

## VII Reunião Latino-Americana sobre Ensino de Física (RELAEF) VII Reunión Latinoamericana sobre Enseñanza de la Física

Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, 23 a 27 de novembro de 2009

### Minicurso #1

Professores: *Olival Freire Jr.* (IF-UFBA) e *Frederik Moreira dos Santos* (PPG Filosofia/ UFBA).

## GETTING SHOCKS: TEACHING SECONDARY SCHOOL PHYSICS THROUGH HISTORY

Autor: Peter Heering  
Publicado pela *Science & Education* (9/2000)

## O PROBLEMA MOTIVADOR

- ✦ O assunto de eletrostática não tem despertado muito interesse tanto por parte dos professores quanto dos estudantes e do meu ponto de vista os experimentos tradicionalmente usados na escola não são nada inocentes. Alguns destes experimentos não produzem os resultados que o professor espera. Normalmente o clima é o culpado pelo insucesso, mas muitos professores de física consideram a eletrostática como o campo mais problemático para experimentação. Seus experimentos não são considerados confiáveis. Outra fonte de frustração é o experimento em si mesmo: antes de tudo, os experimentos são difíceis para os estudantes compreenderem. A configuração experimental se torna mais e mais complicada e os estudantes são confrontados com várias caixas-pretas.

## OBJETIVO

- ✦ Meu objetivo foi verificar se as vantagens formuladas teoricamente dos cursos utilizando história poderiam ser sustentadas no ensino cotidiano.
- ✦ Obtive o acesso necessário aos recursos, aparatos experimentais (uma bola de enxofre, que foi muito utilizada como o primeiro gerador por fricção, descrita por Otto von Guericke, dois geradores eletrostáticos por fricção, várias garrafas de Leyden, no qual são – usando um termo moderno – condensadores, eletroscópios de Henley e uma balança de torção que serviu como um eletrômetro), assim como ao conhecimento histórico disponível sobre o desenvolvimento da eletrostática.

## CARACTERIZAÇÃO DA CLASSE

- ✦ A idade dos estudantes varia dos 16 aos 18 (seis rapazes e nove moças).
- ✦ Este grupo tem estudado física há 4 anos. Eles não tiveram nenhuma experiência com história da física, mas estavam familiarizados com experimentos básicos de eletrodinâmica tal como a moderna determinação da lei de Ohm, etc.
- ✦ Eu já havia trabalhado com esta turma no semestre anterior, mas utilizando uma abordagem mais tradicional.

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Observações iniciais:
  - A proposta de se apresentar duas teorias dentro da eletricidade (de dois ou de um fluido) não vingou. A teoria dos dois fluidos não foi levada a sério pelos alunos de forma alguma.
  - “Nosso principal instrumento de medida na primeira parte do curso foi o corpo ao invés de qualquer aparato. Esta estratégia tornou possível o registro sensitivo da eletricidade, algo totalmente incomum nos cursos de Física tradicionais, mas largamente usado na história da eletrostática como um primeiro passo em direção a uma quantificação.”
  - No início houve resistência por parte dos alunos quanto a esta interação (corpo humano – gerador eletrostático). “De certa maneira o corpo dos estudantes pode ser visto como um tipo de ‘caixa-preta’, mas – ao contrario de outras, empregadas tradicionalmente, como os galvanômetros – esta não é encarada como algo estranho e impeditivo. Por outro lado, esta estratégia tornou possível se trabalhar com o controle de sistemas com certo grau de contingência.”

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Primeiro momento da experimentação: Classificação de materiais por aqueles que podem ser carregados ou não.
    - Metais não podem.
    - Não-metais podem.
  - ✦ Primeira busca pela objetividade: A possibilidade de se discernir os tipos de carga.
 

Observação: Neste momento os alunos não estavam muito entusiasmados.
  - ✦ Segundo momento: Atração-comunicação-repulsão. A Folha de alumínio (frustração e atuação mais direta do professor).
- A estrutura social da turma: Haviam dois estudantes dominadores que monopolizavam as participações e que davam as respostas mais rapidamente, porém logo na fase inicial desta unidade estes estudantes tiveram seu domínio abalado, pois outros estudantes passaram a participar mais e a fornecer explicações mais convincentes para o comportamento do fenômeno.

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Primeiro Comentário do autor:
  - “Esta perda de autoridade não pareceu ser um problema para estes dois estudantes. Suas participações na classe não mudaram significativamente e eles não tentaram reconquistar sua autoridade inicial. (nota 12)”
  - “Isto levou também a uma falta de qualquer autoridade. Durante esta unidade não foi permitido aos estudantes checarem suas teorias em qualquer livro texto. Eu, também, me neguei a dizer-lhes se uma teoria estaria “correta” ou “errada”. Estas duas atitudes são totalmente incomuns neste nível de ensino. Em um curso de ciências tradicional, normalmente, é o professor que serve como autoridade e, assim, é responsável pela decisão do que deve ser tomado como fato científico ou não. Como o papel do professor foi diferente nesta unidade, então não foi possível os estudantes se firmarem sobre esta autoridade.

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Estes estudantes que detinham um domínio sobre a classe começaram a reivindicar resultados mais objetivos. As situações eram deixadas abertas no final das aulas, e os estudantes sentiam falta de alguma conclusão bem definida e fechada para levar para casa. Algo para ser memorizado. Este problema se levantou diversas vezes durante o curso. “O desenvolvimento de uma teoria leva tempo e você não pode resolver todos os problemas em 45 min. Além do mais, os estudantes tiveram a experiência de que estas teorias que eles tinham desenvolvido, e que pareciam explicar tudo (e portanto nas suas opiniões eram ‘verdadeiras’), tinham que ser mudadas ou mesmo abandonadas mais tarde.
- ✦ No final da primeira fase desta atividade dois estudantes – os mesmos que haviam perdido sua autoridade - não se adaptaram com esta metodologia e desistiram do curso. Porém, um destes dois retornou em um momento posterior.

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Os estudantes discutiram o desenvolvimento do gerador eletrostático. Paralelamente a esta discussão começou a se debater e construir ‘experimentos de exposições’ a partir de figuras que o professor deu a eles.
- Observação: Neste momento eles já estavam bem animados com a disciplina e já tinham perdido o medo quanto aos choques. Tomar choques já fazia parte do dia-a-dia dos estudantes na sala de aula.
- ✦ Também, paralelamente a esta investigação experimental houve um desenvolvimento do conceito de densidade de carga, através dos geradores eletrostáticos, e conseqüentemente, a compreensão do funcionamento dos pára-raios.
  - ✦ Confeção e estudo da garrafa de Leyden. Utilização de textos históricos (originais) que descreviam o experimento. Distinção de diferentes choques, sua intensidade pela sensação.

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Segunda tentativa em se aumentar a objetividade das experiências:
    - A sensibilidade do corpo humano como instrumento a fim de se mensurar a quantidade de carga recebida. A escala é grosseira.
- ↓
- ✦ Eletricidade medicinal (único texto que não era original): Sua cientificidade e plausibilidade. Questão muito discutida e que não houve consenso. Debates com forte teor epistemológico mas superficiais. Alguns dos argumentos comumente utilizados foram: reprodutibilidade autônoma dos dados da experiência, plausibilidade, etc. Quando os estudantes voltaram a discutir o desafio de se obter medições mais precisas o tema da eletricidade medicinal voltou a tona.

## RELATO DA EXPERIÊNCIA: UMA JORNADA PELA ELETROSTÁTICA

- ✦ Terceira tentativa de se obter uma maior objetividade e medições mais precisas:
  - Os estudantes propuseram dois métodos: determinar a separação entre os dois condutores e utilizar a atração e repulsão. Desvantagem nos dois métodos.
  - ✦ Um novo tipo de experimento, a balança de torção de Coulomb. Dificuldade por parte dos estudantes em lidar com este artigo original. Os estudantes não perceberam que o tipo de força estudada tinha uma intensidade muito pequena neste experimento. Uma aula inteira foi dedicada somente para estudar o aparato e o procedimento experimental. Finalmente, um maior objetividade é alcançada.
  - ✦ Porém, o experimento não foi realizado com o objetivo de se determinar que a força era inversamente proporcional ao quadrado da distância, mas somente trabalhar com os dados publicados por Coulomb.

## CONCLUSÕES DO AUTOR

- ✦ Definitivamente, não é suficiente discutir desenvolvimentos históricos em uma aula, deve-se gastar semanas ensinando física através da história para se obter resultados específicos.
- ✦ É muito importante transpor experimentos históricos e estes experimentos não devem ser limitados a aqueles encontrados nos livros texto. Talvez os experimentos esquecidos como os “experimentos para exposição” sejam na verdade os mais instrutivos.
- ✦ Não é suficiente discutir experimentos históricos puramente através de textos, deveria ser obrigatório o uso de réplicas históricas.
- ✦ Os estudantes tem dificuldade em lidar com situações abertas. Eles não estão acostumados a não ter respostas imediatas para o problema.

## CONCLUSÕES DO AUTOR

- ✦ Os estudantes querem respostas que podem ser memorizadas. Especialmente no início da unidade utilizando uma abordagem histórica. Foi muito difícil para os estudantes aprender que suas teorias, apesar de suficientes para explicar certos fenômenos há poucas aulas atrás, agora devam ser modificadas ou abandonadas.
- ✦ É muito difícil sobrepor os resultados de um curso tradicional. Os estudantes tem opiniões previamente construídas sobre o que a Física deve ser e que as verdades científicas são indiscutíveis.
- ✦ Para alguns estudantes a situação criada no ensino de Física através da história é impeditiva, isto pode causar nestes estudantes a perda do interesse na Física.
- ✦ Além daquilo que um estudante pode aprender em um curso de Física, ele também pode aprender sobre a forma em que o conhecimento científico é produzido - as limitações desta produção.