

ATIVIDADES MÃO NA MASSA: UM MÉTODO DE SALA DE AULA INVERTIDA PARA O ENSINO DE FÍSICA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

João Henrique Ribeiro do Rosario – joaohenriquerosario@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Elétrica

Lukas Ribeiro Moura de Sousa – lukasmourasousa@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Civil

Maria Clara de Lima Faro – mariaclarafaro1@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Civil

José Benício da Cruz Costa – benicio.fisica@gmail.com
Escola de Ensino Técnico e Médio do Estado do Pará Dr. Celso Malcher

Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto
66.075-110 – Belém – Pará

Resumo: O presente artigo busca apresentar os fundamentos e a eficácia das atividades “Mão na massa”, um dos produtos educacionais do Laboratório de Inovação Didática em Física (LIDF) para ensino de Física (ou da disciplina) para os cursos de engenharia da Universidade Federal do Pará (UFPA). Deu-se ênfase a base teórica sólida onde tais atividades foram desenvolvidas, tais como: Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo e os princípios da sala de aula invertida. Os dados foram obtidos por meio de observação sistemática e registro tabelado dos dados por monitores do projeto enquanto os alunos estavam envolvidos na análise de problemas físicos em experimentos dinâmicos. Por fim, esse produto educacional apresentou um grande percentual de adesão dos alunos, cujo engajamento em situações desafiadoras é fundamental para o desenvolvimento de competências.

Palavras-chave: Ensino de Física. Atividades Mão na massa. Sala de aula invertida. Sequência didática.

1 INTRODUÇÃO

A educação em Física é uma das principais portas de entrada para as demais ciências voltadas para competência em tecnologia, química, medicina, engenharia, ciência ambiental e, até, administração e economia. Entretanto, a percepção pública dominante é a de que a Física seja entediante, abstrata e fundamentalmente irrelevante. Muitos estudantes universitários percebem essa disciplina como sendo difícil ou desagradável; por isso, optam por não seguir graduação em Física (ENBANG, 2016).

Infelizmente, na sala de aula, muitas vezes, o ensino não leva em conta a importância da criatividade, isto é, como se a ciência tratasse unicamente de problemas bem estruturados,

para os quais existem respostas conhecidas e apenas um modo “correto” de resolução. Não somente se deixa de prestar qualquer atenção à solução inovadora de problemas como, também, salvo algumas exceções, há pouco ensino da maioria das habilidades cognitivas em nível superior. Como resultado, os alunos são condicionados à passividade intelectual (DEHAAN, 2011).

Tendo em vista a importância da dinamização do ensino da Física, uma vez que, trata-se de uma ciência experimental, é necessário romper a tradição pautada apenas em livros-texto, explanação teórica e testes de memorização estrategicamente intervalados e instaurar métodos de aplicação dos conceitos recém adquiridos. No Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC/UFPA), as lacunas na aprendizagem dos ingressantes de graduação nas engenharias são preocupantes, pois organizar ideias coerentes para analisar e resolver problemas inéditos nada mais é do que o esperado de um bom engenheiro.

A utilização dos modelos qualitativos em aulas expositivas das disciplinas do ciclo básico facilita a compreensão do aluno. Isso evidencia que expor a representação física dos conceitos teóricos resulta maior velocidade no processo de ensino-aprendizagem (PAIVA, 2001). A união coesa de teoria e prática ajuda a diminuir algumas abstrações, assim as dificuldades aparecem para serem superadas com esforço próprio do aluno, tendo em vista que desenvolver projetos lhe concede uma visão global e interdisciplinar do curso.

Para tanto, a Universidade Federal do Pará desenvolveu o Laboratório de Inovação Didática em Física - LIDF, o qual busca produzir inovação com foco na formação de alunos que atendam às múltiplas demandas da sociedade. O grupo de pesquisadores e estudantes ligados ao laboratório multifuncional e multiusuário lidam com o desenvolvimento, adaptação e validação de produtos educacionais, de sequências didáticas e atividades experimentais, aplicando e discutindo sobre resultados acerca de metodologias ativas de aprendizagem.

Nesse contexto, o LIDF produziu as Atividades *Mão na massa* como produto educacional alternativo, incluindo o caráter experimental da disciplina, demandando a atenção necessária para a dinamização do ensino. Este artigo apresenta, de forma objetiva, a metodologia das atividades *Mão na massa*, em conexão com a sistemática de Sala de Aula Invertida, destacando seus principais resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sala de aula invertida

Em oposição ao método tradicional de ensino, a sala de aula invertida (BERGMANN & AARON, 2012) é uma metodologia ativa que busca otimizar o tempo e a aprendizagem em classe ao rever as posições e responsabilidades de professor e aluno. Neste método, o aluno passa a ser responsável por buscar o conhecimento antes do encontro em classe, tendo o professor como um facilitador ou condutor deste através de variadas técnicas, entre elas as audiovisuais (vídeos-aula, slides, etc.) e tecnológicas (e-book, testes online, etc.). Assim, inverte-se a função do estudo em sala e em casa.

Observa-se o desempenho deste método com dois estudos realizados em prestigiadas instituições de ensino superior dos Estados Unidos. Em Harvard, após 10 anos de estudos nas disciplinas de Cálculo e Álgebra, pode-se observar um ganho de aprendizagem de 49 a 74% para os alunos que optaram por turmas que utilizaram metodologias ativas. Já em British Columbia, os professores que utilizavam o método de sala de aula invertida (dentre eles Carl Wieman, prêmio Nobel de Física em 2001) notaram um aumento de 20% de frequência e 40% de participação (DUNLOSKY et al, 2013). Além do mais, segundo Bergmann (2018), existem mais de 500 pesquisas em revistas acadêmicas que evidenciam o sucesso e a eficácia da sala de aula invertida.

2.2 Taxonomia de Bloom e Ciclos didáticos

A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo define os objetivos da aprendizagem por meio de uma sequência linear (ilustrada na escada da figura 2.1), de forma a alcançar, gradativamente, altas taxas de abstração do aluno, desenvolvendo múltiplas competências (FERRAZ, 2010). Visando atender a todas essas etapas, foi desenvolvida uma Sequência Didática pelo LIDF, relacionando cada atividade do ciclo a um nível de domínio sobre o assunto. Paralelamente, ocorre a culminância do curso, onde o aluno é levado a criar um modelo físico e computacional, denominado Projeto Integrador.

Tais ciclos ensinam sobre parte do conteúdo ao longo de uma ou duas semanas, conectando desde testes de leitura prévia até síntese total do conteúdo abordado pelo professor em sala de aula. Essa didática permite maior interação entre os polos de conhecimento e fornece dados consistentes para o educador abordar a matéria de forma personalizada para atender às necessidades da turma (COSTA, 2018).

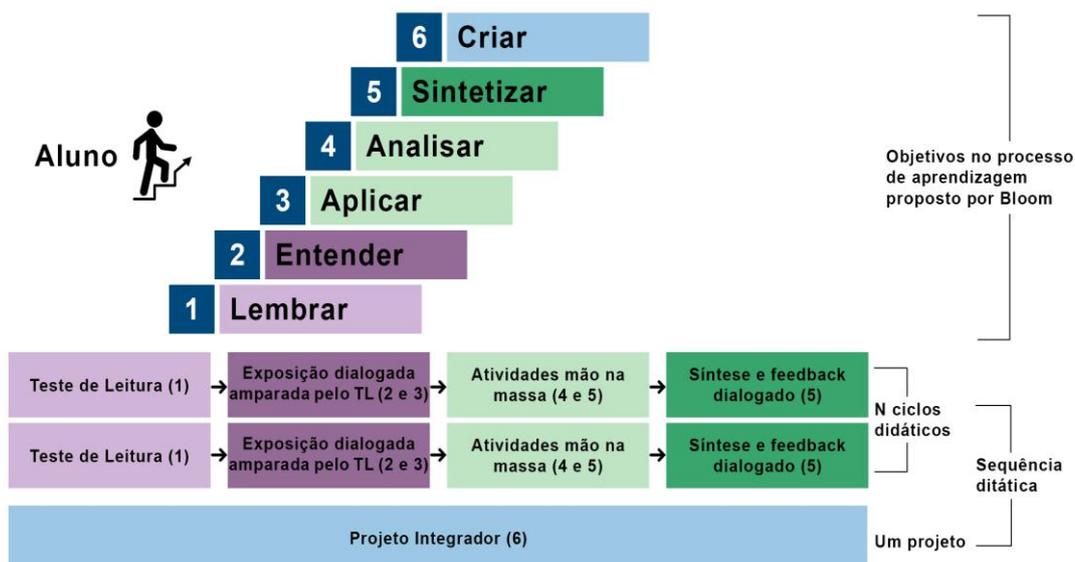
Com a ajuda da Sala de Aula Invertida, o tempo que tradicionalmente seria investido em aulas teóricas expositivas, é agora gasto no entendimento, aplicação, análise e síntese dos conceitos lembrados previamente pelo aluno. Dessa forma, a presença do educador acontece nas fases mais importantes e delicadas da construção de conhecimento.

2.3 Atividades Mão na massa

Para o total funcionamento didático, é necessário que a estruturação do ciclo instigue o aluno em sua busca. Nesse contexto foram desenvolvidas as Atividades *Mão na massa*, a fim de proporcionar uma problemática a ser resolvida pelos alunos por meio da experimentação. O método educacional consiste em uma série de perguntas relacionadas com uma situação concreta fornecida e contextualizada com o ciclo vigente. Para respondê-las, são fornecidos apenas alguns instrumentos de medição, caso sejam necessários.

A pouca instrução aflora a criatividade dos alunos e abre espaço para a inovação pautada no conhecimento adquirido durante o curso. Por esse motivo, tais atividades se diferenciam da prática experimental clássica, pois leva à reflexão do estudante, que propõe a coleta de dados sabendo a importância do resultado obtido para a solução do exposto. Assim, o método consegue ativar o terceiro e o quarto níveis de domínios cognitivos, propostos por Bloom.

Figura 1 – Atividades do ciclo didático relacionados com cada nível cognitivo de Bloom



Fonte: COSTA, 2018

3 METODOLOGIA

3.1 Sala de aula invertida

Como preparação para a Atividade *Mão na massa* que será trabalhada em sala de aula, o professor envia aos alunos materiais de suporte (livros-texto, vídeo aulas, etc.) mais um teste de leitura para ser respondido após o estudo individual. Com base no desempenho dos alunos, o professor explana as dúvidas referentes ao ciclo didático anterior. Após esta etapa, o professor inicia a Atividade *Mão na massa* propriamente dita. A duração destes dois ciclos é de aproximadamente 1 hora. É entregue aos alunos, divididos em grupos, os materiais e as questões a serem respondidas no desafio (veja exemplo no Quadro 1).

A presença do professor durante toda a atividade é indispensável, pois ele irá orientar os alunos quanto às numerosas dúvidas naturais que irão surgir. Por isso, é necessário que esse educador esteja capacitado para atender aos questionamentos sem interferir no protagonismo do aluno na produção do próprio conhecimento.

Quadro 1 – Desafio Mão na massa sobre segunda Lei de Newton.

Conhecendo a classificação do movimento em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Uniformemente Variado (MUV):



1. Como você classificaria o movimento do carrinho no esquema experimental proposto?

a) De que conceitos ou equações você precisa para responder a esta pergunta?

b) Quais os passos necessários para responder?

Ampare suas respostas na segunda Lei de Newton e em cálculos de força e aceleração resultante.

Fonte: COSTA, 2018

Logo abaixo existem as Questões Instigantes, cujo objetivo é fomentar a discussão entre o grupo e promover o entendimento pleno dos conceitos envolvidos no problema e pelas mudanças provocadas pela alteração de parâmetros no sistema. Vale ressaltar que as respostas para essas perguntas não devem ser entregues pelo grupo, mas as indagações advindas desse processo são ótimas para a interação que ocorre na próxima fase do ciclo, onde o educador promove uma síntese de tudo que ocorreu ao longo do processo.

Quadro 2 – Perguntas instigantes presentes no roteiro da atividade Mão na massa.

Perguntas Instigantes
A força resultante é uma força real?
Peso é uma propriedade intrínseca do corpo?
De acordo com a segunda Lei de Newton, massa e aceleração são inversamente proporcionais. O que isso quer dizer?

Fonte: COSTA, 2018

Atualmente, o LIDF produziu e aplicou 20 Atividades *Mão na massa*, incluindo turmas de Física 1 (Mecânica) em graduação das engenharias da UFPA e no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Edificações. A maioria do material envolve os conceitos das Leis de Newton e se distribuem como explicitado no quadro 3.

Quadro 3 – Temáticas abordadas nas atividades Mão na massa.

TEMÁTICAS DAS ATIVIDADES MÃO NA MASSA		
Cinemática e Vetores	2	10%
Conceito de força e 1ª lei de newton	5	25%
Forças: Atrito, Elástica, Magnética, Normal e Peso	7	35%
2ª lei de newton	4	20%
3ª lei de newton	1	5%
Outras*	1	5%
TOTAL	20	100%

Fonte: Autor

Para avaliar o comportamento dos alunos frente ao projeto, foi aplicada uma metodologia na qual um observador externo era colocado em sala incumbido da tarefa de observar a quantidade de alunos que se enquadram nas categorias presentes no Quadro 4. Tais registros foram feitos após 15 min do início da atividade e 15 minutos antes de seu término. Vale notar que o mais desejado é o estudante manipular o experimento e enquanto debate com seu grupo, pois entende-se que a ajuda fornecida por cada integrante é crucial para o entendimento satisfatório de todo o coletivo.

Quadro 4 – Comportamentos observados durante a aplicação da atividade.

CATEGORIAS DE COMPORTAMENTOS DURANTE A ATIVIDADE	
I	Manipulação da atividade com debate em grupo
II	Manipulação da atividade sem debate em grupo
III	Lendo ou escrevendo no contexto da atividade
IV	Observação sem participação na atividade
V	Desmotivado por diversos fatores

VI	Esperando a resolução/explicação do professor
VII	Em conversa paralela do contexto da atividade

Fonte: COSTA, 2018

4 RESULTADOS

Como resultado das observações feitas em 4 ciclos de uma turma de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Edificações, obteve-se os resultados apresentados no Quadro 5. Os ciclos são, respectivamente do 1 ao 4: conceito de força e primeira Lei de Newton, tipos de forças, segunda Lei de Newton e terceira Lei de Newton.

Quadro 5 – Percentuais de alunos apresentando os comportamentos descritos anteriormente durante os ciclos 2, 3 e 4 e média dos dados de cada observação.

OBSERVAÇÕES SISTEMÁTICAS DAS ATIVIDADES MÃO NA MASSA							
CICLO 2							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1ª OBS 15 min	33,33%	24,24%	24,24%	9,10%	0%	3,03%	6,06%
2ª OBS 45 min	18,18%	15,15%	51,52%	9,09%	0%	0%	6,06%
CICLO 3							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1ª OBS 15 min	40,63%	21,88%	28,12%	0%	3,12%	0,00%	6,25%
2ª OBS 45 min	15,63%	12,50%	56,25%	15,63%	0%	0%	0%
CICLO 4							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1ª OBS 15 min	33,33%	3,33%	36,67%	6,67%	0%	0%	20,00%
2ª OBS 45 min	14,81%	0%	51,85%	0%	0%	25,93%	7,41%
MÉDIA DOS DADOS POR CATEGORIAS DE OBSERVAÇÃO							
1ª OBS 15 min	35,76%	16,48%	29,68%	5,26%	1,04%	1,01%	10,77%
2ª OBS 45 min	16,21%	9,22%	53,21%	8,24%	0,00%	8,64%	4,49%

Fonte: Autor/Adaptado Costa, 2018

Os dados apontam a notória adesão dos alunos ao método. De acordo com os resultados médios, como desejável, as categorias I (35,76%) e II (16,48%), da 1ª observação foram os mais altos; já na 2ª observação, a categoria mais alta foi a III (53,21%). As categorias V (por exemplo, em torno de 1%) e VI (cerca de 6%) não apresentaram significativa participação na média final.

É necessário ressaltar a diferença entre os dados das 2 observações quanto aos comportamentos de debate em grupo e escrever sobre a atividade. No primeiro momento, os alunos discutem sobre cada ideia individual acerca da situação, buscando um consenso e dividindo tarefas. O inverso ocorre próximo à entrega dos resultados, pois cada um faz suas anotações pessoais da descoberta ou produz as respostas escritas que serão cobradas do grupo.

No último ciclo, o aumento das conversas paralelas e da espera pela resolução do professor foi justificado em virtude de um evento externo (Copa do Mundo). Logo, é preciso entender o contexto geral para decidir a melhor hora de aplicar essa didática, visto que sua eficiência depende do engajamento do estudante. Também é importante refletir sobre a previsibilidade da dinâmica, já que os alunos já sabiam que aconteceriam explicações no final.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos com a aplicação das metodologias ativas e do *Mão na Massa* no nível médio e na graduação, observa-se a significativa melhora nas condições e resultados do ensino e aprendizagem da Física. Portanto, esse produto educacional, de fato, promove o adendo necessário na sala de aula teórica, pois insere aos modelos físicos reais; e na experimental, visto que utiliza os dados contextualizados para solucionar as problemáticas apresentadas bem definidas.

As metodologias da Sala de Aula Invertida e das atividades *Mão na massa* se mostram, também, muito úteis na melhoria do condicionamento do discente com relação ao desenvolvimento em atividades relacionadas a objetivos de natureza prática dos cursos e nas pesquisas aplicadas, à medida que proporciona iniciativas de pesquisa, de análises e de iniciativas por parte dos alunos.

Para um entendimento completo da implementação das atividades *Mão na Massa* pelo LIDF-UFPA, sugere-se a análise estatística de desempenho, participação e frequência dos alunos entre turmas que adotam ou não tal método para reafirmar a sua real efetividade no ITEC/UFPA.

Agradecimentos

Os discentes acima referidos externam seu agradecimento ao professor Msc. José Benício da Cruz Costa, orientador desta pesquisa, e aos professores Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues (responsável pelo Laboratório de Inovação Didática em Física - LIDF) e Dra. Shirley Cristina Cabral Nascimento, por nos terem disponibilizado os materiais de interesse e as devidas orientações. Nossa gratidão, também, aos colegas que participaram da composição deste artigo.

REFERÊNCIAS

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Editora LTC. 2016.

COSTA, José Benício da Cruz. **Planejamento, construção, validação e avaliação de uma sequência didática com foco no desenvolvimento de competências no ensino médio integrado**. 2018. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

DEHAAN, RL. Teaching Creative Science Thinking. **Science**, v. 17, p. 1499-1500, 2011

DUNLOSKY, John *et al.* Improving students' learning with effective learning techniques: promising directions from cognitive and educational. **Psychological science in the publicinterest**, 1 jan. 2013, v. 14, p. 4-58.

ENBANG, L. Teaching traditional physics in a rapidly changing world. **Physics Today**, v. 69, n. 2, p. 10-11, 2016.

FERRAZ, APCM; BELHOT, RV. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 324, n. 2, p. 421-431, 2010.

MOREIRA, MA. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem significativa em revista/Meanifum Learning Review**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

PAIVA, VLMO. Autonomia e complexidade. **Linguagem e Ensino**, São Carlos, v. 9, n. 1, p. 77-127, 2006.

HANDS ON ACTIVITES: A METHOD OF FLIPPED CLASSROOM TO THE PHYSICS TEACHING ON FEDERAL UNIVERSIT OF PARÁ

Abstract: *This article seeks to present the fundamentals and effectiveness of "Hands on" activities, one of the educational products of the Didactic Innovation Laboratory on Physics (LIDF) for the teaching of Physics for the engineering courses of the Federal University of Pará (UFPA). Emphasis was placed on the solid theoretical basis where such activities were developed, such as: Bloom's Taxonomy of the Cognitive Domain and the principles of the inverted classroom. Data were obtained through systematic observation and tabulated recording of data by project monitors while students were involved in the analysis of physical problems in dynamic experiments. Finally, this educational product presented a large percentage of students' adherence, whose engagement in challenging situations is fundamental for the development of competencies.*

Key-words: *Physics Teaching. Hands on activities. Flipped Classroom. Didactic Sequence.*