CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO DIDÁTICO COM IMPRESSORA 3D PARA ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA BASEADA NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Indalecio Luiz Borges¹, Alex Lino²

¹ Graduando em Licenciatura em Física, bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Caraguatatuba

² Professor Doutor do IFSP, Campus Caraguatatuba, *alexlinoassis@gmail.com*.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Física - 1.05.00.00-6

RESUMO

Diante de um cenário de crise na área da educação, pesquisas em Ensino de Física buscam por novas metodologias com o intuito de motivar o interesse dos alunos em sua aprendizagem. Este trabalho propõe uma atividade didática experimental por meio do ensino investigativo, que se trata de um método que visa estimular os alunos a pensar, questionar e discutir assuntos em sala de aula por meio de situações problema. Este projeto tem o objetivo principal de confeccionar experimentos didáticos de física através da impressora 3D mediado por uma metodologia de aplicação baseada no ensino por investigação. Esta técnica nos permite gerar projetos específicos para desenvolver equipamentos didáticos de física de uma forma eficiente e com baixo custo. Essa combinação nos permite também avaliar como o ensino investigativo pode ser uma ferramenta eficaz no processo de ensino-aprendizagem e o uso de materiais didáticos produzidos por uma impressora 3D. Neste processo foi elaborado uma unidade didática sobre cinemática com uma abordagem investigativa, aplicada em uma turma de Ensino Médio, com o propósito de averiguar quais as vantagens de se usar o ensino por investigação. Antes de realizar o experimento, os estudantes responderam um questionário com algumas questões geradoras de situações problemas, afim de investigá-las por meio do experimento e encontrar possíveis soluções. As soluções e respostas obtidas foram exibidas em um relatório final. Com base nas respostas, em relação ao desempenho e o entusiasmo dos estudantes para o ensino-aprendizagem da Física, foi possível afirmar que foi uma experiência bem sucedida.

PALAVRAS-CHAVE: ensino por investigação; educação; ensino-aprendizagem; Ensino de física; impressão em 3D.

1 INTRODUÇÃO:

Quando se trata do ensino de ciências, muitos estudantes não conseguem desenvolver as habilidades imprescindíveis somente com o uso dessa metodologia tradicionalista. Segundo Borrajo (2017), por vezes, os alunos conseguem até realizar os procedimentos exigidos sem, porém, compreenderem de fato o que estão fazendo.

No ensino de Física vários são os desafios enfrentados pelo professor, dentre eles a desassociação da ciência com a realidade de quem a estuda e da prática com a teoria, por isso não é raro que alunos se questionem sobre o porquê de se estudar física.

As atividades experimentais, quando elaboradas adequadamente, podem trazer essa aproximação para a sala de aula sendo um instrumento relevante gerador de observações e de dados para a reflexão, e de um modo geral, favorecendo o processo de enculturação ou apropriação do discurso científico e a argumentação dos estudantes (VILLATORRE, HIGA, TYCHANOWICZ, 2012).

Na perspectiva de ajudar o estudante a ser sujeito do processo de aprendizagem é que devemos pensar em inserir a prática nas aulas de ciências. Mas não no sentido de fazer o estudante um mero espectador, ao invés, um participante ativo do processo. O estudante deve

participar das práticas investigando, questionando e racionalizando sobre o fenômeno físico envolvido, sempre orientado pelo professor, por meio de um roteiro previamente elaborado sobre determinado estudo. E a atividade deve provocar a reflexão do aluno ao invés da pura matematização do experimento ou simplesmente a obtenção de um número que pouco pode significar para o estudante. Assim o experimento “pode se configurar como um objeto de problematização, sugerindo o confronto entre concepções científicas e conhecimentos prévios dos estudantes” (VILLATORRE, HIGA, TYCHANOWICZ, 2012, p. 107) e ainda permitir que o processo seja realizado através da investigação científica.

No âmbito dessa discussão, o objetivo deste trabalho é a elaboração e avaliação de uma atividade didática experimental de cinemática, baseado no ensino investigativo, que se trata de um método que visa estimular os alunos a pensar, questionar e discutir assuntos em sala de aula por meio de situações problema. O experimento será desenvolvido por meio de uma impressora 3D e sua aplicação metodológica será baseada no processo de ensino por investigação.

2 TEORIA

O ensino por investigação é caracterizado pela compreensão de um conteúdo que os alunos devem desenvolver a partir da experiência. Trata-se de um processo fundamental para desenvolver com os alunos e levá-los a compreender a importância de uma comunidade científica e de como se processa a construção e desenvolvimento do conhecimento científico (BAPTISTA, 2010). Ainda, de acordo com Baptista (2010), este processo envolve tarefas multifacetadas como: realização de observação; elaboração de questões; pesquisas em livros e outras fontes de conhecimentos; planejamento de investigações; revisão do que já se sabe sobre a experiência; utilização de ferramentas para analisar e interpretar os dados; exploração, previsão e resposta à questão pesquisada; envolvimento dos alunos em questões científicas, dando prioridade às evidências para responder às questões; uso de evidências para desenvolver explicações; comunicação dos resultados. O ensino por investigação permite a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento dos mesmos nas atividades experimentais, relacionando com os fenômenos em estudo, permitindo aos alunos sequenciar os processos, além da compreensão de que não existe somente um método científico para fazer ciência, sendo permitido até mesmo que os estudantes sigam suas próprias linhas (BAPTISTA, 2010).

Neste processo de ensino-aprendizagem existem algumas fases que devem ser respeitadas (MONK E DILLON, 1995): 1. Definição de um problema levando em consideração se é uma questão fechada com variáveis especificadas, ou abertas com variáveis não especificadas; 2. Escolha de um método, podendo o professor fornecer o material e o procedimento, ou com escolha livre do procedimento; 3. Soluções, podendo existir uma solução correta, ou várias soluções válidas. É essencial que o professor atenda as três fases propostas, levando em consideração que não existe um único método científico válido e que não há um modelo único para executar uma atividade de investigação.

Uma vez que entendemos como deve ser estruturada uma aula experimental baseada no ensino por investigação, devemos também refletir sobre os materiais utilizados para esses fins didáticos nos laboratórios em aulas de Física. Quando a escola não tem um espaço adequado com equipamentos adequados para a elaboração de atividades experimentais, essas ficam exclusivamente sob a responsabilidade do professor quando deseja aplicar o método em suas aulas. Na maioria das vezes as dificuldades enfrentadas pelos professores estão no desenvolvimento desses equipamentos didáticos, pois se deparam com peças que podem ser personalizadas e não encontradas facilmente no mercado e por isso de difícil produção e de alto custo.

Em relação a esse problema apresentamos como uma das possíveis formas de minimizar essa dificuldade encontrada pelos professores a impressão em 3D. A impressora 3D ou prototipagem rápida, como também é conhecido permite a impressão de materiais em 3

dimensões através da deposição de plástico derretido em camadas em uma plataforma pequena. Os materiais de construção mais utilizados atualmente são o Poli Ácido Lático (PLA), o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e o Politereftalato de Etileno (PET). A impressora 3D é formada por um cabeçote que se movimenta nos três eixos, x, y e z. O injetor de material aquece e puxa o filamento plástico que fica enrolado em uma bobina. O material passa através de um bico extrusor situados no cabeçote para, então, ser depositado na plataforma. Previamente o projeto a ser impresso é carregado no sistema da impressora que inicia a produção, podendo ainda ser regulado a qualidade e densidade do objeto que será confeccionado. Esses projetos de impressão 3D podem ser um grande aliado no processo de ensino-aprendizagem em relação às atividades experimentais (TOLEDO; SANTOS; RIZZATTI, 2019).

Essa tecnologia permite a construção de materiais concretos, que antes era visto apenas em livros e imagens em 2 dimensões, fornecendo ao aluno um contato e uma experiência mais amplo com o conteúdo que está sendo desenvolvido. E permite ainda a construção de simples equipamentos didáticos que podem ser utilizados nas aulas de Ciências com auxílio de roteiros previamente planejados. Com o intuito de superar em parte essas dificuldades, este trabalho visa o desenvolvimento de atividades experimentais de física baseadas no ensino por investigação, por meio da produção de experimentos didáticos utilizando a impressão 3D que permite a confecção de materiais complexos e customizados por um menor custo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Com base na proposta didática experimental por meio do ensino por investigação e problematização, agregou-se ao projeto o uso da impressora 3D, para a elaboração de um protótipo de carrinho guiado por controle remoto, via bluetooth, no qual parte de sua estrutura foi produzida pela impressora 3D e a parte eletrônica utilizou-se um Arduino juntamente com outros componentes eletrônicos. O modelo possibilita ensinar conceitos de cinemática entre outros conceitos físicos envolvidos no protótipo. O modelo do carrinho foi retirado de um site que fornece projetos gratuitos (Thingiverse), a impressora utilizada para confeccionar o modelo foi fornecida pelo laboratório do IFSP campus Caraguatatuba.

Para a realização da atividade foram utilizadas três aulas com duração de 45 minutos cada, das quais uma aula foi destinada a fazer uma breve revisão dos conceitos teóricos e relacioná-los com os conceitos prévios dos alunos e responder ao questionário, outra aula foi destinada a coleta dos dados experimentais e a terceira para que os alunos elaborassem os relatórios.

Para o relatório foi fornecido um modelo pré construído com campos a serem preenchidos como: tabelas, fórmulas utilizadas e campos para responder as perguntas, partindo do pré suposto que estes estudantes estão tendo seu primeiro contato com esta metodologia para descrever um experimento investigativo.

Foram utilizados nesta atividade cronômetros obtidos por aparelhos celulares, um controle remoto também obtido por meio de um aplicativo de celular. Para o questionário foi utilizado o *google forms*, no qual foram criadas questões relacionadas a referencial, velocidade, aceleração e movimento.

Após os estudantes responderem ao primeiro questionário, foi realizado uma revisão dos conceitos teóricos relacionando-os com aos conceitos prévios observados no questionário, de modo a redirecionar os conceitos errôneos e os ressignificando, para que os mesmos pudessem promover uma aprendizagem mais significativa e um melhor entendimento dos conteúdos estudados.

Em seguida os estudantes foram convidados a realizar algumas atividades experimentais. Para a realização do experimento foi disponibilizado um roteiro com os passos a serem executados durante a atividade, também lhes foi fornecido um protótipo de carrinho a

controle remoto. Este protótipo foi elaborado no laboratório de física do IFSP campos Caraguatatuba com o auxílio da impressora 3D. Para garantir o movimento retilíneo do carrinho foi fornecido uma barra de cano pvc $\frac{3}{4}$ na qual o carrinho se orientava em linha reta. Uma fita métrica foi esticada paralela ao cano pvc para medir o trajeto percorrido, e foi colado no chão um pedaço de fita adesiva, para melhorar o campo de visão e assim, para que os alunos pudessem manipular o cronômetro com mais precisão. Quando o carrinho passava pela fita adesiva os alunos determinavam os tempos de passagem. O carrinho era acionado por meio de um aplicativo de celular de controle remoto via *bluetooth*.

Os alunos foram divididos em 7 grupos de 5 integrantes no qual cada integrante teria a tarefa de registrar o tempo gasto pelo carrinho em um determinado percurso. Em um primeiro momento o carrinho percorreu uma distância de 6 metros com velocidade constante e sem parar; os alunos registraram o tempo com o auxílio de um cronômetro; este procedimento foi repetido três vezes por recomendação dos alunos, afim de conferir o tempo médio com maior precisão e posteriormente calcular a velocidade média. Em um segundo momento o carrinho percorreu o mesmo caminho com velocidade aparentemente igual ao momento anterior, porem com três paradas. Em um terceiro momento o carrinho percorreu os mesmos seis metros, no entanto o tempo foi registrado a cada um metro percorrido.

Com os dados coletados, e com base em seus conhecimentos de cinemática, os alunos responderam as 8 questões que foram problematizadas acerca da atividade, com o objetivo de analisar os dados encontrados pelos alunos durante a atividade. Para responder as questões os alunos tiveram que comparar cada fase do experimento analisando o tipo de movimento obtido e entender o porquê de cada comportamento, relacionando o tempo de percurso com as paradas e as velocidades calculadas. Assim contemplando o ensino por investigação. Em seguida discutiram, levantaram suas hipóteses e formularam suas conclusões. Os grupos preencheram um relatório descrevendo como chegaram à resolução das questões, os métodos e fórmulas usados, um registro dos dados em tabela e uma conclusão final elaborada com as respostas das questões. Também foi incluída uma questão relacionada a satisfação ou insatisfação dos alunos para avaliar a proposta didática oferecida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Objetivando avaliar previamente o nível de conhecimento dos estudantes em relação aos conceitos que seriam apresentados nessa atividade, foi aplicado um questionário *google forms*, contendo questões sobre o tema investigado (movimento uniforme retilíneo). Do total de 36 alunos, apenas 12 responderam ao questionário, o restante alegou que não sabiam responder, por não terem afinidade com a matéria e também não terem nenhum interesse na atividade. Porém, este quadro mudou na segunda e na terceira parte da atividade, nas quais apenas 1 dos alunos não participou. A segunda parte foi a aplicação do experimento e todos apresentaram interesse e se comprometeram com a atividade. Em relação às questões abordadas no questionário, foi escolhida uma resposta para destacar uma constatação feita nesta atividade: as respostas apontam uma desmotivação da maioria dos estudantes. Foi possível verificar que 50% responderam que tinham um pequeno interesse, 33% responderam razoável e os outros alegaram não ter nenhum interesse, reiterando que dos 36 alunos presentes em sala de aula, apenas 12 responderam, já os outros se recusaram a responder afirmando não ter interesse pela disciplina.

Foram feitas perguntas simples das quais não precisaria de cálculos ou aplicações de fórmulas, bastando apenas uma leitura do texto e a interpretação da questão. No entanto, a maioria apresentou muita dificuldade em responder, perdendo muito tempo tentando entender qual fórmula ou equação usar para encontrar a resposta, o que mostra um condicionamento e deixa uma impressão de que a Física seja somente aplicação de fórmulas e exercícios matematizados.

A escolha dessa turma ocorreu por indicação do gestor pedagógico e pelo autor do presente trabalho, que por sua vez é estagiário na escola Áurea Moreira Rachou. Quando o gestor pedagógico foi questionado sobre a aparente defasagem dos alunos, sua justificativa foi que: essa defasagem se deu por conta da pandemia de Covid 19. Logo, essa defasagem seria consequência desse período pandêmico e das aulas remotas, o que não justifica a falta de interesse, insatisfação e desprezo dos alunos pela disciplina.

Em relação à segunda parte da atividade, como já foi dito, todos participaram com entusiasmo e comprometimento, anotando os dados coletados no experimento, questionando os procedimentos abordados e levantando hipóteses acerca dos resultados obtidos, atendendo os pré-requisitos para uma atividade experimental investigativa. Na terceira e última parte da sequência didática, afim de verificar se houve aprendizagem e uma ruptura do preconceito em relação à disciplina de física, foi apresentado aos alunos um modelo de relatório no qual foi descrito todo o processo e avanço na experiência. Este relatório foi composto por algumas perguntas semelhantes às do questionário, sendo possível comparar a evolução dos estudantes. Para isso, foram selecionadas algumas perguntas e as respostas obtidas em dois grupos, no qual parte do grupo foi composto pelos mesmos alunos que responderam de forma errônea ou nem responderam por não encontrarem a fórmula, como citado anteriormente. Em seguida apresentamos as perguntas e as respostas de um dos grupos participantes, ressaltando que os integrantes desse grupo participaram das três fases da atividade, responderam ao questionário, executaram o experimento e preencheram o relatório, possibilitando realizar uma análise evolutiva, tratando o antes e após a didática aplicada.

Pergunta (a) do experimento 1: Devemos repetir o experimento para calcular a velocidade média do carrinho? Quantas vezes seriam necessários?

Resposta, grupo (A): sim pelo menos três vezes para tirar uma média;

Pergunta (b) experimento 1: Esse tipo de atividade nos permite dizer que o carrinho executou um movimento constante?

Resposta grupo (A): sim os tempos foram bem parecidos e a velocidade média também nas três vezes que o carrinho fez o percurso;

Esta resposta o grupo obteve apenas por meio da observação embora tivessem calculado a velocidade média.

Pergunta (a) experimento 2: Porque que a velocidade média encontrada foi diferente do experimento 1?

Resposta Grupo (A): por que teve um intervalo no movimento;

Os integrantes do grupo atribuíram a parada como causa principal para a diferença entre a velocidade médio dos experimentos 1 e 2

Pergunta (b) experimento 2: O carrinho executou um MRU? Por que?

Resposta grupo (A): não, pois teve intervalos de alguns segundos e o carrinho diminuiu sua velocidade;

Mais uma vez ambos o grupo relacionou a parada e a redução da velocidade com a quebra do movimento uniforme.

Pergunta (a) experimento 3: O carrinho percorreu aproximadamente distâncias iguais em intervalos de tempo iguais?

Resposta grupo (A): Sim, porém com diferenças de milésimos;

Pergunta (b) experimento 3: Como podemos comprovar que o carrinho executou um movimento retilíneo uniforme?

Resposta, grupo (A): o carrinho não fez parada, apenas contamos o tempo de um metro, em um metro e comparamos;

Por entender que se os tempos são aproximadamente iguais em cada percurso de um metro registrado, logo a velocidade é aproximadamente igual para todos os percursos,

Pergunta (c): Qual a velocidade média do carrinho quando executou o movimento retilíneo uniforme?

Resposta grupo (A): velocidade média e instantânea é 0,35 m/s;

Pergunta (d): A partir dessa atividade você consegue identificar um MRU?

Resposta grupo (A): sim;

Pensando no fato de que alguns integrantes desse grupo não foram capazes de identificar o movimento retilíneo na questão aplicada no questionário, podemos dizer que houve uma evolução conceitual.

Pergunta (e): forneça algum exemplo de MRU.

Nenhum grupo respondeu esta questão. Um possível motivo para nenhum dos grupos terem respondido, pode ter sido a falta de tempo, visto que apesar de terem sido disponibilizadas três aulas, a maioria dos grupos não completaram o relatório, pois encontraram muitas dificuldades na dinâmica, por ter sido um primeiro contato com essa didática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na atividade aplicada, pudemos constatar que houve uma grande eficácia no uso do experimento criado na impressora 3D quando mediado pelo ensino por investigação. O experimento se mostrou uma ferramenta didática prática e facilmente manipulável, além de elencar com a prática conceitos teóricos, experiências do cotidiano, com os conceitos de Física. Proporcionou aos estudantes, por meio da metodologia de ensino por investigação, uma experiência que retrata a nossa realidade trazendo a problematização para sala de aula.

Podemos constatar também, que houve um progresso acerca dos conteúdos aplicados na atividade, porém todos apresentaram muitas dificuldades com o relatório, com a organização dos grupos e com a dinâmica da atividade, pois tudo era novo para eles, que afirmaram ser a primeira experiência com este tipo de didática, o que retrata mais um problema acerca do ensino de Física nas escolas. No entanto, podemos concluir que a atividade foi bem sucedida e eficaz dadas as circunstâncias.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, Monica Luiza Mendes. **Concepção e implementação de actividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. 561 f. Tese (Doutorado) Curso de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010. FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Edit. Paz e Terra: São Paulo, 2002.
- BORRAJO, T. B. **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**. 2017.117 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- MONK, M.; DILLON, J. **Learning to teach science: Activities for students, teachers and mentors**. London: Falmer Press, 1995.
- TOLEDO, Katharine Coimbra; SANTOS, Beatriz Madeira dos; RIZZATTI, Ivanise Maria. **O USO DA IMPRESSORA 3D NA CONSTRUÇÃO DE GEOMETRIAS MOLECULARES COMO UMA PROPOSTA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA, ADAPTADO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Conedu, 2019. p. 1-10. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA19_ID13308_26092019150831.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.
- VILLATORE, A. M. HIGA, V. TYCHANOWIEZ, S. D. **Didática e Avaliação em Física**. Curitiba: Intersaberes, 2012.