, fazendo com que os alunos e alunas não consigam abstrair nestas informações, algo que vá ser concretamente utilizado em seu dia a dia” (SANTOS et al., 2013, p. 15395).

Com base nesses aspectos, é importante que alternativas e propostas para uma melhor abordagem das Ciências em um campo de estudo, em constante desenvolvimento, como é o caso dos fluidos magnéticos, possa ser abordada na educação básica, conforme assegurada por lei na LDB de 1996.

Além desses aspectos, Santos et al. (2013) destacam que os professores apontam que as condições de infraestrutura das escolas e ausência de recursos didáticos também dificultam a realização de uma prática pedagógica desvinculada da realidade do estudante, o que pode gerar uma desmotivação para a aprendizagem. Perante essa realidade são necessárias propostas de mediação do conhecimento relativo aos fluidos magnéticos, que estejam organizadas no formato de atividades experimentais, priorizando a possibilidade de utilização de materiais alternativos, de fácil acesso, com foco nos fluidos magnéticos e suas aplicações.

Portanto, este trabalho teve como objetivo elencar pesquisas e vídeos de atividades experimentais sobre fluidos magnéticos que possam auxiliar o professor no desenvolvimento dessa temática nas aulas de Ciências da Educação Básica. De maneira a ilustrar a importância do estudo e aplicabilidade dos ferrofluidos, a partir das atividades experimentais selecionadas, para trabalhar o tema fluidos magnéticos com uma linguagem compatível com o público alvo, visando facilitar a compreensão do mesmo com relação ao assunto e assim, apresentar uma linguagem científica acessível, didática e relacionada ao cotidiano. Toda a organização foi feita a partir de um levantamento de atividades experimentais, com o objetivo de mediar o conhecimento científico de maneira mais didática para discentes do ensino básico fazendo uso de métodos já existentes.

Referencial Teórico

Os FM são dispersões coloidais de nanopartículas magnéticas em um líquido carreador. Por conta da presença dessas nanopartículas o fluido possui como característica a capacidade de interagir com um campo magnético externo, como consequência dessa interação é possível manipulá-lo, contê-lo e deslocá-lo diferentemente de qualquer outro fluido, fazendo dele um recurso único e aplicável em diversas áreas de pesquisa científica e tecnológica (FERREIRA, 2010).

O primeiro fluido magnético foi obtido em 1779, e Wilson foi responsável por desenvolver a técnica, utilizando a moagem de blocos de ferro (WOLHFARTH, 1982). Essa se tratava de uma técnica extremamente ultrapassada que consistia na dispersão de micropartículas de ferro diretamente na água. Ferreira (2010, p. 27) destaca que “esse procedimento rudimentar não permitia a elaboração de um coloide estável”, a instabilidade estava ligada ao tamanho das partículas de ferro (instabilidade coloidal) e sua oxidação (instabilidade química). Já nos anos trinta, Bitter (1932) e Elmore (1938), foram responsáveis pela tentativa de produzir fluidos magnéticos utilizando a técnica de moagem da magnetita, sendo que o objetivo era produzir um ferrofluido aquoso à base de partículas de magnetita.

No entanto, novamente a estabilidade coloidal não foi alcançada, principalmente por conta do tamanho dos grãos de magnetita, que ainda não possuíam a dimensão adequada. Com o passar dos anos, graças aos avanços tecnológicos no processo de obtenção de partículas menores, se tornou possível a produção de nanopartículas e a utilização de novos processos de peptização (FERREIRA, 2010).

Já na década de 1960, Rosensweig (1985) desenvolveu a serviço da NASA, o método conhecido como “top down”, que consistia na moagem de um material magnético maciço, geralmente magnetita, na presença de surfactantes, atingindo a escala nanométrica. Apesar de apresentar um avanço muito grande na produção de ferrofluidos por conta de já utilizar nanopartículas, ainda se tratava de um processo muito lento, e os fluidos magnéticos produzidos não apresentavam uma estabilidade coloidal muito duradoura.

Nos anos de 1980 foi criado um novo processo de produção de fluidos magnéticos, chamado de método “bottom up” (MASSART, 1981). Esse método consistiu na elaboração e dispersão das nanopartículas magnéticas em meio aquoso. O método “bottom up” apresentou

uma nova forma de se produzir fluidos magnéticos, de maneira mais rápida e versátil, que qualquer um dos métodos anteriores (RODRIGUES, 2010).

Graças aos avanços no campo de pesquisa dos fluidos magnéticos, hoje existem os mais variados estudos acerca das aplicações desses, apresentando um impacto muito positivo nas áreas tecnológica e biomédica (RODRIGUES, 2010). Dentre as aplicações destacam-se os “motores elétricos, alto-falantes, microfones, registro magnético (memórias, fitas magnéticas, discos rígidos) e o transporte de drogas que podem ser direcionadas à órgãos ou tecidos específicos do corpo humano” (IFTEC, 2014).

Como exemplo de aplicações dos coloides magnéticos em dispositivos tecnológicos, Pilati (2017) cita o uso dessa tecnologia na “refrigeração termomagnética de dispositivos eletrônicos [...] em sistemas de vedação, em amortecedores para suspensões adaptativas na indústria automotiva, [...] desenvolvimento de baterias” e outros.

Sobre as aplicações biomédicas, os coloides magnéticos apresentam grande potencial em sua utilização em procedimentos terapêuticos, como no transporte de drogas (quimioterápicos, hormônios sintéticos e outros) administradas com o uso de um campo magnético externo. Também são utilizados em procedimentos que requerem um diagnóstico não invasivo, como ocorre no uso dessas nanopartículas magnéticas à base de óxido de ferro, que agem como agentes de contraste durante o procedimento de ressonância magnética, visando assim o diagnóstico não invasivo de patologias (tumores, doenças cardiovasculares e outras). Como também podem ser utilizados no tratamento de tumores por meio da hipertermia magnética, causando um aumento na temperatura das células cancerígenas e as danificando, sem prejudicar as demais células (PILATI, 2017).

As nanopartículas magnéticas também apresentam uma aplicação promissora no campo ambiental. De acordo com Pilati (2017), fazendo uso dessas nanopartículas e do seu sistema como adsorvente de algumas substâncias, é possível realizar a “separação química magnética assistida”, contribuindo dessa forma para a despoluição de águas contaminadas com metais pesados e poluentes.

Esses são apenas alguns exemplos da aplicabilidade dessa tecnologia que ainda apresenta muito potencial, podendo no futuro expandir seu alcance e se mostrar útil em diversas outras áreas ou se tornar ainda mais importante nas áreas onde é utilizada e estudada atualmente.

A experimentação busca proporcionar a articulação entre a prática e a teoria, ou vice-versa, contribuindo para que o estudante ao observar um determinado fenômeno, seja capaz de realmente compreendê-lo, fazendo uso de um conhecimento científico construído através da relação entre teoria e prática (BASSOLI, 2014). Este conhecimento científico não pode ser transferido pelo docente, o mesmo deve ter em mente que sua função é contribuir com métodos didáticos de ensino, para que o estudante tenha condições de se apropriar do conhecimento científico.

De acordo com Bassoli (2014), o ensino experimental ocorre a partir da conscientização por parte do docente, que deve reconhecer a necessidade de alteração da postura de um ensino mecanizado e sem contextualização, para um diferente onde ocorre a participação ativa do estudante, mudando a forma padrão de aprender e ensinar Ciências.

Uma vez que tal conscientização exista, o docente pode considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, para que dessa forma durante a aplicação dos métodos, a experimentação não ocorra de maneira mecanizada para os estudantes. Proporcionando assim um momento de interação entre o conhecimento científico em desenvolvimento e o conhecimento de senso comum, por fim possibilitando que o discente visualize a apropriação do conhecimento (BASSOLI, 2014).

Utilizar a experimentação nas aulas, é um desafio, principalmente em se tratando de escolas que carecem de recursos materiais e laboratórios. São nesses casos que a criatividade do professor deve entrar em ação e o uso de materiais alternativos, que possuem um baixo custo e são de fácil acesso, passam a ser uma opção bastante viável (BARBOSA, 2020).

Gutierrez et al. (2017, p. 242) definem o termo “materiais alternativos” como sendo tipos de objetos que apresentam baixo custo financeiro ou que possam ser reutilizados, contribuindo assim não só para o ensino, mas para a preservação do meio ambiente. Além disso, esses materiais devem ser de fácil acesso para o professor. Dessa forma, os materiais alternativos são recursos que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando durante a experimentação o envolvimento dos estudantes na confecção dos experimentos, possibilitando a visualização e contextualização dos conhecimentos teóricos, e associando com o dia a dia dos estudantes (GUTIERREZ et al., 2017).

É importante ressaltar que mesmo tendo ao alcance tudo que é necessário para a realização de uma aula usando métodos experimentais, ainda é preciso que haja interesse e

motivação por parte dos estudantes. Mesmo que o docente busque na experimentação uma maneira interativa e diferente para ensinar e aprender ciência, um grande aumento de atividades práticas nas aulas de Ciências não garante a apropriação do conhecimento científico por parte dos estudantes durante o processo ensino e aprendizagem (HODSON, 1990).

De acordo com Hodson (1990), a motivação é peça fundamental nas atividades práticas e pode ser alcançada com uma proposta de investigação durante a experimentação. É normal que nas atividades práticas os envolvidos recebam os materiais juntamente com um roteiro a ser seguido, muitas vezes esse roteiro contém não somente objetivos, procedimentos, mas também os resultados esperados e isso desconstrói totalmente a curiosidade do estudante com relação ao que ele está prestes a vivenciar. Portanto, Hodson (1990) afirma que para despertar a motivação nos estudantes é necessário que a aula envolvendo experimentação também envolva a investigação, uma vez que “a motivação para as crianças mais velhas frequentemente requer um estímulo cognitivo, com a exploração de ideias, a investigação de inconsistências ou o confronto de problemas” (p. 2).

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza básica, que foi escolhida, pois, de acordo com Mól (2017):

[...] “compreende a ciência como uma área do conhecimento que é construída pelas interações sociais no contexto sociocultural que as cercam. Por isto, seu foco é compreender os significados dos fenômenos a partir de quem os vivenciam, considerando tempos e espaços de atuações e reflexões.” (p. 502)

Essa pesquisa é de cunho bibliográfico, pois realizou o mapeamento de material bibliográfico, tratando-se assim de um estudo do tipo “estado da arte” ou podendo ser chamado também de “estado do conhecimento”. Nela são apresentadas as análises e os resultados de um levantamento do material bibliográfico relativo ao tema abordado neste trabalho, dentro de um determinado tempo específico (SHIGUNOV NETO, 2020).

De maneira mais específica, o foco na seleção do material analisado esteve voltado para artigos, monografias, trabalhos de graduação, periódicos e vídeos relacionados ao Ensino de Ciências, nanotecnologia, estudo dos fluidos magnéticos e suas aplicações, atividades didáticas,

experimentos e vídeos relacionados aos FM. O período pesquisado foi do ano 2000 até o primeiro trimestre de 2022. O levantamento da produção científica foi localizado em plataformas de pesquisa nacionais e internacionais: Brasil Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus, Google acadêmico, periódicos Capes, BDTD – Biblioteca digital Brasileira de Teses e Dissertações, Sibi, Science gov, World Wide Science e Web of Science. Os vídeos foram buscados na plataforma YouTube, com exceção de alguns localizados em sites do Google. Essas plataformas foram escolhidas pela facilidade de acesso e por serem reconhecidas pelo seu vasto conteúdo voltado para trabalhos, pesquisas e vídeos relacionados ao ensino de ciências, experimentação nas escolas, metodologias ativas e ao estudo dos ferrofluidos.

Para realização da pesquisa e busca dos trabalhos nas plataformas digitais foram utilizadas as palavras-chaves: Ferrofluidos, Fluidos Magnéticos, Experimentos, Ensino Básico e Ensino de Ciências, destacando que a busca foi restringida para o idioma Português e não houve a determinação de um espaço temporal. Durante a realização do levantamento nas plataformas digitais ficou clara a escassez de trabalhos com a temática fluidos magnéticos voltados para experimentação em ambiente escolar, por isso, não foram estabelecidos critérios mais específicos, além dos descritos a seguir, para inclusão ou exclusão de trabalhos ao levantamento final.

Os artigos foram selecionados com base nos seguintes critérios para inclusão no levantamento de atividades experimentais:

1. Clareza na descrição da proposta do experimento para a educação básica;
2. Contribuir para que estudantes da educação básica se apropriem de um conhecimento acerca do que é um fluido magnético a partir da experimentação;
3. Possibilitar ao docente ilustrar ou apresentar para os discentes alguma aplicação dos fluidos magnéticos no cotidiano do estudante;
4. Uso de materiais alternativos durante o experimento;
5. Possibilidade de associar o experimento a realidade dos estudantes problematizando a influência e impacto que a nanotecnologia pode ter na vida dos indivíduos e no ambiente;
6. Linguagem de fácil compreensão;

Para a análise e escolha dos vídeos que seriam incluídos no levantamento foram estabelecidos os seguintes critérios, além dos já descritos anteriormente:

1. Utilização de materiais alternativos na experimentação;

2. Possibilidade de associar o experimento a realidade dos estudantes problematizando a influência e impacto que a nanotecnologia pode ter na vida dos indivíduos e no ambiente;
3. Ter uma boa qualidade gráfica de vídeo;
4. Clareza na explicação dos procedimentos do experimento;

Vale destacar que o ponto 1, referente à possibilidade do uso de materiais alternativos durante a experimentação, não foi encarado como um requisito excludente, uma vez que essa pesquisa busca atender a diferentes perspectivas de abordagem experimentais. Entretanto, foram priorizadas as atividades experimentais que apresentam a possibilidade do uso de materiais alternativos para a sua realização, considerando a realidade de muitas escolas que não dispõem de matérias convencionais de laboratório.

Os três artigos e o vídeo selecionados foram organizados na tabela 1, contendo os títulos do vídeo e dos artigos que desenvolvem as atividades experimentais e os endereços (links).

Tabela 1 - Relação dos artigos e do vídeo selecionados, juntamente com endereços (links) de acesso.

Vídeo	Endereços (<i>links</i>) de acesso
Vídeo: Como fazer ferrofluido caseiro. (Canal: Manual do Mundo)	https://www.youtube.com/watch?v=a317hwca02I
Artigos	
1. Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de Nanotecnologia no Ensino Médio por Meio de Experimento Didático Envolvendo Preparação e Aplicação de Nanopartículas Superparamagnéticas. (TASCA et al., 2014).	http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_3/12-EEQ-100-13.pdf
2. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. (REBELLO et al., 2012).	http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/02-QS-79-10.pdf

3. Obtenção de nanopartículas magnéticas utilizando materiais do cotidiano: síntese, caracterização e abordagem didática para o ensino médio. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Jq8HCMB7t8BHeQT7XzPcdDk/?lang=pt&format=pdf> (RIBEIRO et al., 2021).

Fonte: Autores, 2022.

Na tabela 1 observa-se a relação dos quatro trabalhos selecionados. Diante da quantidade de trabalhos listados, fica notória a dificuldade de se encontrar obras nacionais, cujo objetivo seja mediação do conhecimento relacionado aos fluidos magnéticos para o ensino básico com o uso da experimentação.

Resultados e Discussão

Foram selecionados um vídeo e três artigos. O vídeo selecionado intitula-se “Como fazer ferrofluido caseiro” e foi produzido e postado pelo canal “Manual do Mundo” na plataforma YouTube em 2012. Se trata de um vídeo com 4 minutos e 20 segundos de duração, onde o diretor e apresentador, Iberê Thenório, começa listando os materiais necessários para o experimento. Em seguida realiza o preparo do ferrofluido, fornecendo as devidas orientações de segurança, e por fim, mostra os resultados do experimento aproximando um ímã do ferrofluido elaborado. Nesse ponto do vídeo é possível visualizar com clareza a interação do fluido com o campo magnético externo (ímã).

O vídeo apresenta um experimento com o objetivo de produzir ferrofluido fazendo uso de materiais alternativos, sendo esse um fator muito importante para sua inclusão nesta pesquisa, posto que as escolas de ensino básico frequentemente não dispõem de espaço e matérias de laboratório convencionais para a realização de experimentos (BARBOSA, 2020). Assim, os docentes que buscam uma maneira didática e interativa para ensinar os conhecimentos relacionados aos fluidos magnéticos em suas aulas, podem usar esse experimento.

De acordo com Francisco Junior e Santos (2011) um dos diversos recursos pedagógicos que podem contribuir com o Ensino de Ciências é o uso de vídeos. Eles podem ser utilizados para introduzir um conteúdo, despertar e motivar a curiosidade dos estudantes, bem como,

possibilitar o contato com experimentos que não poderiam de serem realizados em sala de aula. Portanto, os vídeos experimentais podem ser uma alternativa para a apropriação dos conhecimentos de Ciências Naturais, na ausência de práticas experimentais reais.

Nesse contexto, o “Manual do Mundo” tem demonstrado potencial para promover o interesse dos jovens pelas Ciências, posto que os vídeos têm uma abordagem descontraída das Ciências aproximando os conteúdos científicos do cotidiano dos estudantes. Ele é considerado como o maior canal de ciência e tecnologia no YouTube brasileiro (REALE, 2016).

Portanto, com base nesse experimento o docente tem a possibilidade de trabalhar os conceitos relacionados aos fluidos magnéticos, tais como, a sua composição, bem como, o motivo da interação do FM quando exposto à um campo magnético externo (ímã). Proporcionando aos estudantes uma noção básica do que se trata a nanotecnologia envolvendo os fluidos magnéticos e algumas aplicações dos mesmos no cotidiano. Dessa forma, os estudantes têm a chance de compreenderem a importância e influência dessa tecnologia em nosso contexto social, pois conhecem a base sobre como ela funciona. Nesse contexto, é recomendada a realização de debates com os estudantes sobre o conteúdo abordado no experimento, possibilitando o exercício da visão crítica e problematizada com relação a questões sociais, como já afirmado por Santos (2007).

O primeiro artigo analisado foi publicado em 2015 na revista Química Nova na Escola, por Tasca et al. (2014) tendo o título “Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de Nanotecnologia no Ensino Médio por Meio de Experimento Didático Envolvendo Preparação e Aplicação de Nanopartículas Superparamagnéticas”. Nesse artigo, os autores levaram os estudantes do ensino médio até o laboratório de Química do Instituto de Química da USP, onde participaram de um projeto no qual tiveram a oportunidade de preparar nanopartículas magnéticas a partir de um método experimental didático. Por se tratar de um experimento realizado em um laboratório de uma Universidade, os estudantes tiveram fácil acesso à materiais, que em sua maioria, não são encontrados em escolas públicas, como vidrarias e reagentes.

O uso de materiais alternativos foi priorizado durante a análise e escolha dos experimentos que fazem parte desta pesquisa, no entanto, não foi um requisito excludente, conforme salientando anteriormente. Posto que algumas escolas possuem acesso a materiais específicos e laboratórios. Portanto, o artigo foi selecionado por apresentar um método

experimental didático que simula uma das aplicações da nanotecnologia dos ferrofluidos, que seria a concentração e remoção das manchas de óleo na água.

Lembrando Pilati (2017) que afirma que os fluidos magnéticos apresentam um grande potencial no combate à poluição de águas contaminadas com poluentes. Por isso, foi visualizado nesse experimento a oportunidade de demonstrar a aplicabilidade dos fluidos magnéticos a partir de uma conexão com a realidade dos estudantes.

Apesar desse aspecto positivo, o trabalho analisado de Tasca et al. (2014) apresenta uma linguagem um pouco complexa e faz uso de termos técnicos e científicos. No entanto não é um texto incompreensível. No trabalho foram listados todos os materiais necessários para a realização da prática experimental, os procedimentos experimentais e os passos de simulação da aplicação da nanotecnologia dos ferrofluidos, como recurso de despoluição de águas poluídas com óleo.

O segundo trabalho elencado foi um artigo publicado em 2012 na revista Química Nova na Escola por Rebello et al. (2012), tendo como título “Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA”. Nesse artigo, o experimento realizado pelos autores consistiu na preparação de nanopartículas magnéticas de magnetita. Primeiramente, a atividade experimental foi realizada por estudantes participantes do grupo de pesquisa no qual os autores do artigo fazem parte, sendo “constituído por professores, pesquisadores e alunos do Instituto de Química da UFRJ, além de alunos do Colégio de Aplicação da UFRJ, bolsistas de Iniciação Científica Júnior” (REBELLO et al., 2012, p. 4).

Posteriormente, essa etapa foi gravada para a realização de um vídeo didático, onde os estudantes poderiam fazer comparações do experimento realizado em laboratório de pesquisa com o desenvolvido na escola. Em seguida, foi desenvolvido durante duas semanas o tema de nanociência e nanotecnologia em sala de aula, com uma turma de estudantes do primeiro ano do ensino médio, onde foram realizadas pesquisas individuais sobre o tema e a apresentação do vídeo didático produzido anteriormente.

Na mesma aula, na qual foi mostrado o vídeo, os estudantes foram divididos em grupos para que eles mesmos pudessem preparar as nanopartículas de magnetita, utilizando os roteiros elaborados com antecedência, e assim puderam testar as propriedades magnéticas das nanopartículas utilizando um ímã. Também foi aplicado um questionário visando revisar os conceitos trabalhados. O trabalho foi desenvolvido fazendo uso de uma abordagem CTSA e

foram realizados debates sobre temas sociais com os estudantes. Nesse contexto, os autores constataram que “após a construção coletiva de conhecimentos acerca do tema, a promoção do debate mostrou-se importante como instrumento de reflexão e de conscientização cidadã” (REBELLO et al., 2012, p. 8).

O procedimento experimental apresentado no artigo foi desenvolvido a partir da iniciativa do grupo de pesquisa do qual os autores fazem parte, cujo objetivo é desenvolver experimentos didáticos para o ensino médio com uma abordagem CTSA. O trabalho apresenta linguagem com termos técnicos, mas a leitura é compreensível. No artigo são listados os materiais necessários para a experimentação, os quais em sua maioria são alternativos, pois os autores buscaram tornar essa experimentação viável em escolas que carecem de materiais especializados. Então, fazem uso de reagentes de fácil acesso e baixo custo que podem ser encontrados em lojas comuns e materiais mais simples também como os béqueres. No texto também é descrito com detalhes os procedimentos a serem seguidos durante o experimento. Finalizando, Rebello et al. (2012) apontam que foi possível suscitar nos estudantes a percepção do aspecto dual na inserção de novas tecnologias na sociedade, propiciando a reflexão e debates sobre essa temática. Nesse sentido, Rodriguez e Del Pino (2017) afirmam sobre a importância dos pressupostos da abordagem CTSA estarem presentes na Educação em Ciências, como forma de possibilitar a problematização sobre a produção científica, com o único objetivo de atingir interesse econômicos, e negligenciando os aspectos socioambientais resultantes desses avanços científicos.

O terceiro trabalho elencado foi um artigo de Ribeiro et al. (2021) publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física com o título “Obtenção de nanopartículas magnéticas utilizando materiais do cotidiano: síntese, caracterização e abordagem didática para o ensino médio”. Nesse artigo, a atividade experimental, apresenta características semelhantes ao realizado por Rebello et al. (2012), já que ambas se propõem a desenvolver, embasadas pela abordagem CTSA, metodologias para obtenção de nanopartículas magnéticas em sala de aula fazendo uso de materiais do cotidiano.

Nesse artigo, Ribeiro et al. (2021) desenvolveram as atividades com estudantes do primeiro ano do ensino médio e todo o processo foi dividido em três aulas. Na primeira aula foi realizado um questionário a fim de reconhecer os conhecimentos prévios de cada estudante.. Em seguida ocorreu a explanação do tema a ser trabalhado fazendo uso de recursos didáticos e

ao fim da aula foi apresentada uma animação que segundo os autores tinha como objetivo ilustrar os conceitos de nanoescala de maneira contextualizada e dinâmica.

A segunda aula foi destinada exclusivamente à atividade prática experimental, onde os estudantes realizaram o experimento, relacionado ao tema da aula anterior, fazendo uso de materiais alternativos de baixo custo. Durante a terceira e última aula, foi realizada uma discussão sobre os resultados obtidos após a aplicação da atividade experimental e a relação entre os conteúdos abordados e aplicação da nanociência e nanotecnologia na solução de problemas ambientais, tecnológicos e de saúde pública. Por fim, os autores aplicaram um questionário com o objetivo de avaliar o processo de ensino e aprendizagem da atividade e perceberam uma melhora significativa nas respostas, quando comparadas às anteriores, demonstrando uma apropriação dos conhecimentos por parte dos estudantes acerca do tema.

Assim como os demais artigos analisados, o trabalho de Ribeiro et al. (2021) também apresenta uma linguagem compreensível, apesar de possuir vários termos científicos e técnicos, porém não dificulta o entendimento da proposta e do procedimento experimental. Tanto os materiais alternativos quanto os procedimentos experimentais são listados e descritos detalhadamente, facilitando a sua reprodução por aqueles que resolverem aderir a essa metodologia.

Chegando ao fim dessa discussão, é notável que mesmo que todas as atividades experimentais presentes no vídeo e nos artigos selecionados desenvolvem experimentalmente o tema fluidos magnéticos, ainda existem diferenças fundamentais entre elas. No caso do experimento apresentado no vídeo, os fluidos magnéticos também são preparados com materiais alternativos, que segundo Gutierrez et al. (2017) torna mais viável a experimentação, principalmente nas escolas que não possuem materiais específicos ou laboratórios.

Entre os quatros experimentos selecionados, os artigos de Rebello et al. (2012) e Ribeiro et al. (2021) foram elaborados desde o início, pensando na inter-relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Entretanto, isso não diminui a viabilidade dos outros experimentos, afinal os trabalhos têm em comum a utilização de materiais do cotidiano para a realização de experimentos com FM. Nesse contexto, os experimentos podem ser utilizados não somente no desenvolvimento de conceitos e habilidades, mas também na construção de um pensamento crítico e reflexivo com relação a nanotecnologia (PAULINI et al., 2015).

Considerações Finais

Esse trabalho teve como objetivo elencar pesquisas e vídeos de atividades experimentais sobre fluidos magnéticos que possam auxiliar o professor no desenvolvimento dessa temática nas aulas de Ciências da Educação Básica. De maneira a ilustrar a importância do estudo e aplicabilidade dos ferrofluidos, a partir das atividades experimentais selecionadas, para trabalhar o tema fluidos magnéticos com uma linguagem compatível com o público alvo, visando facilitar a compreensão do mesmo com relação ao assunto e assim, apresentar uma linguagem científica acessível, didática e relacionada ao cotidiano. Toda a organização foi feita a partir de um mapeamento e da análise do material bibliográfico fazendo uso do estudo do tipo “estado da arte”, com o objetivo de mediar o conhecimento científico de maneira mais didática para discentes do ensino básico fazendo uso de métodos já existentes.

Ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa foi possível observar que há poucas obras nacionais que abordam o conhecimento relacionado aos fluidos magnéticos na experimentação para o ensino básico, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. Portanto, acreditamos na necessidade de desenvolvimento de pesquisas e elaboração de trabalhos cuja temática seja a mediação desse conhecimento, pois é um tema que tem apresentado potencial para promover a aprendizagem de conceitos científicos e conhecimento de materiais presentes no cotidiano, mas que são desconhecidos para muitas pessoas, bem como de proporcionar um olhar mais crítico frente a produção científica.

Por fim, os objetivos gerais dessa pesquisa foram alcançados, uma vez que, foi possível identificar três artigos e um vídeo que podem ser utilizados para mediar o conhecimento relacionado aos fluidos magnéticos e suas aplicações de maneira didática. Contribuindo assim com a possibilidade do exercício de uma educação democrática e no desenvolvimento do pensamento crítico e problematizado dos estudantes com relação às questões sociais com base na nanotecnologia (SANTOS, 2007).

Referências

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BARBOSA, T. A. P. **História e filosofia das ciências associadas à experimentação no ensino de ciências**: perspectivas e tendências de pesquisas no Brasil de 1972 a 2018. Tese de doutorado do

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

BITTER, F. Experiments on the nature of ferromagnetism. **Physical Review**, v. 41, p. 507-515, 1932.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

ELMORE, W. C. Ferromagnetic Colloid for Studying Magnetic Structures. **Physical Review.**, v. 54, p. 309, 1938.

FERREIRA, M. de A. **Caracterização eletroquímica de coloides magnéticos visando aplicações nanotecnológicas e nanobiotecnológicas**. Dissertação de mestrado da Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; SANTOS, R. I. Experimentação mediante vídeos: concepções de licenciandos sobre possibilidades e limitações para a aplicação em aulas de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p.105-125, 2011.

GUTIERREZ, D.; SILVA, S.; MARTINS, G. A Experimentação Investigativa: Utilizando Materiais Alternativos como Ferramentas de Ensino-Aprendizagem de Química. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, n. 2, suplementar, p. 238-247, 2017.

HODSON, D. A Critical Look at Practical Work in School Science. **School Science Review**, v.71, n. 256, 1990.

Massart, R. Preparation of Aqueous Magnetic Liquids in Alkaline and Acidic Media. **IEEE Transactions on Magnetics**, v. 17, p. 1247-1248, 1981.

MÓL, G. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017.

NUNES, D.; Pimentel, A.; Santos, L.; Barquinha, P.; Pereira, L.; Fortunato, E.; Martins, R **Metal Oxide Nanostructures: Synthesis, Properties and Applications**. Segunda edição. Editora Elsevier, 2019.

PAULINI, I.; LORENZETI, L.; HIGA, I. A Abordagem CTS em Propostas de Ensino da Nanotecnologia. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências Águas de Lindóia. **ENPEC**, 2015. Disponível em <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1200-1.PDF>. Acesso em 22 de dez. 2021.

PILATI, V. **Estudo Experimental Sobre a Eficiência de Nanopartículas de Ferritas de ZnMn Para Magnetohipertermia: De Características Intrínsecas ao Comportamento Coletivo**. Tese de Doutorado da Universidade de Brasília, Brasília: 2017.

REALE, M. V. **Ciência em comunicação no YouTube brasileiro**: Canal Manual do Mundo. Dissertação de Mestrado da Faculdade Cásper Líbero 2016, São Paulo, 2016.

REBELLO, G.; ARGYROS, M. D. M.; LEITE, W. L.; SANTOS, M. M.; BARROS, J. C.; SANTOS, P. D.; SILVA, J. D. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Revista Química Nova na Escola**, v. 3, n. 1, p. 3-9, 2012.

RODRIGUES, P. C. **Elaboração e Caracterização de Nanocoloides Magnéticos em Elevadas Frações Magnéticas**. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

RODRÍGUEZ, A.; DEL PINO, J. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Perspectivas Teóricas sobre Educação Científica e Desenvolvimento na América Latina. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 1-21, 2017.

ROSENSWEIG, R. E; KAISER, R. **Study of Ferromagnetic Liquid**. NASA Rep, NASA-CR91684, 1969.

ROSENSWEIG, R. **Ferrohydrodynamics**, Cambridge Univ. Press: Cambridge, 1985.

SANTOS, A. H. D.; SANTOS, H. M. N.; JUNIOR, B. D. S.; SOUZA, I. D. S.; FARIA, T. D. L As Dificuldades Enfrentadas para o Ensino de Ciências Naturais em Escolas Municipais do Sul de Sergipe e o Processo de Formação Continuada. In: XI Congresso Nacional de Educação **EDUCERE**, Curitiba, 2013. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/9474_6573.pdf. Acesso em 20 de nov. 2021.

SANTOS, D. S. Práticas pedagógicas de extensão sobre nanotecnologia para o ensino e aprendizado de alunos do ensino médio. **Anais do Seminário Nacional do Ensino Médio Integrado**. Brasília, ISSN 2595-8496, 2018.

SANTOS, W. Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.

SHIGUNOV NETO, A. Panorama da pesquisa em formação de professores: uma análise do que se publica na Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, 2020.

VIEIRA, F. H. M.; SILVA, J. A.; BUENO, A. F. F.; OLIVEIRA, B. M. B.; OLIVEIRA, V. L. A. Metodologias de Ensino-Aprendizagem Na Ciência Numa Escola Da Rede Pública Estadual De Ensino. **Biodiversidade**, v. 17, n. 3, p. 154-162, 2018.

VANIA, F. **Desmistificando a Neutralidade da Ciência e da Tecnologia**: Uma Proposta sobre Nanociência. Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, 2019.

WOLHFARTH, E. P.; **Ferromagnetic Materials**, Volume III, North-Holland Publishing Company: Amsterdam, 1982.