

A Eletrização do Canudo e uma Analogia com o Circuito RC

Eriverton da Silva Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - *Campus* Campina Grande
Avenida Tranquilino Coelho Lemos, 671- Dinamérica - Campina Grande-PB, CEP: 58432-300
erivertonr@hotmail.com

Morgana Lígia de Farias Freire

Universidade Estadual da Paraíba - *Campus* Campina Grande
Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB, CEP 58429-500
morgana.ligia@bol.com.br

RESUMO: Os trabalhos realizados pela comunidade científica são traduzidos pelas construções de teorias, que geralmente são de difícil assimilação. Talvez, esse fato deva-se a não familiaridade e a linguagem usada, principalmente com relação às teorias da Física. Para os desenvolvimentos teóricos e experimentais do conceito de eletrostática e eletromagnetismo a evolução do ensino-aprendizagem foi de suma importância. No entanto nosso interesse é refletir como isso pode ser revelado através de uma analogia bastante interessante envolvendo o processo de eletrização do canudo e o circuito RC. Dessa maneira, é de suma importância destacar que uma abordagem simples pode permitir uma problematização do conteúdo, fazendo com que tenhamos interação com o experimento e compreensão dos fenômenos físicos envolvidos em eletrostática e eletromagnetismo.

Palavras-chave: analogia, canudo, circuito, eletrostática, eletromagnetismo.

ABSTRACT: *The work done by the scientific community are translated by the construction of theories, which are generally difficult to assimilate. Perhaps, this fact is due to the unfamiliarity and the language used, particularly in relation to theories of physics. For the theoretical and experimental developments of the concept of electrostatic and electromagnetic changes in the teaching-learning was paramount. However our interest is to consider how it can be revealed through an interesting analogy involving the process of electrification of the straw and the RC circuit. Thus, it is extremely important to highlight that a simple approach could allow a questioning of the content, so that we interact with the experiment and understand the physical phenomena involved in electrostatics and electromagnetism.*

Keywords: *analogy, straw, circuit, electrostatics, electromagnetism.*

1. Introdução

Desde as épocas mais remotas da história da humanidade têm-se contribuições de filósofos, escritores, pesquisadores e cientistas para as atividades retribuírem em benefícios para a comunidade, iniciando com as explicações das concepções e formações da matéria.

As experiências de eletrização por atrito são conhecidas há mais de 2 mil anos (Tales de Mileto, 600 a.C.). Na Grécia antiga, sabia-se que o âmbar, uma resina (seiva de árvores solidificadas ao longo de séculos), quando atritado com pele de animais, atraía partículas leves, como sementes ou fragmentos de palhas. O nome do âmbar, em grego é “*elektron*”: a este termo se atribui à origem da palavra eletricidade e do nome da partícula elementar “elétron” (RONAN, 1991).

O estudo sistemático da eletricidade tem seu início no século XVII com os trabalhos de estudiosos como Otto Guericke (1602-1686), Francis Hauksbee (1660-1713), Stephen Gray (1666-1736), Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739), William Gilbert (1544-1603), Benjamin Franklin (1706-1790), entre outros (SEGRÉ, 1984).

Em 1600, William Gilbert, médico da corte na Inglaterra, publicou seu tratado *De magnetate*, onde menciona outros corpos que se eletrizam por atrito, tais como: o vidro, o enxofre e o lacre (resina colorida) (RONAN, 1991). No século XVII, a eletricidade também estudada por Gilbert era pouco mais que motivo para diversão.

Benjamin Franklin (1706-1790), com interesse pela eletricidade, contribui intensamente com suas experiências, fornecendo bases para que Coulomb comprovasse, posteriormente, a lei eletrostática que rege as forças de atração e repulsão entre corpos eletrizados, por atrito, contato e indução (RONAN, 1991).

A partir do que foi tratado até agora, percebemos a preocupação de muitos dos cientistas da época com a busca por analogias de conceitos envolvendo processos de eletrização e suas posteriores concepções. Daí, o uso da experimentação é de suma importância em tal estudo, pois fez com que os cientistas pudessem compreender os fenômenos físicos de acordo com os pensamentos da época.

A teoria moderna da eletrização é baseada no fato já estabelecido de que todos os corpos são

formados por “átomos”. Cada átomo contém um núcleo, que por sua vez tem carga elétrica positiva, que é devida à presença, no núcleo, de partículas denominadas “prótons” (SANTOS, 2002). Os prótons são fortemente ligados ao núcleo dos átomos, de modo que somente os elétrons passam de um corpo para outro, nos processos de eletrização.

As forças elétricas são devidas às cargas elétricas que fazem parte da matéria. Existem dois tipos de carga elétrica: positiva (prótons) e negativa (elétrons). As cargas positivas se repelem entre si e as negativas também. No entanto, cargas positivas atraem as cargas negativas. Os elétrons podem se mover no interior dos corpos. Além disso, eles podem ser removidos da superfície dos corpos. Um dos processos de remoção é o atrito forte, a fricção.

Os corpos estão, normalmente, com as cargas em equilíbrio, isto é, o número de prótons é igual ao número de elétrons. Se um corpo, como um todo, parece não ter carga elétrica, este é denominado corpo neutro. Contudo, se atritarmos materiais diferentes, alguns elétrons são arrancados, passando de um material para outro. Se há excesso de elétrons, o corpo está eletrizado negativamente; se há falta de elétrons o corpo está eletrizado positivamente.

Com base nessa discussão histórica e de acordo com as propostas dos PCN’s abordamos um experimento simples que possa envolver os alunos nos conteúdos iniciais da eletrostática e, além disso, que possa ser feita uma conexão de conceitos entre movimentos de cargas e o circuito RC.

O uso de analogias também continua servindo como metodologia para o ensino da Física, como por exemplo, para o ensino de Circuitos Elétricos, o ensino de Óptica e de Eletricidade. Isso ressalta o quanto é importante se fazer comparações de fenômenos buscando uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos no ensino-aprendizagem de Física.

2. Carga elétrica: conceito e aspectos históricos

É bem provável que não tenham sido os gregos os primeiros a descobrir os fenômenos elétricos, mas parece certo que foram deles as primeiras explicações. A mais conhecida se deve a Tales de Mileto, matemático e filósofo grego que viveu no século VI a.C. Para ele, as substâncias que se

eletrizavam por atrito tinham “alma” e podiam atrair pedaços de matéria inanimada. De início a experiência com o âmbar atritado se devia a uma coisa chamada humor, espécie de líquido gorduroso que o âmbar secretava. A palha seca tinha sede desse humor, por isso os pedacinhos de palha eram atraídos pelo âmbar.

Só a partir de 1600, com o inglês William Gilbert, começaram a surgir observações mais cuidadosas e explicações menos animistas da eletricidade, procurando refazer experiências e revisar as explicações de outros autores e pesquisadores. Após reunir suas conclusões, William Gilbert publicou o livro *De Magnete*, um dos primeiros clássicos da literatura científica.

Em 1730, o físico inglês Stephen Gray descobriu que era possível eletrizar um corpo por contato com outro corpo já eletrizado. Descobriu ainda que isso podia ser feito a distância, através de fios de material adequado, e que alguns materiais conduzem bem a eletricidade e outros não, ou seja, materiais seriam bons condutores e outros isolantes. Essas observações consolidavam a idéia de que a eletricidade seria um fluido, algo que estivesse contido em alguns corpos e que podia ser canalizado ou conduzido de um corpo para outro.

Em 1733, o químico francês Charles Du-fay propôs a existência de duas espécies de eletricidade. Uma delas era do tipo da carga elétrica adquirida no vidro atritado com seda, chamada vítrea, a outra era a carga elétrica adquirida por materiais resinosos, como o âmbar, atritados com lã, chamada resinosa. Essas conclusões levaram à hipótese da existência de dois fluidos elétricos: o fluido vítreo e o fluido resinoso. Os corpos teriam, normalmente, quantidades iguais desse fluido, por isso eram eletricamente neutros. Quando eletrizados, havia transferência de fluido de um a outro e essas quantidades deixaram de ser iguais. A eletricidade resultante contida num corpo corresponderia à do fluido que ele contivesse em excesso.

Por volta de 1750, o físico e político americano Benjamin Franklin, propôs a teoria do fluido único. Segundo essa teoria, todo corpo teria uma quantidade normal desse fluido. Por isso, todo corpo é eletricamente neutro. Se um corpo fosse atritado com outro, parte desse fluido estaria carregada positivamente e o que ficasse com falta estaria carregado negativamente. Franklin foi o

primeiro a usar as palavras positivo e negativo na eletricidade.

Até o século XIX predominavam os fluidos nas explicações físicas. A idéia de átomo, ou de partículas isoladas que se agrupam para formar a matéria, embora muito antiga, sempre sofreu forte rejeição, porque entre os átomos deveria existir o vazio. Ainda hoje, é muito difícil aceitar que substâncias sólidas, rígidas, sejam constituídas em sua maior parte de grandes vazios.

A primeira comprovação de que esses grandes vazios de fato existem surgiu das experiências lideradas pelo físico neozelandês Ernest Rutherford, realizadas entre 1909 e 1911. Antes de Rutherford, seu professor de Cambridge, o físico inglês J. J. Thomson havia descoberto que os raios catódicos eram, na verdade, feixe de partículas eletricamente negativas, os elétrons. Essas descobertas experimentais, entre outras, não só consolidou a idéia de átomo como também permitiram ainda uma explicação mais consistente da eletricidade, considerada como propriedade de algumas partículas elementares, que se denominou carga elétrica.

É o próprio Benjamin Franklin quem acentua o caráter empírico e pragmático de sua obra, tão combatido pelos físicos europeus da época, embora ainda lembrado com interesse, um século depois, pelo descobridor do elétron, J. J. Thomson:

“A teoria de Franklin serve sempre a muitos de nós, em trabalhos de laboratório. Se deslocamos uma peça de cobre e queremos saber se isso aumentará ou reduzirá o efeito que observamos, não mergulhamos nas matemáticas superiores, mas utilizamos a simples concepção de fluido elétrico, que nos dirá, em alguns segundos, tudo o que desejamos saber” (SEGRÉ, 1984).

Com esse mesmo espírito ele criou o grupo Junto e o Gabinete de Leitura, estudou a circulação do sangue, propôs o uso da eletricidade no tratamento de paralisias, inventou uma espécie de fôlego aberto, as lentes bifocais para óculos, o cateter flexível e o pára-raios. As mesmas idéias guiaram suas atividades — inúmeras e igualmente relevantes — fora do campo científico; desde providências práticas — como a criação do Corpo

de Bombeiros — até atuações políticas de destaque — como a redação da Declaração de Independência dos Estados Unidos (SEGRÉ, 1984).

No caso do pára-raios, por exemplo, pouco lhe importava fundamentar teoricamente “as pontas” que empregava. O essencial, para Franklin, era o fato de elas terem o “poder de atrair a eletricidade atmosférica”. Dessa forma, “as casas, os navios e mesmo as torres e as igrejas podiam ser devidamente protegidos”. Ao contrário disso, os cientistas europeus do século XVIII, na sua maioria, prendiam-se à elaboração de teorias, inclusive nos ramos da Física em que a experimentação é fundamental (SEGRÉ, 1984)

Assim, quando em julho de 1750 Franklin enviou ao amigo e cientista inglês Collinson um relato de suas experiências com eletricidade atmosférica — *Opiniões e conjeturas sobre as propriedades e os efeitos da eletricidade, provenientes de experiências e observações feitas em Filadélfia*, 1749, obtiveram, após a apresentação do trabalho nos meios europeus, uma crítica direta do abade Nollet, grande divulgador das “teorias elétricas” na Europa: *Cartas sobre a eletricidade: nas quais se sustenta o princípio das efluências e efluências simultâneas contra a doutrina do Sr. Franklin* (RONAN, 1991).

Franklin, no entanto, ainda não havia proposto qualquer “doutrina”; esboçara apenas “opiniões e conjeturas”, que expunha à crítica dos especialistas: “Se minhas hipóteses não são verdadeiras, pelo menos elas são nuas. Porque, diferentemente de certos de nossos contemporâneos cultos, não disfarcei meus erros em grego, não os vesti de álgebra, nem ornei de diferenciais. Apresentei-os em sua pureza natural”.

Na Europa, porém, o estudo da eletricidade perdia-se em meio a fluidos, atmosferas, turbilhões e outras imagens complexas; a postura científica, que tentava se encaixar no quadro da “ciência newtoniana”, não era vista com bons olhos (RONAN, 1991).

3. Uso do experimento no ensino de física

Iniciando o processo de análise a que este tópico se refere especificamente, faz-se necessário discutir o ensino experimental de Física no âmbito de sua importância para o processo ensino-aprendizagem da Física. A busca é por analisar as principais tendências e possibilidades apontadas pelos

pesquisadores no que diz respeito à realização de atividades práticas/experimentais no ensino desta ciência.

A Física enquanto ciência que estuda a natureza tem na experimentação um forte aliado na busca por desvelar esta natureza. A experimentação sempre esteve presente como coadjuvante no processo evolutivo da Física, mostrando ao longo da história o seu *status* de ciência da experiência. Porém, é necessário considerar que nem só de experiências vive esta ciência, tendo o seu desenvolvimento teórico assumido importante papel nas descobertas e pesquisas, principalmente a partir do século XIX. Certamente, ela deve muito ao seu caráter experimental, mas nos últimos séculos a sua evolução pode ser vinculada aos avanços significativos no campo teórico, principalmente quando o assunto é Física moderna. A história da ciência nos remete a diferentes momentos relacionados às pesquisas em Física, agregando concepções epistemológicas distintas para cada período, tendo repercussão direta na forma como se desenvolviam as investigações na Física. Sem querer entrar no âmbito da discussão do processo evolutivo e histórico desta ciência, cabe apenas destacar que a Física se vincula a experiências e que, portanto, se para fazer Física é preciso laboratório, então, para aprender Física, ele também é necessário, conforme destaca Pinho Alves (2000).

Brodin (1978) destaca que o laboratório: “... é o elo que falta entre o mundo abstrato dos pensamentos e idéias e o mundo concreto das realidades físicas. O papel do laboratório é, portanto, o de conectar dois mundos, o da teoria e o da prática” (p.10). O autor nos remete a identificar o laboratório como espaço no qual é possível atribuir significados e potencializar o conhecimento teórico. Neste sentido, o uso do laboratório didático no ensino de Física toma a conotação de imprescindibilidade, situação que parece ser consensual aos estudiosos e, também, entre os professores que não refutam o uso de atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem da Física. Se por um lado os docentes acenam para a importância do laboratório no ensino de física, por outro, de forma quase que dicotômica, não o utilizam. O que tem dificultado a inserção destas atividades na ação docente não está relacionado com a sua validade no processo de construção do conhecimento, nem mesmo pode ser identificada com

questões de ordem epistemológicas do professor, pois tais questões parecem ser consenso entre os professores, como afirma Pinho Alves (2000): “A aceitação tácita do laboratório didático no ensino de Física é quase um dogma, pois dificilmente encontramos um professor de Física que negue a necessidade do laboratório” (p.175). Continua o autor chamando a atenção para o fato de que a discordância entre a importância dada pelos docentes e a pouca realização destas atividades na prática pedagógica pode ser associada a falta de clareza que se tem hoje quanto ao papel do laboratório no processo ensino-aprendizagem. Esta situação é frequentemente verificada no ensino superior, no qual a validade do laboratório é inquestionável para os docentes, mas o seu uso metodológico parece apresentar divergência entre eles, mostrando que não há de fato um consenso entre o que se ensina e como se ensina no laboratório didático.

As pesquisas desenvolvidas nestes últimos anos apontam para diferentes finalidades atribuídas ao ensino experimental de Física, como destacam Araújo e Abib (2003):

“A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas idéias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos” (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.177).

Neste sentido, é importante destacar as colocações de Pinho Alves (2000) que alerta para o expressivo uso do laboratório didático, principalmente no ensino superior, como centrado no uso no ensino do método experimental, que de instrumento de ensino tem tomado a conotação de objeto de ensino, desviando a atenção do que de fato deve ser analisado e discutido no laboratório didático de Física.

Desse modo, é possível perceber que as atividades experimentais contribuem para o processo ensino-aprendizagem da Física, entretanto é necessário se ter clareza e consciência dos fins a que este ensino se propõe, ao mesmo tempo em que é necessário estabelecer regras específicas para a sua utilização, caso contrário, poderá estar se incorrendo o risco de que o laboratório didático seja mais uma estratégia de ensino frustrada como tantas outras já presenciadas no ensino de Física.

4. A carga elétrica: uma breve reflexão da experimentação didática

Durante a apresentação de uma aula, o experimento deve ser utilizado para mostrar as relações fenomenológicas com os conceitos estudados, bem como aprimorar o conhecimento do aluno envolvido, assim, a interdisciplinaridade se destaca de maneira interativa.

Como o aluno participa desde o levantamento até a classificação das idéias, pode o professor se deter a isso para levantar questionamentos e discutir assuntos de maneira mais motivadora e proveitosa. As atividades práticas ao se basear em situações do cotidiano são amplamente acessíveis e de suma importância, desde a construção dos experimentos até avaliação dos mesmos.

Com isso, o professor pode avaliar e se auto-avaliar para que, posteriormente, tenha convicção da melhor maneira de se aplicar uma aula relacionada a qualquer assunto, principalmente quando faz uso da instrumentalização.

Piaget (1942) faz várias analogias ao cotidiano para explicar algumas de suas práticas pedagógicas, para o construtivismo ele destaca (GASPAR, 2003): “O desenvolvimento mental é uma construção contínua comparável à edificação de um grande prédio.”

Daí pode perceber como é importante o sistema político pedagógico de uma escola para que as idéias sejam difundidas numa só perspectiva de ensino, o que facilita ao entendimento do corpo docente e alunado.

Nesse contexto, o conhecimento de Física está presente na escola adquirindo um novo modelo de ensino-aprendizagem a partir das diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Segundo os PCNs (2002) esse ensino-aprendizagem chega dando ênfase a uma prática pedagógica voltada não só para o conheci-

mento científico e tecnológico, como também se preocupa com a formação de um cidadão participativo na realidade de mundo em que vive.

Dessa forma, procura-se uma Física diferente daquela que estabelece fórmulas e sistemas isolados, ou seja, o principal objetivo é ligar os conceitos físicos a fenômenos naturais e até relacionar a Física com outras disciplinas, o que conhecemos por interdisciplinaridade. Os professores devem estar aptos a impor o conhecimento científico e a relação social do aluno para uma melhor compreensão dos conteúdos e resolução de problemas, não se esquecendo de priorizar os conhecimentos prévios (dele e do aluno) e lembrando que os PCNs são propostas pedagógicas que devem ser complementadas de acordo com as necessidades da escola. Com isso, deve-se mostrar ao aluno que a Física não é só para conhecer, mas, principalmente para interpretar e mostrar sua ação através de questionamentos e observações do dia-a-dia.

Discutir a importância das atividades experimentais não é o essencial e sim a maneira de como vêm sendo passadas essas atividades aos alunos, ou seja, de maneira roteirista e sem motivação. O laboratório constitui-se num poderoso recurso institucional para uma aprendizagem significativa do conteúdo físico além de despertar habilidades de investigação e problematização por parte de alunos e professores. Constata-se, porém no ensino atual um grande desinteresse, despreparo, acomodação ao ensino tradicional expositivo e dialogado, havendo até contrariedade à atividade experimental. Observa-se assim que o aluno na verdade reproduz de forma a não questionar ou se alto avaliar. Isso quer dizer que se segue àquilo que esta no papel, o conteúdo da folha não faz o aluno pensar sobre aquilo que lhe é passado e que ele observa.

Particularmente, defendemos a participação do aluno no processo de realização do experimento, do princípio ao fim, ou seja, da construção a avaliação. O aluno assim deixa sua contribuição e se familiariza com os materiais desenvolvidos por ele e pelos colegas, havendo também a importância do trabalho em grupo. Neste caso, existe a discussão e problematização do experimento.

5. Materiais e métodos

Utilizamos a analogia para o ensino de Física, baseando-se no experimento de eletrização do canudo e circuito RC. Com isso, a metodologia desse trabalho é voltada para uma problematização de um conteúdo conectando os conhecimentos prévios aos conceitos físicos envolvidos, fazendo com que haja uma interação com o experimento.

O experimento foi realizado no período de julho a novembro de 2007, sempre das 00:00h às 02:00h, em ambiente fechado a uma temperatura aproximada de 23,5°C. Isso é necessário para minimizar os erros nas medidas devido a tais fatores externos, para que encontremos bons resultados.

Para realização do experimento foram usados canudos plásticos para sucos ou refrigerantes, cronômetro, papel tipo toalha e planilha eletrônica. O experimento permitiu medir o tempo que o canudo permanece preso a uma parede de acordo com a sua eletrização (número de fricções). Admitiu-se que cada fricção tem uma carga Q .

Nesse experimento foram realizados diferentes números de fricções. Ou seja, para cada número de fricção usou-se um canudo (da mesma cor e fabricante). Os números de fricções do experimento foram de 1 a 10, o que correspondem às cargas de Q a $10Q$ para a eletrização dos canudos.

Durante o experimento foram utilizados canudos e papéis (diferentes) para cada medida (mas, de mesmo fabricante); os canudos foram isolados na parte em que foram segurados; a eletrização por atrito do papel com o canudo foi sempre na direção vertical, de baixo para cima e o posicionamento do canudo na parede foi o mesmo em todas as medidas. Além disso, as medições foram feitas por uma única pessoa e os canudos foram da cor branca. Como foi dito anteriormente, os erros nas medidas podem influenciar em posteriores conclusões, então é aceitável a utilização de canudos de cores idênticas e papéis diferentes durante a eletrização.

Daí, registramos através do cronômetro os tempos que os canudos ficaram presos à parede após cada eletrização. Com os dados obtidos e uso de planilhas eletrônicas obteve-se uma linha de tendência da carga em função do tempo, cujo comportamento tem semelhanças à de um circuito RC sem fonte. Ou seja, os dados obtidos puderam ser comparados ao processo de um capacitor des-

carregando e então, pudemos fazer analogias entre o processo de eletrização do canudo, de acordo com o tempo de permanência fixado a parede, com o processo de descarga de um capacitor de placas paralelas num circuito RC.

6. Resultados e discussões

6.1. Análise do experimento

Todos os corpos são constituídos de átomos, e todo átomo possui um núcleo onde se localizam os prótons, com carga positiva, e uma camada externa onde se movimentam os elétrons com carga negativa. Ao atritarmos o canudo e o papel, fornecemos energia aos seus átomos. Isso faz com que os seus elétrons movimentem-se de um corpo para outro. De acordo com o princípio da conservação da carga, um dos corpos adquire elétrons ficando carregado negativamente e o outro que perdeu elétrons fica carregado positivamente.

Para a situação de eletrização por atrito que envolve o canudo e o papel, tem-se que quando o canudo é carregado eletricamente, este tem a propriedade de atrair pequenos pedaços de papel. Também tem a propriedade de ficar preso à parede

enquanto não houver passagem de cargas elétricas da parede para o canudo e vice-versa.

Quando se atritam dois corpos, ambos ficam em contato íntimo um com o outro, o que pode fazer com que os átomos da superfície de um deles cedam elétrons para o outro. É o que acontece basicamente no nosso experimento, o canudo se eletriza por atrito com o papel, este por sua vez repele as cargas iguais da parede, a região próxima ao canudo passa a ter carga oposta e daí ocorre a atração do canudo com a parede. Durante o contato do canudo com a parede, tem-se o movimento dos portadores de carga da Terra, até que ambos estejam eletricamente neutros.

Em cada medida, inicialmente o canudo e o papel encontravam-se neutros, ou seja, com a mesma quantidade de cargas positivas e negativas. Ao atritamos o canudo com o papel, o canudo adquiria uma carga de acordo com o número de fricção, em seguida aproximamos este da parede, que permanecia preso a ela.

Com a ajuda de uma planilha eletrônica e da Tabela 1, procurou-se uma linha de tendência que explicasse o fenômeno.

Tabela 1. Obtenção da carga do canudo de acordo com o tempo, para obtenção da melhor linha de tendência.

Tempo (s)	Carga*Q
6	1
57	2
92	3
170	4
240	5
378	6
677	7
1243	8
1869	9
3221	10

A linha de tendência obtida da função exponencial tem um coeficiente de correlação de 93,65% (Figura 1).

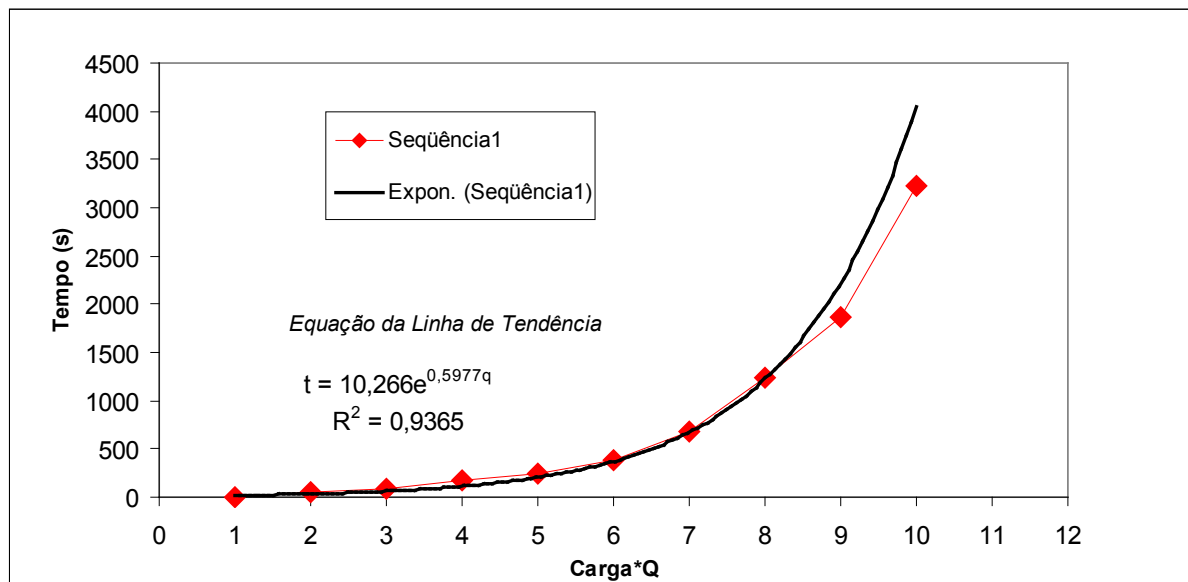


Figura 1. Tempo de permanência do canudo preso à parede em função da carga inicial, pelo processo de eletrização e linha de tendência (gráfico e equação) do comportamento dessas variáveis.

Além de outras forças atuantes no canudo, após este estar grudado na parede, tais como: força de atrito e força de atração gravitacional; podemos perceber nos dados obtidos que a força de atração eletrostática foi a principal responsável para explicar o fato de o canudo ficar grudado à parede. Tal afirmação pode ser evidenciada, pela carga, que representa o número de fricções, ou seja, quanto maior o número de vezes que se atritou o canudo (maior for à quantidade de carga adquirida por ele), maior foi o tempo de permanência em que este ficou fixo a parede.

A analogia com um capacitor carregado deu-se devido à geração de cargas livres aos pares, quando preso à parede e admitindo que, uma das faces do canudo com uma carga positiva e a outra diametralmente oposta com uma carga negativa, já que o canudo trata-se de um cilindro oco. Então,

este fato dava a idéia de um capacitor carregado. Este capacitor carregado seria agora descarregado devido ao processo de não isolamento da parede, a qual estaria ligada a terra, favorecendo o movimento de elétrons.

Para que a analogia a um capacitor descarregando pudesse ser feita, deveríamos ter em mente que o tempo medido seria o tempo total para que o nosso capacitor (o canudo) fosse totalmente descarregado em cada medida realizada. É interessante saber que no gráfico Q_0 é a carga inicial, ou seja, a carga correspondente a uma fricção e duas fricções corresponde a $2*Q_0$. Assim, sendo a carga máxima do nosso capacitor $10Q$, podemos em cada medida dizer que a carga do nosso capacitor foi à carga máxima diminuída da carga inicial, como apresentada na Tabela (2).

Tabela 2. Obtenção da carga do canudo de acordo com o tempo, para uma analogia com um capacitor num circuito RC de tensão contínua.

Tempo (s)	Carga*Q
6	10-1 = 9
57	10-2 = 8
92	10-3 = 7
170	10-4 = 6
240	10-5 = 5
378	10-6 = 4
677	10-7 = 3
1243	10-8 = 2
1869	10-9 = 1
3221	10-10 = 0

Os dados da Tabela 2 permitem obter um comportamento semelhante à de um capacitor num circuito RC de tensão contínua, pois a linha

de tendência deste está de acordo com a função exponencial, tendo um coeficiente de correlação de 96,36% (Figura 2).

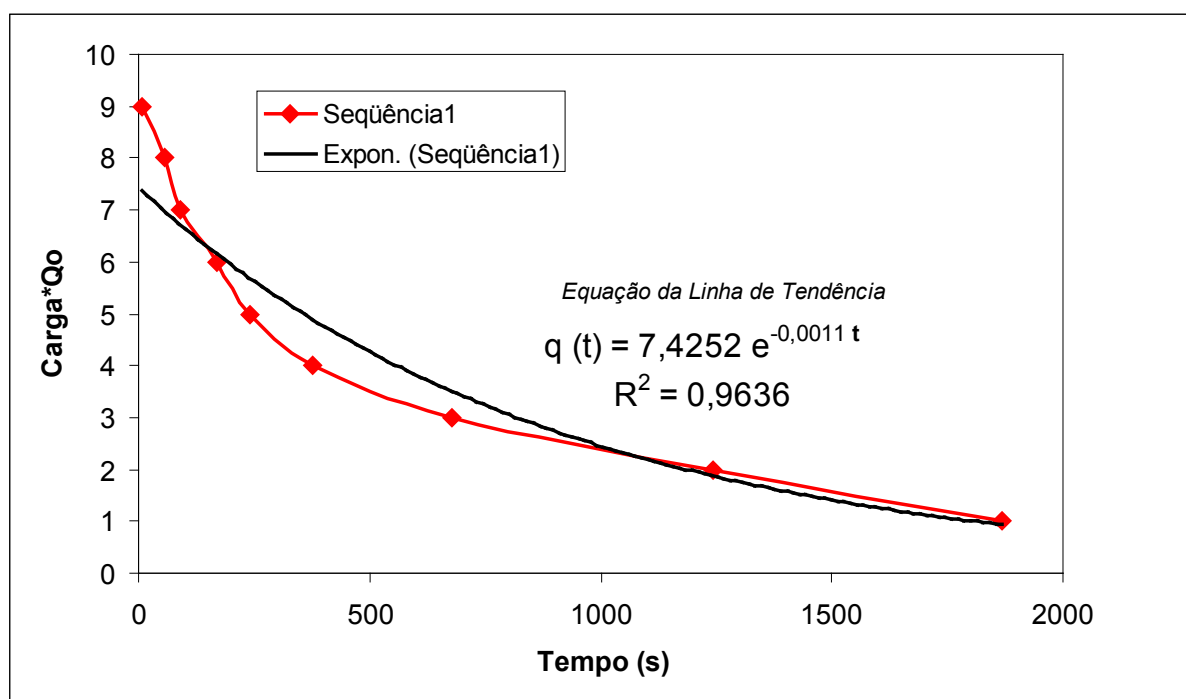


Figura 2. Gráfico da carga em função do tempo para o processo de descarga do canudo, que assemelhar-se a um capacitor descarregando.

7. Considerações finais

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi voltada basicamente para a possibilidade de analogicamente utilizarmos os aspectos históricos e físicos envolvendo a eletrostática, através do conceito de carga elétrica, com a eletrodinâmica, com base no processo de carga/descarga de um capacitor num circuito RC.

Dessa maneira, é de suma importância destacar o uso de um modelo físico para a compreensão do nosso estudo.

Essa abordagem simples pode permitir uma problematização do conteúdo, fazendo com que tenhamos interação com o experimento e compreensão dos fenômenos físicos. Vimos que o comportamento do canudo carregado preso na parede tem uma semelhança com o fenômeno da carga-descarga de um capacitor num circuito RC de tensão contínua.

8. Referências

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.25, n.2, p. 176-194, jun. 2003.

BRODIN, G. **The role of the laboratory in the education of industrial physicists and electrical engineers.** [S.I.:s.n.] 1978.

GASPAR, Alberto; **Experiências de Ciências;** São Paulo, Editora Ática; 2003 (1ª edição).

PINHO ALVES, J. **Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, ag. 2000.

RONAN, Colin A. **Coleção de História da Ciência da Universidade de Cambridge;** Editora Círculo do Livro 1991.

SANTOS, Lucíola Lucínio. Políticas Públicas para o ensino fundamental: Parâmetros Curriculares Nacionais e Sistema Nacional de Avaliação. In: **Revista Educação e Sociedade.** São Paulo: Cortez; Campinas: Cedes, V.23, n. 80, set. 2002.

SEGRÈ, Emilio. **From falling bodies to radio waves: classical physicists and their discoveries.** New York: Dover, 1984.