

**Atividades mão na massa: um método de sala de aula invertida para o ensino de física na Universidade Federal do Pará****Hand-mass activities: an inverted classroom method for physical education at the Federal University of Pará**

DOI:10.34117/bjdv6n1-027

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 03/01/2020

**José Benício da Cruz Costa**

Mestre em Física pela Universidade Federal do Pará.

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

66.075-110 – Belém – Pará

E-mail: benicio.fisica@gmail.com

**Alexandre Guimarães Rodrigues**

Doutor em Física pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

66.075-110 – Belém – Pará

E-mail: alexbilajp@gmail.com

**Shirley Cristina Cabral do nascimento**

Doutora em Engenharia Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

66.075-110 – Belém – Pará

E-mail: sccnrj@gmail.com

**João Henrique Ribeiro do Rosario**

Estudante na Faculdade de Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

66.075-110 – Belém – Pará

E-mail: joaohenriquerosario@gmail.com

**Lukas Ribeiro Moura de Sousa**

Estudante na Faculdade de Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

66.075-110 – Belém – Pará

E-mail: lukasmourasousa@gmail.com

**Maria Clara de Lima Faro**

Estudante na Faculdade de Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Corrêa, nº 01, Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

66.075-110 – Belém – Pará

E-mail: mariaclarafaro1@gmail.com

**RESUMO**

Visando preencher as lacunas na aprendizagem dos alunos de física, o Laboratório de Inovação Didática em Física (LIDF) desenvolveu uma sequência didática envolvendo ciclos de ensino cujas atividades se baseiam na Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo e nos princípios da sala de aula invertida. Nos ciclos, encontra-se as atividades Mão na Massa, cujo propósito é inserir problemáticas a serem resolvidas por meio da experimentação em sala de aula. Esse produto educacional apresentou grande adesão dos alunos, cujo engajamento em situações desafiadoras é fundamental para o desenvolvimento de competências.

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

**ABSTRACT**

Aiming to fill the gaps in physics students' learning, the Physics Didactics Innovation Laboratory (LIDF) has developed a didactic sequence involving teaching cycles whose activities are based on Bloom's Taxonomy of the Cognitive Domain and the principles of the inverted classroom. In the cycles, there are the activities Hand in the Dough, whose purpose is to insert problems to be solved through experimentation in the classroom. This educational product has shown great adherence from students, whose engagement in challenging situations is fundamental for the development of competencies.

**Key words:** Physics teaching, Hands-on, Inverted classroom, Didactic sequence.

**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. No entanto, 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 de qualquer habilidade cognitiva em nível superior. Como resultado, os alunos são condicionados à passividade intelectual (DEHANN, 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 (EDITORIAL, 2015). No Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC/UFGPA), 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, facilitam a compreensão do aluno. Isso evidencia que expor a representação física dos conceitos teóricos resulta maior velocidade no processo de ensino-aprendizagem (PAIVA, 2001). Segundo Pinheiro (2000), 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.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SALA DE AULA INVERTIDA**

Em oposição ao método tradicional de ensino, a sala de aula invertida (BERGMANN & AARON, 2012) 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 a audiovisuais (vídeo-aulas, 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 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).

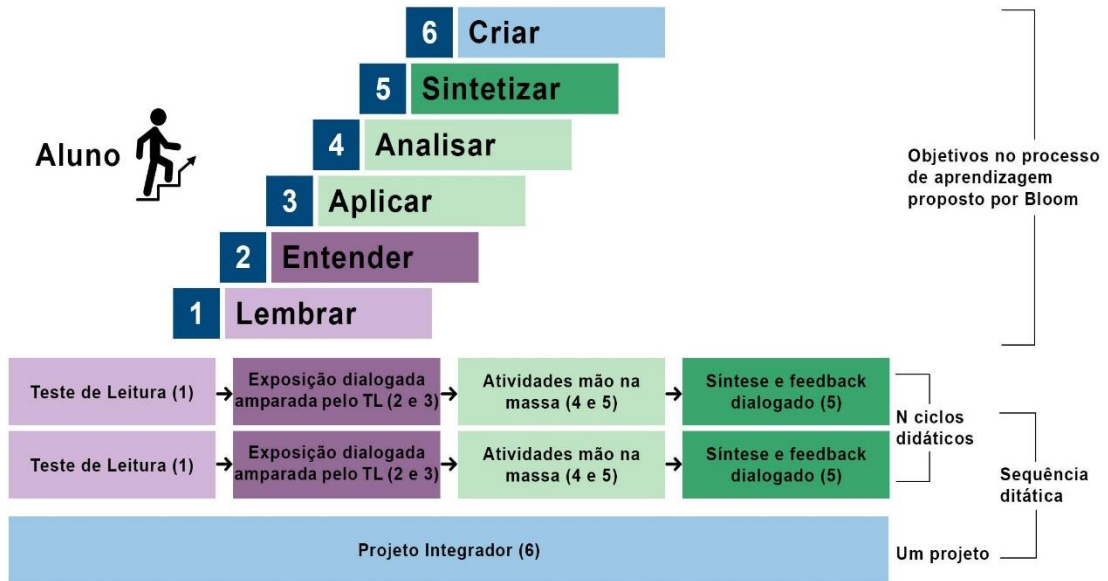
Com a ajuda da Sala de Aula Invertida, o tempo que tradicionalmente seria investido em aulas teóricas expositivas, é agora gasto no entendimento, aplicação, análise e síntese dos conceitos lembrados previamente pelo aluno. Dessa forma, a presença do educador acontece nas fases mais importantes e delicadas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

As Atividades Mão na Massa têm duração de 1 hora, iniciando logo após a explanação sobre os Testes de Leitura referentes à etapa anterior do ciclo de aprendizagem. 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 das alterações provocadas pela alteração e 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 – Perguntas instigantes presentes no roteiro da atividade.

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%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

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 comportamento mais desejado é estudante manipulando o experimento e falando 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.

<b>CATEGORIAS DE COMPORTAMENTOS DURANTE A ATIVIDADE</b>	
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 – Porcentagem de alunos apresentando os comportamentos descritos anteriormente durante os ciclos 2, 3 e 4 e média dos dados de cada observação.

<b>OBSERVAÇÕES SISTEMÁTICAS DAS ATIVIDADES MÃO NA MASSA</b>							
<b>CICLO 2</b>							
	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%
<b>CICLO 3</b>							
	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%
<b>CICLO 4*</b>							
	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%
<b>RAZÃO DOS DADOS POR OBSERVAÇÕES</b>							
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: COSTA, 2018

Os dados apontam a notória adesão dos alunos ao método, pois o percentual das características desejáveis é alto, em comparação aos demais. 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 em de nível médio e na graduação, observa-se a significativa melhora no 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.

Para um entendimento completo da implementação das atividades mão na massa pelo LIDF-UFGA, 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/UFGA.

### *Agradecimentos*



**REFERÊNCIAS**

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Editora LTC. 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. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

MOREIRA, MA. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem significativa em revista/Meangifum Learning Review**, v. 1(3), pp. 25-46, 2011.

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.