

## **ENSINO INTEGRADO DE FÍSICA E MATEMÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS – UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

### **INTEGRATED TEACHING OF PHYSICS AND MATHEMATICS THROUGH EXPERIMENTAL ACTIVITIES - AN INTERDISCIPLINARY PROPOSAL IN TEACHER TRAINING**

**Sidnei Fernandes de Souza<sup>1</sup>, Vítor da Silva Botelho<sup>2</sup>,  
Damião de Sousa Vieira Júnior<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba / Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística, s.fernandebomb.ssouza@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba / Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística, vitorbotelho20@gmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba / Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística, damiao.vieira@ifsudestemg.edu.br

#### **Resumo**

Este trabalho apresenta os resultados preliminares de uma pesquisa desenvolvida em nível de iniciação científica com Licenciandos em Matemática, cujo objetivo é avaliar as possibilidades da introdução de metodologias ativas para o ensino de tópicos de Matemática através de práticas experimentais de Física a alunos do ensino médio. Guiadas por roteiros bem elaborados, desenvolvidas em pequenos grupos de alunos e confeccionadas, na maioria das vezes, com materiais reciclados e/ou de baixo custo, as atividades práticas revelam um método eficiente para aprendizagem significativa de Matemática e Física, especialmente quando criadas e incentivadas pelo professor de Matemática. Como avaliação da hipótese proposta, realizamos intervenções em turmas do primeiro ano do ensino médio integrado a cursos técnicos, em um Instituto Federal, usando uma metodologia de ensino que soma à aula expositiva habitual de Matemática uma atividade prática. Este artigo mostra os resultados da primeira atividade desenvolvida, abordam os conceitos de funções lineares e movimento circular uniforme (MCU) através de uma atividade experimental desenvolvida com materiais reciclados. Embora práticas experimentais semelhantes pareçam inerentes ao ensino de Física, sugerimos aqui seu estímulo e adoção em cursos de formação de professores de Matemática, com objetivo de desenvolver nesses licenciandos uma prática docente naturalmente contextualizada e interdisciplinar.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Interdisciplinaridade, Atividade Experimental.

**Abstract**

This work presents the preliminary results of a research developed at level of scientific initiation with undergraduates in Mathematics whose objective is to evaluate the possibilities of the introduction of active methodologies for the teaching of Mathematics topics through experimental practices of Physics to high school students. Guided by well-crafted scripts, developed in small groups of students and most often made from recycled and / or low-cost materials, practical activities reveal an efficient method for meaningful learning in Mathematics and Physics, especially when created and encouraged by the mathematics teacher. As an evaluation of the proposed hypothesis, we performed interventions in first-year high school classes integrated into technical courses in a Federal Institute by using a teaching methodology that adds a practical activity to the usual expository Mathematics class. This article shows the results of the first activity developed, addressing the concepts of linear functions and uniform circular motion (MCU) through an experimental activity developed with recycled materials. Although similar experimental practices seem to be inherent in Physics teaching, we suggest here its stimulation and adoption in Mathematics teacher training courses, with the aim of developing in these undergraduates a naturally contextualized and interdisciplinary teaching practice.

**Keywords:** Teaching of Physics, Interdisciplinarity, Experimental Activity.

**Introdução**

Observa-se no Brasil uma significativa dificuldade de aprendizagem nas disciplinas básicas de ciências naturais entre os estudantes da educação básica, especialmente em Física e Matemática. Embora este quadro seja antigo, não observam-se iniciativas de gestão pública eficazes na melhoria dessa situação, o que vem sepultando dia a dia a formação propedêutica nas escolas públicas de educação básica brasileiras. Políticas paliativas de acesso às universidades, como o sistema de cotas, admitem a falha e mitigam o problema, mas nunca tem por objetivo saná-lo, o que demandaria um intenso e duradouro trabalho de resgate da educação básica.

Sob a égide da atuação docente, há ainda o desafio de se promover uma constante evolução de novos métodos de ensino que busquem o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem, fugindo ao tedioso método tradicional. Restringindo nos às disciplinas de ciências naturais, parte da precariedade na formação básica se dá devido à limitada carga horária dentro do currículo - na Física, por exemplo, a maioria esmagadora das escolas públicas de ensino médio dedicam apenas duas horas aula semanais à disciplina, sem esquecer que sua abordagem praticamente não existe no nível fundamental. Soma-se a isso a quase inexistência de aulas experimentais ou novas tecnologias de ensino, implicitamente imputando aos alunos a percepção que ciência é algo enfadonho, puramente teórico e pouco vinculada ao mundo natural e tecnológico.

Embora existam inúmeras propostas didáticas inovadoras na literatura educacional, é onipresente a necessidade do aprimoramento constante de uma prática cotidiana de ensino de Física e Matemática que seja contextualizada, construtivista (VIGOTSKI, 2008), interdisciplinar (FAZENDA, 2008; VAZ, 2011; TIRONI, 2013) e ainda atrativa e interessante para alunos adolescentes. Nesse

contexto, há de se ressaltar o consenso entre os profissionais da área de pesquisa em Ensino de Física que as atividades experimentais são fundamentais no processo de aprendizado da Física (CARVALHO, 2006; FILIPA, 2017; SOUZA, 2015). As atividades experimentais são extremamente importantes pois ilustram o conteúdo e tornam menos abstratos conceitos fundamentais, que muitas vezes o aluno já conhece de maneira informal através de subsunções adquiridos com as suas próprias experiências (MOREIRA, 1982). A realização da prática experimental, mostra que os alunos se manifestam mais na aula, sentindo-se mais à vontade para indagar e sanar dúvidas conceituais sobre diversos assuntos (ZATTI, 2010). Recentemente, propostas alternativas de ensino modernas que utilizam montagens experimentais de baixo custo em uma perspectiva lúdica e interativa, tem criado ambientes de aprendizagem ativa com excelentes resultados (ARAUJO, 2017; PARREIRA, 2018). Por outro lado, pesquisas demonstram que os ambientes e/ou metodologias de aprendizagem ativa, onde os alunos são colocados diante de situações problema a serem solucionadas a partir de suas próprias reflexões e discussões entre os colegas, tem obtido melhores resultados de aprendizagem em Física quando comparados ao método tradicional puramente instrutivo (KORFF, 2016).

Sob tais perspectivas, nosso objetivo é avaliar o impacto da introdução de uma metodologia de aprendizagem ativa aliada a ambientes com aparatos experimentais interativos – em que os próprios alunos desenvolvam, de maneira parcialmente orientada, experimentos que os levem a raciocinar e discutir entre si sobre conflitos cognitivos suscitados previamente dentro de conceitos Físicos e Matemáticos abordados tradicionalmente no ensino Médio. Uma vez que a carga horária da disciplina de Física nesse nível de ensino é geralmente pequena, na maioria das escolas é de duas horas aula semanais, é extremamente interessante que o professor de Matemática, que dispõe do dobro de tempo semanal com os alunos, e que necessita desenvolver uma prática docente interdisciplinar e construtivista, passe a desenvolver ambientes de aprendizagem ativa através de atividades práticas de Física. Nesse intuito, temos incentivado esse tipo de atividade, na forma de projetos de iniciação científica com Licenciandos em Matemática, onde estudamos os impactos positivos de tal prática, tanto pelo lado da aceitação e melhora da aprendizagem dos alunos de ensino médio envolvidos, quanto na relevância à formação docente dos futuros professores de Matemática.

Como primeira experiência da hipótese a ser avaliada, apresentamos os resultados de uma atividade realizada, conforme a metodologia proposta, com alunos do primeiro ano do ensino médio integrado a curso técnico de um Instituto Federal. O objetivo da atividade é integrar o estudo de planos cartesianos e funções lineares - assuntos tratados tradicionalmente nas aulas de Matemática dessa série, ao estudo do movimento circular uniforme (MCU) e acoplamento de roldanas – assuntos tratados nas aulas de Física. Para isso, criamos uma montagem experimental com materiais reciclados e desenvolvemos uma atividade prática a partir dela. Ao longo da prática, além de observar em tempo real os princípios físicos envolvidos, os alunos constroem tabelas e gráficos do número de voltas em função do tempo para alguns dos MCU's observados. A atividade permite a abordagem natural dos conceitos de função linear, por exemplo - identificando as diferentes frequências dos movimentos através das inclinações dos diferentes gráficos obtidos. Ao final da prática os alunos responderam questões indagando se a atividade experimental despertou-lhes maior interesse por Física e Matemática, se

possibilitou-lhes maior compreensão do conteúdo trabalhado e se este tipo de atividade deveria ser realizado mais vezes. Suas respostas e a narrativa dos docentes envolvidos reforçam claramente a relevância da atividade experimental no processo de ensino-aprendizagem.

### **Metodologia**

Optamos em trabalhar com turmas do primeiro ano do ensino médio dos cursos técnicos integrados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. Tal escolha se deve ao fato das turmas de primeiro ano apresentarem historicamente índices de evasão e repetência superiores às de segundo e terceiro anos, evidenciando assim uma necessidade maior de intervenções pedagógicas diferenciadas junto a essas turmas. As atividades são conduzidas pelos alunos de Licenciatura em Matemática orientados por um professor de Física da Instituição. Dado a dinâmica dos cursos técnicos integrados, usamos essa atividade como uma das ações pedagógicas de reforço para alunos com rendimento insatisfatório em Física e Matemática simultaneamente. Assim, aplicamos a atividade teste para uma turma de 18 alunos do curso técnico integrado em Zootecnia e para uma turma com 11 alunos do curso técnico integrado em Informática, envolvendo um total de 29 alunos. O estudo e desenvolvimento apropriado dos conceitos de função linear e do movimento circular são fundamentais para o pleno desenvolvimento dos estudantes em Física e Matemática ao longo de todo o ensino médio, e em uma variedade de cursos de graduação que tais estudantes possam cursar no futuro, o que norteou a definição inicial destes tópicos para o trabalho de pesquisa.

Para observar os aspectos simples do movimento circular uniforme de uma partícula, utilizamos uma montagem comercial, de propriedade do Laboratório de Física do Instituto Federal, que consiste em uma polia acoplada a um motor elétrico de velocidade variável. Fizemos três marcações na polia em diferentes distâncias do eixo de rotação, conforme ilustrado na figura 1-a. Para a análise do acoplamento entre polias, construímos uma montagem a partir de materiais reciclados: motor de espremedor de frutas, CD's obsoletos, engrenagens e polias obtidas de sucatas de equipamentos eletrônicos e pedaços de madeira. Tal equipamento está ilustrado na figura 1 – b.

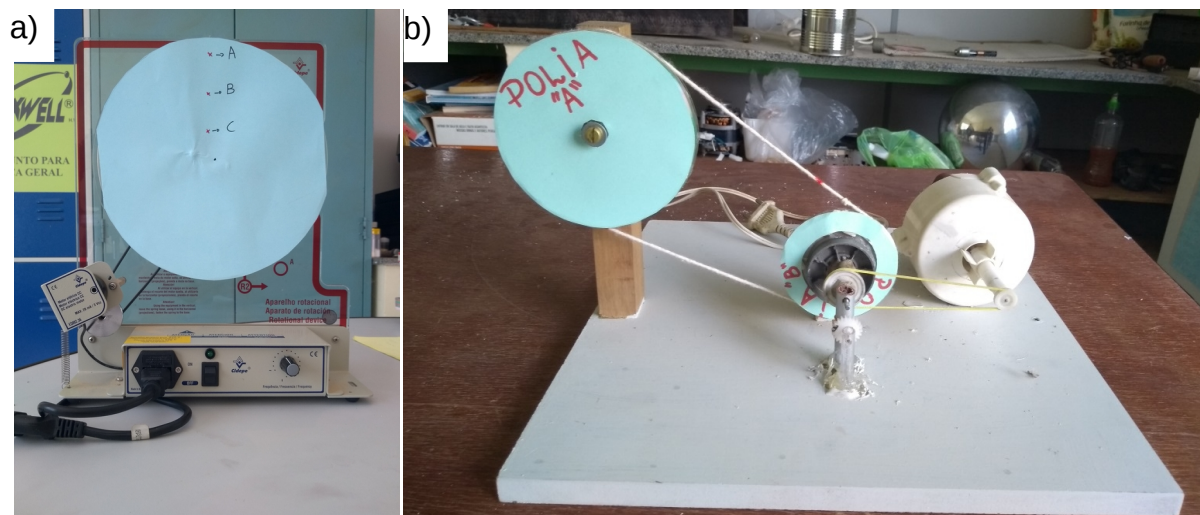
Elaboramos um roteiro guia para a atividade, que começa com uma sucinta introdução dos conceitos fundamentais para a compreensão do experimento, como frequência, período, velocidade linear e velocidade angular, já que os assuntos a serem trabalhados na atividade já haviam sido introduzidos previamente. O roteiro orienta as ações que devem ser realizadas pelos próprios estudantes, organizadas de modo a guiar suas percepções e raciocínio no desenvolvimento dos desafios propostos ao longo da atividade. O roteiro foi impresso reservando espaços adequados para a anotação dos dados obtidos, para as tabelas e gráficos sugeridos e para as respostas às indagações e desafios propostos, gerando assim um material organizado e autossuficiente para a atividade.

Após breve exposição pelos licenciandos sobre a dinâmica a ser realizada, os alunos dividiram-se em duplas, e um trio na turma de Informática. Distribuímos os roteiros e organizamos as montagens experimentais em dois pontos distintos da sala

## XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – 2018

de aula regular de cada turma, a fim de facilitar a proximidade das montagens com os estudantes. Como dispúnhamos de apenas duas montagens, as duas etapas da atividade foram realizadas de forma demonstrativa, onde cada grupo de alunos coletava seus dados individualmente, aproximando-se das montagens que ficaram ligadas durante toda a coleta de dados.

**Figura 1 - Montagens Experimentais**



a) Equipamento comercial. b) Equipamento construído com material reciclado.

A primeira parte da atividade proposta utiliza a montagem da figura 1 - a, onde os alunos são incitados a observar a trajetória circular de cada ponto marcado na polia. Medem o tempo de uma volta completa e o comprimento da trajetória circular de cada ponto. Tais medidas de tempo são realizadas com o auxílio do cronômetro de seus celulares e uma metodologia apropriada, onde marcam o tempo de inúmeras voltas da polia e daí obtêm o tempo de uma volta completa. Metodologia prevista por nós e desenvolvida pelos próprios alunos após perceberem que não conseguem fazer a medida de tempo com precisão observando apenas uma volta da polia. O comprimento da trajetória é obtido a partir da medida direta do raio da trajetória de cada ponto, feita com régua antes do equipamento ser ligado, permitindo-nos trabalhar implicitamente conceitos de geometria plana no círculo. A partir destes primeiros dados, os alunos são questionados em relação às características das velocidades lineares e angulares, e ainda sobre frequência e período de cada ponto em observação.

Habitados a medir o período no MCU das polias, começamos a segunda parte da atividade utilizando a montagem com material reciclado, figura 1 - b. Nesta, os estudantes observam o acoplamento de polias e anotam no roteiro quais polias estão acopladas por correias e quais por eixos, identificando as características em comum e suas relações. Daí foram instruídos a coletar, para as duas maiores polias observadas e para a menor (atrelada ao eixo do motor), no mínimo cinco pares de valores: número de voltas e respectivo intervalo de tempo. Orientamos a construção de tabelas apropriadas e a marcação dos pontos obtidos em um gráfico do número de voltas ( $N$ ) em função do tempo, obtendo cada grupo de alunos três diferentes conjuntos de pontos, um para cada polia. A marcação de pontos no plano cartesiano, a discussão acerca da notável linearidade entre os pontos obtidos, e a diferença na

inclinação da melhor reta que ajusta os pontos para cada polia, representando as distintas frequências de giro observadas de cada uma delas, foram os aspectos matemáticos desenvolvidos naturalmente pelos estudantes nesta etapa da atividade, de forma concreta e contextualizada.

As atividades foram finalizadas com uma avaliação qualitativa sobre a percepção dos estudantes em relação a este tipo de metodologia. Tal avaliação consistiu na aplicação de um questionário com cinco questões: quatro acerca das percepções gerais em relação à atividade, com possibilidades de respostas restritas a sim ou não e uma questão acerca dos elementos sensoriais cognitivos, em que questionamos sobre qual parte da prática eles sentiram mais facilidade, podendo decidir dentre quatro alternativas de resposta.

### Resultados e discussão

As questões e as respostas dos questionários de percepção em relação aos aspectos gerais das atividades, estão organizadas na tabela 1. Podemos perceber claramente o quanto tais atividades podem ser estimulantes e significativas para os alunos, onde constatamos que a maioria deles (86%) se manifesta a favor de um número maior de atividades do tipo e acredita que a atividade contribui com o aprendizado dos conteúdos envolvidos.

**Tabela 1 – Resultado: Questões Objetivas**

<b>Questão</b>	<b>SIM (%)</b>	<b>NÃO (%)</b>
1. Você gostaria que atividades similares fossem aplicadas mais vezes?	86%	14%
2. Essa experiência contribuiu com sua visualização do conteúdo das aulas?	86%	14%
3. O movimento circular está presente no seu dia a dia?	83%	17%
4. O experimento seguido da atividade despertou seu interesse pelo conteúdo de Física?	66%	34%

A última questão tem por objetivo verificar a importância de elementos subsunçores para a realização da prática e observar em quais dos tópicos relacionados a probabilidade de aprendizagem significativa dos estudantes é maior. Com as respostas da última questão, identificamos qual tarefa dentro da atividade realizada apresentou menor dificuldade de realização por parte dos alunos, o que revela uma estrutura de elementos subsunçores preexistentes em torno desse assunto. A questão proposta, as alternativas de resposta e os resultados obtidos estão apresentados na tabela 2.

**Tabela 2 – Resultado: Questão Especial**

<b>Qual parte do experimento você sentiu maior facilidade?</b>	<b>Percentual de escolha</b>
1. Entender as atividades a serem realizadas a partir do roteiro	7%
2. Preencher as lacunas e tabelas do roteiro	14%
3. Montar os gráficos a partir dos dados tabelados	41%
4. Relacionar os conteúdos de Física com a atividade proposta	38%

Os resultados da última questão mostram que os alunos sentem mais facilidade nas tarefas da atividade que relembram os conceitos trabalhados previamente de forma teórica em sala de aula, que foram os conceitos relacionados ao movimento circular e a construção de gráficos de funções lineares. Dessa forma, tais subsunçores preexistentes aumentam a probabilidade de um desenvolvimento cognitivo mais eficaz e significativo nesses aspectos. Os resultados demonstram claramente o quanto tal metodologia didática pode ser relevante à aprendizagem dos estudantes.

Sob o aspecto da formação docente dos futuros professores de Matemática, estes puderam observar as dificuldades e os meios de superação das mesmas pelos quais os alunos passaram durante a atividade, interagindo entre si e aprendendo com os próprios erros. Durante a prática muitos alunos mostraram grande interesse em compreender como tudo havia sido montado, o que nos indica que a situação apresentada realmente os estimula a aprender e revela claramente o prazer em realizar experimentos. Sem dúvida os futuros docentes crescem em experiência profissional dentro de uma perspectiva metodológica que contextualiza os conteúdos de Matemática através de experiências interdisciplinares com a Física.

### **Conclusão**

Nesse trabalho apresentamos os resultados de uma pesquisa que visa avaliar os impactos de uma metodologia didática para o ensino ativo e interdisciplinar de Matemática e Física com objetivo de fomentar uma prática docente que viva em constante evolução. Os resultados sugerem que os futuros docentes de Matemática podem desenvolver práticas experimentais simples, construídas com material de baixo custo e ancoradas em conceitos físicos, que permitam uma abordagem concreta e natural de conceitos matemáticos tratados tradicionalmente de forma teórica e abstrata. Baseados em uma experiência do método realizada com alunos do primeiro ano de cursos técnicos integrados ao ensino médio, verificamos que estes alunos vivenciam com a prática um processo de construção do aprendizado onde coletam informações, organizam ideias, fazem relações com o cotidiano e chegam às soluções de problemas. Sabemos que não há receita pronta, mas o experimento evidencia mais um caminho para se criar um ambiente mais propício à aprendizagem significativa, onde o aluno pode desenvolver seus conhecimentos de Matemática e Física de forma naturalmente interdisciplinar.

Embora a prática experimental seja inerente ao ensino de Física, quando adotada pela docência na Matemática mostra-se naturalmente contextualizada e

interdisciplinar, revelando as conjecturas matemáticas do mundo físico. No sentido prático, o professor de Matemática dispõe, geralmente, de muito mais tempo de aula no currículo de todo o ensino básico, permitindo-lhe dedicar tempo à atividades práticas. Se assim o fizer, o professor de Matemática incorporará uma metodologia de ensino mais ativa e construtivista. Acreditamos que a adoção e evolução deste tipo de prática possa contribuir significativamente na almejada melhoria da qualidade de ensino de ciências nas escolas de educação básica brasileiras.

### Referências

- ARAUJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. e OLIVEIRA, A. L. Revista Brasileira de Ensino de Física **39**, nº 2, e2401 (2017).
- CARVALHO, A. M. P e CAPECCHI, M. C. V. M. Pro-Posições (UNICAMP) **17**, n. 1, 137-153 (2006).
- FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2008. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).
- FILIPA, O. e PAIXÃO, J. A. Revista Brasileira de Ensino de Física **39**, nº 1, e1402 (2017).
- KORFF, J. V.; ARCHIBEQUE, B.; GOMEZ, K. A.; HECKENDORF, T.; MACKAGAN, S. B.; SAYRE, E. C.; SCHENK, E. W.; SHEPHERD, C.; e SORELL, L. American Journal of Physics **84**, 969 (2016).
- MOREIRA, M. A. e MASINI, E.F.S. Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes. 1982.
- PARREIRA, J. E. Revista Brasileira de Ensino de Física **40**, nº 1, e1401 (2018).
- SOUZA, L. A.; SILVA, L.; HUGUENIN, J. A. O. e BALTHAZAR, W. F. Revista Brasileira de Ensino de Física **37**, nº 4, 4311 (2015).
- TIRONI, C. R. e SILVA, V. L. S. Simpósio Internacional sobre Interdisciplinaridade no Ensino, na Pesquisa e na Extensão – Região Sul, Florianópolis, 2013, disponível em <<http://www.siepe.ufsc.br/anais>>.
- VAZ, L. J. L. R. e PINHO, M. O. Zetetiké **19**, nº 35, 179 (2011).
- VIGOTSKI, L. S. *Pensamento e Linguagem*, Editora Martins Fontes, São Paulo, (2008).
- ZATTI, F.; AGRANIONIH, N. T. e ENRICONE, J. R. B. Aprendizagem matemática: desvendando dificuldades de cálculo dos alunos. **Perspectiva**, Erechim, v. 34, n. 128, p. 115-132, 16./mar. 2018. Disponível em: <[http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/128\\_142.pdf](http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/128_142.pdf)>.