



Materiais Magnéticos para a Educação Inclusiva no Ensino de Química utilizando a impressão 3D

Rafaela Brustolin Alves de Vargas | rafaela.ba01@aluno.ifsc.edu.br¹

Sara Martins Rodrigues | sara.mr@aluno.ifsc.edu.br²

Silene Pereira da Silva | silene.silva@ifsc.edu.br³

Edital nº 01/2025/PROPI - PIBIC-EM

Trabalho de Pesquisa

DT 3 - Educação, Cidadania, Desenvolvimento Social e Práticas Inclusivas

Resumo:

Este projeto investiga, de forma empírica, o desenvolvimento de materiais didáticos de Química com propriedades magnéticas, empregando a tecnologia de impressão 3D como ferramenta para promoção da Educação Inclusiva. A proposta baseia-se na síntese e caracterização de compósitos de poli(ácido láctico) (PLA) incorporados com óxido de ferro, visando à obtenção de filamentos magnéticos adequados para manufatura aditiva. Os resultados obtidos mostram-se promissores, evidenciando a preservação das propriedades físicas e químicas do PLA, aliada à incorporação de comportamento magnético no compósito, o que viabiliza sua aplicação na produção de recursos didáticos inovadores e acessíveis.

Palavras-chave: Química inclusiva; magnetismo; impressão 3D.

Introdução

A educação vem sendo cada vez mais um desafio para educadores em meio a cultura digital. Nesse sentido, novas metodologias aplicadas à educação têm trazido inovação às salas de aula, tornando as aprendizagens mais significativas (BACICH e MORAN, 2018). No entanto, ao se diversificar as metodologias, os docentes devem adaptá-las, a fim de acessar as especificidades de cada estudante, deixando a dinâmica mais inclusiva.

Na Química, algumas metodologias vêm sendo empregadas devido a dificuldade dos estudantes na interpretação dos fenômenos químicos. Exemplo disso, são as práticas

¹ Rafaela Brustolin Alves de Vargas/egressa do Curso Técnico Integrado em Marketing do IFSC.

² Sara Martins Rodrigues/egressa do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC.

³ Silene Pereira da Silva Câmpus Criciúma /Química do IFSC.

experimentais ou o uso de kits de modelos moleculares. Porém, tais práticas não trabalham a inclusão. Estudantes com deficiência visual, não percebem a alteração de cores em reações químicas, nem nos átomos que compõem os modelos moleculares.

Com isso, o desenvolvimento de novos materiais para o Ensino de Química, pelo uso da tecnologia de impressão 3D, gera maiores possibilidades de envolver a inclusão (AGUIAR, 2016). O Poli(ácido láctico) (PLA), polímero derivado de fontes renováveis, utilizado como filamento para alimentar a impressora 3D, se destaca por ser biodegradável e atóxico. Tais características contribuem para seu uso na formação de compósitos poliméricos com propriedades magnéticas (ZHANG, 2019). Tal compósito, mistura do óxido de ferro (Fe_3O_4) com a matriz polimérica de PLA, solubilizada a quente, traz maior homogeneidade ao polímero, aprimorando suas propriedades químicas, físicas e magnéticas.

Diante disso, este projeto tem por objetivo principal a confecção de materiais didáticos magnéticos, para uma Educação Inclusiva no Ensino de Química, a partir da extrusão de compósitos de PLA/ Fe_3O_4 , para produção de filamentos magnéticos a serem introduzidos na impressora 3D.

Fundamentação teórica

O uso de materiais didáticos no Ensino de Química está diretamente relacionado à necessidade de tornar conceitos abstratos mais compreensíveis, especialmente diante da diversidade presente em sala de aula. Nesse contexto, a Educação Inclusiva exige o desenvolvimento de recursos que ampliem as formas de percepção e interação com o conteúdo, promovendo uma aprendizagem mais equitativa (BACICH e MORAN, 2018).

A impressão 3D destaca-se como uma tecnologia promissora no campo educacional, pois possibilita a produção de modelos tridimensionais personalizados, favorecendo a aprendizagem por meio da exploração tátil e visual. No ensino de Química, essa abordagem contribui para a construção de conhecimentos de forma mais significativa e acessível, especialmente para estudantes com deficiência (AGUIAR, 2016).

Além disso, o desenvolvimento de materiais com propriedades magnéticas amplia as possibilidades de interação com os recursos didáticos, permitindo conexões e manipulações ainda mais dinâmicas. A incorporação de óxidos metálicos em matrizes

poliméricas, como o poli(ácido láctico) (PLA), tem sido investigada na literatura devido à possibilidade de obtenção de compósitos com propriedades funcionais específicas, sem comprometer significativamente suas características estruturais (ZHANG et al., 2019; DRUMOND et al., 2004).

Dessa forma, a articulação entre práticas pedagógicas inclusivas, o uso da impressão 3D e o desenvolvimento de compósitos magnéticos evidencia o potencial de criação de recursos didáticos mais acessíveis e interativos, fundamentando a proposta deste projeto.

Procedimentos metodológicos

O projeto teve início a partir do manuseio da impressora 3D e instalação de softwares, adequados para a modelagem de materiais didáticos para o ensino de Química. Os testes surgiram da confecção de um protótipo de mão, que teria como função, auxiliar estudantes com dificuldades motoras na pega de materiais. Após a impressão 3D do protótipo de mão e de moléculas químicas, provenientes de modelos pré-existentes, foram adicionados ímãs de neodímio aos materiais impressos, a fim de proporcionar magnetismo entre eles. Além disso, buscou-se diversificar o tipo de filamento de PLA comercial entre o branco, o fosforescente e o magnético. Na sequência, materiais inclusivos foram confeccionados, como uma Tabela Periódica desconectada e materiais de uso em laboratórios de Química, ambos com identificação em braille. Concomitante a isso, foi avaliada a composição química de um filamento de PLA comercial, cedido para testes, devido a perda de suas propriedades mecânicas. A partir desse filamento, foram realizados testes de solubilidade do PLA com nove solventes orgânicos distintos. O clorofórmio (CHCl_3) e diclorometano (CH_2Cl_2) se destacaram na solubilização do PLA e foram escolhidos para reprodução em maior escala. Após, 20% em massa de óxido de ferro (Fe_3O_4) foi adicionado ao PLA dissolvido, colocado por 30 min em banho ultrassônico e, posteriormente, misturado sob agitação mecânica por 60 min em banho-maria a 50°C. Após a evaporação do solvente, foram obtidas as amostras 1 e 2, referentes a solubilização do PLA em CHCl_3 e CH_2Cl_2 , respectivamente. Os compósitos de PLA/ Fe_3O_4 foram analisados pelas técnicas de Espectroscopia Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Resultados e discussões

Os ensaios, com nove solventes orgânicos diferentes, demonstraram que apenas o clorofórmio e o diclorometano solubilizaram totalmente as amostras de PLA a frio. A acetona e o tetraidrofurano foram parcialmente solúveis, a quente, e os demais solventes insolúveis. Após a modificação dos métodos de preparo dos compósitos poliméricos, foi observado que as amostras apresentaram melhor distribuição do óxido de ferro na matriz polimérica quando o banho ultrassônico e a agitação mecânica foram utilizadas antes do processo de evaporação do solvente. A homogeneidade nas amostras pode ser verificada pela Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) na qual se comparou a morfologia do PLA puro, após o tratamento com os solventes, com os compósitos de PLA/Fe₃O₄. As micrografias do PLA puro mostraram que o clorofórmio modificou a superfície do PLA, deixando um aspecto mais uniforme e homogêneo, enquanto que o diclorometano gerou um aspecto mais heterogêneo e globoso na superfície do PLA. Além disso, pontos brancos observados nas micrografias destacam as partículas de Fe₂O₃ distribuídas em vários pontos de ambas amostras. A caracterização por Espectroscopia Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), indicou a permanência da estrutura polimérica do PLA, devido às bandas características do PLA puro. As absorvâncias características do PLA incluem bandas de estiramento para as ligações C=O (éster) por volta de 1751 cm⁻¹, para os grupos CH (metila) em torno de 2995 cm⁻¹ e 2945 cm⁻¹. Outras bandas importantes como de estiramento assimétrico de C-O em 1195 cm⁻¹ e de estiramento simétrico C-O-C, em 1110 cm⁻¹ (DRUMOND et al., 2004). Como resultados da impressão 3D, foi possível obter algumas modelagens químicas e adicionar ímã de neodímio a elas, facilitando o manuseio e pega do material por pessoas com dificuldades motoras a partir do protótipo de mão. Além disso, alguns materiais de laboratório e materiais didáticos, com identificação em Braille, foram confeccionados via impressão 3D.

Considerações finais

O projeto desenvolvido apresentou uma evolução na pesquisa na qual avançou com a produção de um compósito magnético a partir do uso de um filamento de PLA comercial,

bem como avaliou algumas características e propriedades do compósito obtido. Além disso, também foi possível criar uma primeira proposta de inclusão, a partir da impressão 3D de um protótipo de mão, conectando-o às moléculas químicas pelo magnetismo. As próximas etapas do projeto, envolverá a busca de um solvente menos tóxico para a solubilização do PLA, a variação de percentual de óxido de ferro no compósito, bem como a confecção do filamento 3D magnético e análise técnica de suas propriedades. Desse modo, serão realizadas as etapas finais do projeto com a produção de diferentes materiais inclusivos, ao qual será adicionado o braille nas modelagens de impressão 3D e investigado outras estratégias didáticas para o Ensino de Química, envolvendo a inclusão.

Referência ao fomento recebido

A equipe do projeto agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo fomento recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.

Referências

1. BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso, Porto Alegre, 2018.
2. AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2016.
3. ZHANG, X.; CHEN, L.; MULHOLLAND, T.; OSSWALD, T. A. Characterization of mechanical properties and fracture mode of PLA and copper/PLA composite part manufactured by fused deposition modeling. **SN Appl. Sci.**, 2019, 1 v., 616 p.
4. DRUMOND, W. S.; et al. Síntese e Caracterização do Copolímero Poli (Ácido Lático-B-Glicol Etilênico). **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, 2004, 14 v., 79 p.



5. SHIH, Y.; HUNAG, C. Polylactic acid (PLA)/banana fiber (BF) biodegradable green composites. **J Polym Res**, 2011, 18 v., 2340 p.