

USO DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE ESTATICA DE ROTAÇÃO

Dari Campolina de Onofre¹

¹ Instituto Federal de São Paulo/Araraquara, dari.onofre@ifsp.edu.br

INTRODUÇÃO

No ensino de Ciências, em particular de Física, as atividades experimentais ou também chamadas de atividades de laboratório ou de atividades práticas, são reconhecidamente formas de quebrar a rotina das aulas ditas tradicionais ou expositivas. Mesmo aquelas chamadas de demonstrativas, onde apenas o professor manipula os materiais e é o responsável por gerar o fenômeno que é o foco da observação, são capazes de reter a atenção de alunos até então alheios ao processo de ensino. As atividades planejadas através do trabalho do alunado com os materiais permite um avanço ainda maior no sentido do aumento de participação e engajamento. Mas isto por si só não garante uma aprendizagem significativa dos conceitos. Algumas dessas atividades são apresentadas de forma completamente engessadas, permitindo ao aluno a extração de informações que simplesmente em nada acrescentam à cultura científica dos estudantes além de poderem tornar aquela atividade maçante e até não mais interessante.

Para as atividades práticas Sasseron (2015) destaca:

“Infelizmente, a realidade que hoje encontramos na grande maioria das escolas brasileiras deixa claro que esse espaço tem recebido cada vez menos atenção, implicando não apenas o escasso suporte para que seja utilizado, devido à falta de manutenção e de reposição de itens centrais, como também a falta de condições para planejamento e organização hábeis, acarretando em casos frequentes de adaptação desse espaço para outras atividades.”

Este trabalho é o relato de experiência de uma atividade experimental estruturada no Ensino por Investigação, como tratado em Carvalho (2018). Para um ensino por investigação é necessário que o professor crie condições e estrutura para os alunos pensarem sobre o conhecimento, falarem com suas argumentações e conhecimentos construídos, lerem criticamente e escreverem com clareza e autenticidade sobre.

A estrutura de uma atividade planejada por ensino por investigação parte de dois princípios fundamentais: a definição da situação problema a ser investigada e o grau de liberdade intelectual dado ao aluno.

Azevedo (2004) destaca que é diante do problema apresentado pelo professor que o estudante irá se debruçar, refletindo, buscando explicações e participando com maior ou menor intensidade. Este perfil já demonstra que no ensino por investigação, o foco da ação centra-se no aluno e o professor deixa de ser o transmissor do conhecimento para ser o guia. Trata também que o aluno na busca

pela resolução do problema desenvolve um conjunto de habilidades, atitudes e valores que auxiliam na aquisição de qualquer outro conhecimento.

Diante do fato que a exposição do problema a ser resolvido passa a transferir ao aluno uma nova postura, mais ativa na construção dos conceitos e esses se estabelecem através do diálogo e questionamento dos alunos, levantamento de hipóteses e conceitos, erros e acertos, entre outros, é fato que atividade deve ser organizada dentro de parâmetros que permitam toda essa atividade intelectual. Para tanto recorre-se a Pella (1969) que define o grau de liberdade intelectual do aluno em relação à proposta de trabalho em cada etapa da atividade experimental, conforme a figura 01.

FIGURA 01- Grau de liberdade Intelectual numa atividade experimental

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	P/A/classe	P/A/classe	P/A/classe	P/A/classe

Figura 1. Grau de liberdade: (P):professor (A) aluno

Fonte: autor, adaptado de Carvalho (2018)

O grau 1 entende-se como a prática do professor mais diretivo, permitindo ao aluno apenas a coleta das informações ou dados e, em contraponto, o grau 5 o aluno é quem define basicamente todas as etapas, desde a colocação do problema até a elaboração das conclusões. Este é certamente o mais incomum de encontrarmos no ensino médio.

Também há a necessidade de preparo do professor para orientar aos alunos sobre a nova forma de postura diante da aula e do experimento. Assim como devemos esperar que os novos conceitos sejam concebidos a partir de outros anteriormente pré-estabelecidos, a postura inicial dos alunos também pode ser a de esperar que o conceito seja a ele transferido, sem a necessidade de algum esforço via um ensino tradicional. A mudança de proposta para um Ensino por Investigação requer também um preparo do aluno de quais as características da aprendizagem por investigação.

Diante deste contexto, este relato de experiência caracteriza um conjunto de aulas experimentais desenvolvidas no Ensino Médio no contexto de Ensino por Investigação, com objetivos de uma aprendizagem mais efetiva dos conceitos, através da mudança de postura dos alunos, em um experimento de baixo custo.

METODOLOGIA

O relato em questão trata de um conjunto de quatro aulas (200min) sobre estática de rotação, realizado no início do 4º bimestre. Nas duas primeiras aulas foi realizado a parte experimental e documental da discussão. Nas próximas duas aulas, realizadas na semana seguinte, foi feita retomada das questões, com análise das respostas, discussão coletiva e resolução de um exercício.

O estudo foi realizado em três turmas de uma escola da rede federal de ensino técnico, em cursos técnicos integrados de Mecânica e de Informática, na disciplina de Física 1. Para as duas turmas de ensino técnico integrado de informática, a disciplina de Física apresenta-se nas primeiras e segundas séries do ensino médio, com projeto pedagógico de disciplina Teórico/Prática. Para o curso técnico integrado de mecânica, a Física está presente nas segundas e terceiras séries do ensino médio, também como disciplina Teórico/Prática. Esta característica implicou num horário onde nas aulas de Física as classes são divididas em duas turmas, gerando em média uma sala com 18 alunos. Existe também o espaço físico determinado de Laboratório de Física onde, apesar da existência de poucos equipamentos, os grupos podem se organizar em torno de mesas. Estes dois fatores, número limitado de alunos e existência de espaço físico, por si só já favorecem o planejamento de aulas experimentais. Em detrimento, dentro dos projetos de ambos os cursos a disciplina de Física está presente em apenas dois dos quatro anos do ensino médio o que é argumentado por alguns como um dificultador pois não sobra tempo para aulas experimentais.

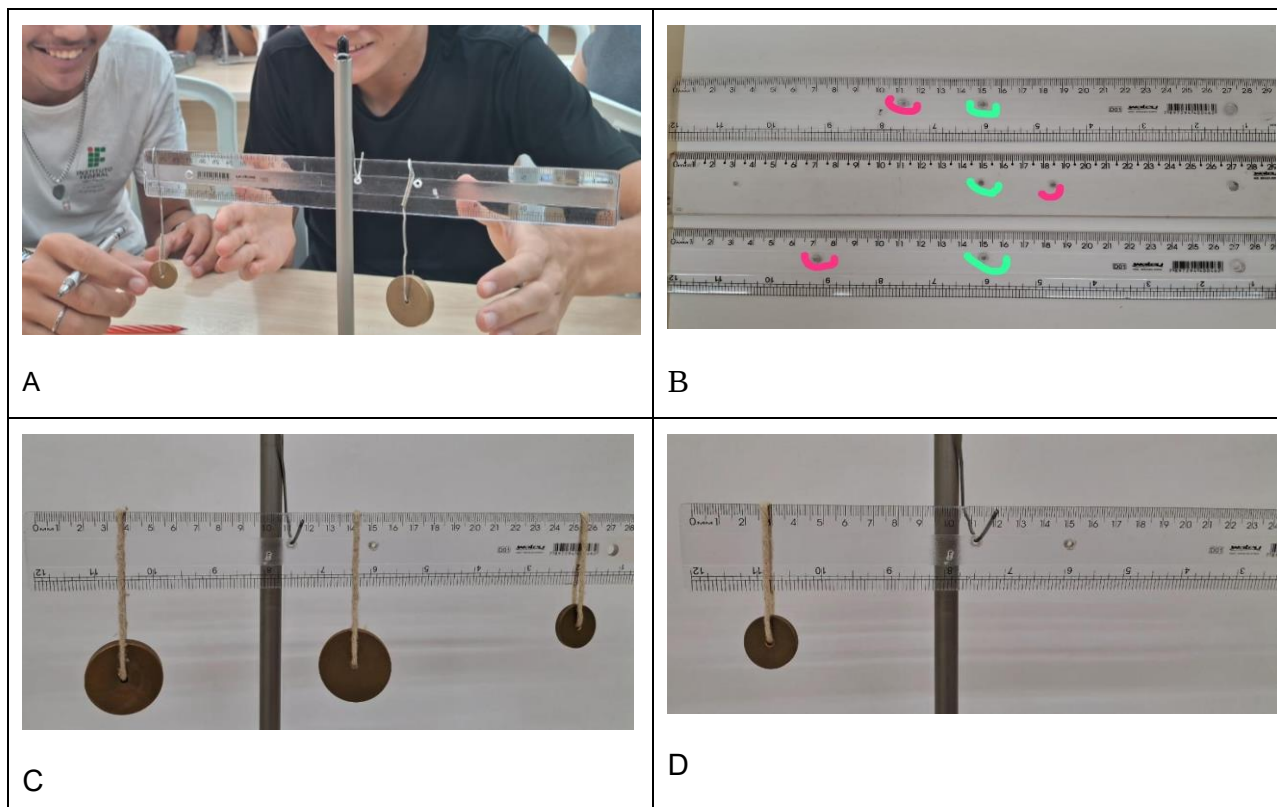
A atividade de estática de rotação foi trabalhada após os alunos terem visto cinemática, dinâmica e energia. A atividade desenvolvida foi uma das diversas atividades experimentais planejadas e desenvolvidas para a disciplina de Física 1, muitas como apenas demonstrativas, outras como demonstrativas investigativas e outra de coletas de dados. Os temas vistos na forma de experimentos foram movimento uniforme, queda livre, lançamento oblíquo, lançamento horizontal, atrito estático e dinâmico, conservação de energia e torque, sendo este último o objeto desse trabalho.

A turma foi dividida em grupos de três ou quatro estudantes. Aqui o objetivo é permitir e garantir que ocorra um ambiente de troca de informações e argumentações em cima dos dados obtidos (CARVALHO 2010). Alunos que queriam realizar a atividade individualmente ou duplas não foram permitidos.

A eles foi proposto o seguinte problema norteador: Qual a condição para equilibrar um objeto? A pergunta tinha o propósito de ser bem abrangente, sem levar a um problema específico pois o próprio kit utilizado assim o induziria. Compunham o kit (Figura 01A), um suporte vertical com um clips dobrado encaixado em seu extremo permitindo um apoio na horizontal, uma régua de 30cm com uma furação próxima ao seu centro de massa e uma segunda furação (Figura 01B) feita em lugar não específico (alguns modelos de régua já possuíam o segundo furo feito de fabrica, a uns

3cm da borda, mas mesmo assim foi realizada a segunda furação aleatória) e pesos de 50g e 10g fixados em suportes de barbante(Figura 01C) ou também em clips dobrados (totalizando 52,2g e 12,2g).

Figura 01- Kit e partes do kit de estática rotacional



B: Verde: furação próxima do centro de massa / Vermelho: furação distante do centro de massa
Fonte: o autor

Os estudantes foram incentivados a fotografar as montagens pois elas eram instáveis e depois eles poderiam rever e tirar informações dos valores das posições com menor incerteza. Para esta ação foi pedido que tentassem não incluir a identidade de algum dos colegas.

A Figura 02 mostra o roteiro elaborado das atividades e o conjunto de sete questões a serem analisadas, respondidas e entregues ao final da aula. As perguntas elaboradas propõem questionamentos abertos em relação à montagem e à análise das variáveis. As análises destas respostas iriam compor o repertório de atividade posterior de discussão dos conceitos e conclusões.

Figura 02. Roteiro das atividades

Problema norteador: Qual a condição para equilibrar um objeto?

Montagem Experimental

Encaixe o suporte vertical na base com o apoio da régua apontando para o centro da base conforme a figura ao lado. Encaixe a régua no suporte utilizando um dos furos presentes nela.

Prática Experimental

Utilize as massas, encaixando-as nos furos da régua, a fim de tentar equilibrar o sistema. Teste diferentes configurações de massas e posições. Ao realizar a prática busque responder as seguintes perguntas:

1. Coloque apenas a régua no suporte. Ela permanece equilibrada? Por quê?
2. Utilizando duas massas idênticas, construa uma situação onde também ocorra o equilíbrio. Descreva-a.
Se alterar a posição de uma delas, o que acontece com o equilíbrio? O que implica isto?
3. Agora, partindo do uso de duas massas diferentes, procure uma nova posição onde é gerado equilíbrio. Descreva o obtido.
4. Agora coloque a régua no suporte, em uma posição diferente da anterior. O que acontece?
5. Utilizando duas massas idênticas, localize a configuração que gera equilíbrio. Descreva-a.
6. Repita o anterior, agora com duas massas distintas. Descreva-a.
7. A partir das configurações anteriores, você consegue estimar qual é a massa da régua??

Fonte: o autor

Os questionários entregues foram digitalizados e transformados em texto, com nome dos autores omitidos e aqui designados apenas por grupo XX.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado constatado foi a mudança comportamental das turmas. Mesmo a turma mais agitada e menos comprometida com as aulas, ao ver que naquela aula haviam materiais para serem manipulados já começaram a organizar os elementos. Rapidamente foi explicado que aquela era uma atividade conhecida como Ensino por Investigação e o bom andamento e resultado dessa dependeriam que como entenderiam as perguntas, realizariam as montagens, fariam conclusões e organizariam estas, e que a participação do professor seria restrita a resolver algum problema técnico na montagem, ouvir e socializar dúvidas e questionamentos do grupo para a turma. A ação manipulativa rapidamente se transformou numa ação intelectual sobre a montagem.

Em relação às respostas dos alunos aos questionamentos podemos destacar:

1. Coloque apenas a régua no suporte. Ela permanece equilibrada? Por quê?

Grupo 01: sim, ela permanece em equilíbrio, mesmo estando inclinada. Porque o ponto de apoio está próximo ao seu centro de massa;

Grupo 11: sim, a régua permanece em equilíbrio pois o suporte que segura a régua está quase exatamente no meio da régua, ou seja, tem o mesmo peso para ambos os lados;

Grupo 15: sim, ela está equilibrada pois está apoiada pelo seu centro de massa;

=> 25% dos grupos falaram corretamente sobre o termo “centro de massa”, que já havia permeado vários conteúdos anteriores, mas não sido fator importante pois os problemas sempre tratavam de objetos sem tamanho ou dimensão.

2. Utilizando duas massas idênticas, construa uma situação onde também ocorra o equilíbrio. Descreva-a. Se alterar a posição de uma delas, o que acontece com o equilíbrio? O que implica isto?

Grupo 08: ao colocar em distâncias semelhantes duas massas iguais alcançamos o equilíbrio, entretanto, ao alterar a posição de uma delas, o equilíbrio se perde. Isto acontece devido a distância e a massa se multiplicarem a força (efeito alavanca);

Grupo 05: o peso 01 ficou no centímetro 4 e o peso 2 no centímetro 26. Se alterar a posição de uma delas o equilíbrio acaba, o que implica isso é o centro de massa.

=> Nesta questão todos os grupos usaram a argumentação de que era necessário uma simetria na posição (muitas vezes com termos que precisariam de correção) e se esta fosse desfeita quebraria o equilíbrio.

3. Agora, partindo do uso de duas massas diferentes, procure uma nova posição onde é gerado equilíbrio. Descreva o obtido.

Grupo 02: o equilíbrio entre duas massas diferentes ocorre quando o objeto com maior massa fica mais próximo ao centro de massa e o de menor massa mais distante, próximo ao extremo (maior massa: 12,3 cm à esquerda e menor massa 27 cm à direita)

Grupo 15: no experimento com uma massa de 50g e outra com 10g, calculamos a proporção das massas, resultando em “ $50/10=5$ ”, ou seja, a distância que a massa maior ficar, a massa menor fica a uma distância oposta 5 vezes maior;

=> todos os grupos fizeram a referência de menor distância combinada com maior massa e vice-versa; 70% colocou informações numéricas a esse respeito.

4. Agora coloque a régua no suporte, em uma posição diferente da anterior. O que acontece?

Grupo 09: quando posicionada de maneira diferente à anterior, a régua fica em equilíbrio instável, pois ao invés de permanecer na posição horizontal ela fica na vertical;

Grupo 10: A balança pende para o lado em que distanciamos o centro da régua do centro da balança;

=> Neste caso vários associaram que equilíbrio estava relacionado à régua estabilizar na horizontal.

5. Utilizando duas massas idênticas, localize a configuração que gera equilíbrio. Descreva-a.

Grupo 01: a posição do peso onde a régua é mais curta ele interfere menos, por isso ele tem que ficar mais na ponta para achar o ponto de equilíbrio, já o outro lado a interferência é bem maior.

Grupo 02: outro ponto de equilíbrio (12,6 e 26cm) com massas iguais de 50g;

Grupo 11: utilizamos apenas um peso para equilibrar, colocado do lado que não está o centro da régua (Figura 01 D)

=> Para esta situação vários grupos tiveram dificuldades para explicar pois não associavam a presença do peso da própria régua para o equilíbrio. Exceção foi o Grupo 11. Questionados como que conseguiram com peso só de um lado disseram que do outro tinha a régua.

6. Repita o anterior, agora com duas massas distintas. Descreva-a.

Grupo 05: para ocorrer o equilíbrio com a régua apoiada no cm 11, o peso 1(50g) ficou apoiado no 6cm e o peso 2(10g) ficou apoiado no 27cm;

=> A maioria descreveu a posição dos pesos mas não citou a posição do peso da régua.

7. A partir das configurações anteriores, você consegue estimar qual é a massa da régua?

Grupo 10: esboçou explicação mostrando uma regra de três

=> Para este item vários grupos discutiram entre si e com outros grupos mas apenas um esboçou explicação.

A análise das respostas às questões levantadas compõe, juntamente com a discussão presenciada durante a atividade, compõem um rico repertório de estudo. Pode-se perceber que apenas alguns poucos grupos atinham-se a respostas curtas ou monossilábicas. A grande maioria tentou escrever bem sobre as possibilidades encontradas e conceitos explorados.

Esta escrita sobre o experimento foi recebida muito bem. A prática do docente, até então, baseava-se em aulas expositivas dialogadas, onde se valorizava muito a participação individual e coletiva, mas em sua forma oral. Sasseron(2015) destaca a importância da cultura escolar, criada a partir de normas, procedimentos e conjunto de práticas vivenciadas no âmbito escolar. Foi perceptível que se a prática da escrita estivesse presente em outras etapas ou estágios da disciplina, ou também

em conjunto com outras disciplinas, as possibilidades do uso do Ensino por Investigação como busca da autonomia do aluno diante do processo de aprendizagem seriam muito mais significativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento da atividade de estática rotacional através do Ensino por Investigação mostrou-se capaz de encaminhar alunos para situações de sala de aula mais engajadas e comprometidas. Este experimento destaca bem a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual do experimento. Percebe-se que com mais orientação, os alunos poderiam também fazer uso dessas abordagens em outros temas da Física presentes no currículo e em outras disciplinas, incluindo o tratamento matemático das diversas variáveis levantadas durante a ação.

Espera-se que no ano seguinte, as atividades abordadas por Ensino por Investigação possam ser mais frequentes e com abordagens melhores elaboradas, após esta experiência inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 18–33. 2004

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765–794. 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning. 2013

PELLA, M.O. The laboratory and Science Teaching. In: ANDERSEN, H.O. Reading in Science Education for the Secondary School. Londres: The Macmillan Company, 1969

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, p. 49–67. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 04 dez. 2025.