

CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO ACERCA DA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE POR INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Valter Rocha da Silva

Universidade Federal de Pernambuco – Campus Acadêmico do Agreste
valter.rocha@hotmail.com

RESUMO: O presente estudo visa analisar as concepções prévias que os estudantes do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Educação de Pernambuco têm sobre o processo de geração de eletricidade por indução eletromagnética. É proposta em seguida ao mesmo grupo de estudantes uma sequência de ensino aprendizagem, que consta essencialmente de apresentação do conteúdo, a partir da explicação do processo de geração de eletricidade com o uso de maquetes com pequenos geradores acoplados a um circuito elétrico simples, cujo intuito é promover uma ruptura das concepções errôneas detectadas previamente. A partir de então, é analisado se houve ou não ruptura em tais concepções errôneas, e quais as novas concepções adotadas, além de observar como se reorganizou o conhecimento.

Palavras-chave: Indução eletromagnética, eletricidade, ensino médio.

1. INTRODUÇÃO

O eletromagnetismo é o ramo da física que estuda a relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, e como os campos elétricos e magnéticos se inter-relacionam. Desde muito tempo, são conhecidas diversas características elétricas das substâncias.

Tudo se iniciou com a observação de que o âmbar, pedaço de resina vegetal petrificado, tinha capacidade de atrair pequenos objetos; a partir daí, outros objetos e substâncias foram analisadas, mediante essa característica de atrair corpos. Diversas explicações teóricas para o fenômeno foram buscadas, desde a existência de fluídos ao modelo atual, de cargas elétricas elementares (prótons e elétrons). Já os fenômenos magnéticos são observados apenas em certos objetos: ímãs naturais (magnetita) ou ímãs artificiais (materiais ferromagnéticos), que se assemelham aos fenômenos elétricos pelo fato de que podem atrair ou repelir outros corpos.

Apesar de caminharem separados por quase toda história da ciência, o magnetismo e a eletricidade começaram a se aproximar. Teorias que explicavam a eletricidade e o magnetismo pela existência de fluidos, bem como formulação de Coulomb de leis semelhantes para o magnetismo e eletricidade consistiram nos principais indícios que possibilitariam a junção dessas duas áreas. Um momento crucial para a junção desses ramos

da Física ocorreu quando Hans Cristian Oersted descobriu que uma corrente elétrica “cria” nas proximidades do condutor um campo magnético.

A partir da descoberta de Oersted, de que uma corrente elétrica gera um campo magnético, outros cientistas passaram a acreditar na proposição inversa, de que um campo magnético poderia gerar uma corrente elétrica. Assim, praticamente ao mesmo tempo, Michael Faraday, na Inglaterra, e Joseph Henry, nos Estados Unidos, descobriram a indução eletromagnética.

O fenômeno da indução eletromagnética consiste em variar o fluxo magnético que atravessa uma bobina. Faraday estudou minuciosamente o fenômeno, praticamente esgotando o assunto em todos os aspectos, enquanto Henry teve preocupações didáticas (construção de equipamentos para suas aulas). Por isso, geralmente se atribui a descoberta da indução eletromagnética a Faraday.

Graças ao fenômeno da indução eletromagnética, foi possível o desenvolvimento de motores elétricos e dínamos para geração de eletricidade. Esses ficaram cada vez mais sofisticados, e impulsionaram um enorme desenvolvimento tecnológico ao longo do século XX, e que associado aos estudos da eletrônica e informática, a indução eletromagnética é responsável por uma verdadeira revolução no modo de vida dos seres humanos.

Historicamente, eletricidade e magnetismo surgem na matriz curricular de Física do terceiro ano do Ensino Médio. Isso, no entanto, não significa que os estudantes só tomem conhecimento de tais conceitos nessa fase de escolarização. A necessidade de uso e dependência da eletricidade que a sociedade atualmente tem permite que as pessoas percebam a importância vital que essa fonte de energia representa. Crianças e adolescentes, desde cedo em contato com tecnologias que dependem da eletricidade, compreendem também essa importância. Contudo, perceber a importância da eletricidade e conhecer o princípio de geração de eletricidade são coisas bem distintas.

A maioria dos livros didáticos do terceiro ano do Ensino Médio apresenta formalmente a eletricidade a partir da Eletrostática, com um viés teórico. Em seguida, a eletricidade é contextualizada com a Eletrodinâmica. Por fim, para explicar o princípio que permite a transformação de energia mecânica em energia elétrica, passa a ser explorada a relação entre o magnetismo e a eletricidade, ou Eletromagnetismo.

Nossa experiência em sala de aula tem demonstrado que, mesmo com uma abordagem tradicional do conteúdo eletromagnetismo e com o uso sistemático do livro didático, depois

de vivenciado o conteúdo, uma parte dos estudantes do terceiro ano do ensino médio ainda apresenta concepções distorcidas sobre o processo de geração de eletricidade. O mesmo ocorre para estudantes de outras séries, em escala ainda maior. Para citar apenas alguns exemplos dessa compreensão falha dos referidos estudantes, boa parte deles acredita que a água que serve para mover as turbinas de uma usina hidroelétrica é transformada em energia elétrica e simplesmente “desaparece”, outros acreditam que a pureza do ar que move as pás de uma torre eólica interferem na qualidade da energia elétrica.

Objetivando compreender como ocorre o processo de aquisição ou reorganização do conhecimento relativo à geração de eletricidade por indução eletromagnética, propusemos um trabalho que consistiu no uso de pequenos motores elétricos retirados de equipamentos em desuso, que foram acoplados a pequenas estruturas, nas quais simulamos usinas de eletricidade. Para atingir esse objetivo, no entanto, analisamos a eficiência no compartilhar significados sob uma perspectiva diferente da habitual: estudantes compartilhando significados com outros estudantes.

A expectativa era que os estudantes dos terceiros anos construíssem os aparatos e os apresentassem aos estudantes dos segundos anos. Ao professor coube apenas mediar o processo, e verificar através dos instrumentos de coleta de dados se houve um efetivo compartilhamento de significados entre os estudantes e consequentemente aprendizagem significativa.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, foi investigado o que os estudantes de uma turma do segundo ano do ensino médio da Escola de Referência em Ensino Médio Agamenon Magalhães compreendiam acerca dos processos de obtenção e/ou geração de eletricidade, através de um questionário, contendo 5 questões de múltipla escolha (ver questionário 1). Os estudantes testados tiveram um tempo de 10 minutos para respondê-lo. Paralelamente, foi proposto a um grupo de alunos de terceiros anos, e que já vivenciaram o conteúdo, a construção de geradores elétricos simples, baseados nos conceitos teóricos abordados em sala de aula e em pesquisas que eles desenvolveram para construir os geradores. Ao todo, um grupo formado por 15 estudantes de terceiros anos participaram do projeto.

O desenvolvimento dessa etapa se deu ao longo de duas semanas. Toda a tarefa, tanto a construção dos aparatos como a elaboração dos textos que os estudantes iriam utilizar nas

apresentações teve a coordenação do professor de física. Finda essa etapa, os alunos que construíram os geradores apresentaram aos demais alunos (estudantes dos segundos anos) os experimentos em funcionamento, além da explicação de como eles funcionavam, associando-os aos geradores de grande porte. A apresentação durou cerca de vinte minutos, entre explicações dos estudantes protagonistas, demonstração dos geradores em funcionamento e questionamentos da plateia.

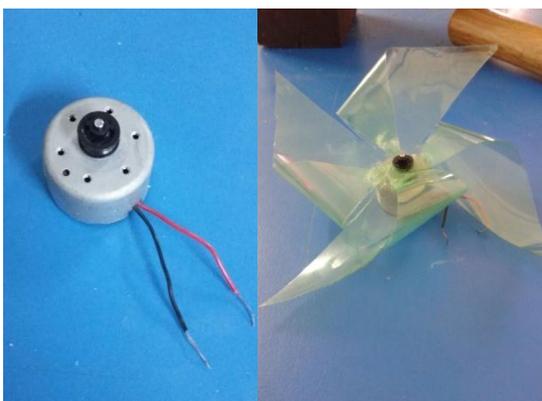


Foto 1 - Motor elétrico e hélice de garrafa pet



Foto 2 – Montagem



Foto 3 – Apresentação do gerador eólico



Foto 4 – Apresentação do gerador eólico

Em seguida à apresentação, foi aplicado o mesmo questionário aos estudantes do segundo ano do ensino médio turma A (mesma amostra testada no questionário 1). Mais uma vez, eles tiveram um tempo de 10 minutos para responder às mesmas questões.

O questionário 1 foi aplicado a 17 estudantes do segundo ano “A”, antes da apresentação dos experimentos, com a finalidade de observar se eles possuíam certas concepções errôneas, do ponto de vista científico. O mesmo questionário 1 foi aplicado após a apresentação do projeto, aos mesmos estudantes que participaram do primeiro teste e

assistiram a apresentação. Nos dois primeiros testes, os estudantes podiam marcar uma ou mais alternativas que julgassem corretas por questão.

Identificamos a necessidade de aplicação de um terceiro teste, que denominamos teste de ressignificação, diferente dos anteriores, após percebermos avanços insignificantes em certas concepções, ou mesmo retrocesso em outras. Mais adiante, na análise dos resultados, esses aspectos serão mais bem discutidos. Tentaremos esclarecer os motivos em que se deu esse retrocesso nas concepções dos estudantes participantes da amostra analisada.

Questionário 1 – Pré-teste (1) e pós-teste (2)

1) Você acha que há relação entre eletricidade e magnetismo?

() Sim () Não

2) Se você respondeu sim à questão anterior, escolha uma (ou mais) dentre as seguintes alternativas que você acredita que relacionam eletricidade e magnetismo.

a) Polo positivo e polo negativo de cargas elétricas correspondem aos polos norte e sul do magnetismo.

b) Cargas elétricas são atraídas ou repelidas, assim como dois ímãs podem ser atraídos ou repelidos.

c) As cargas elétricas são pequenos ímãs.

3) Sobre a geração de eletricidade numa usina hidrelétrica, julgue as seguintes alternativas, assinalando as que você acha que são corretas (pode ser escolhida mais de uma alternativa)

a) A água que atravessa as turbinas é transformada em eletricidade.

b) A água deve ser limpa para a eletricidade ser gerada.

c) A água usada no processo não pode ser reutilizada.

d) Ocorre movimentação de um ímã em relação a fios.

4) Sobre a geração de eletricidade numa torre eólica, julgue as seguintes alternativas, assinalando as que você acha que são corretas (pode ser escolhida mais de uma alternativa)

a) O ar que atravessa as turbinas é transformado em eletricidade.

b) O ar deve ser limpo para a eletricidade ser gerada.

c) O ar usado no processo não pode ser reutilizado.

d) Ocorre movimentação de um ímã em relação a fios.

- 5) Sobre a geração de eletricidade numa usina térmica, julgue as seguintes alternativas, assinalando as que você acha que são corretas (pode ser escolhida mais de uma alternativa)
- a) O vapor sob alta pressão que atravessa as turbinas é transformado em eletricidade.
 - b) O vapor d'água não pode conter impurezas para a eletricidade ser gerada.
 - c) O vapor d'água usado no processo não pode ser reutilizado.
 - d) Ocorre movimentação de um ímã em relação a fios.
 - e) O líquido aquecido que produzirá o vapor pressurizado que movimentará a turbina só pode ser água.

Questionário 2 – Teste de ressignificação (3)

- 1) Sobre a geração de eletricidade numa usina hidrelétrica, julgue as seguintes alternativas, assinalando a correta.
- a) A água que atravessa as turbinas “desaparece”, após ser transformada em eletricidade.
 - b) A água usada no processo deve ser pura.
 - c) A água usada no processo não pode ser reutilizada.
 - d) Dentro do gerador hidráulico há um campo magnético (ímã) que ao girar próximo a uma bobina (fios) produz eletricidade.
- 2) Sobre a geração de eletricidade numa torre eólica, julgue as seguintes alternativas, assinalando a correta.
- a) O ar que atravessa as turbinas “desaparece”, após ser transformado em eletricidade.
 - b) O ar usado no processo não pode conter impurezas.
 - c) O ar usado no processo não pode mais ser usado.
 - d) Dentro do gerador eólico há um campo magnético (ímã) que ao girar próximo a uma bobina (fios) produz eletricidade.
- 3) Sobre a geração de eletricidade numa usina térmica, julgue as seguintes alternativas, assinalando a correta.
- a) O vapor sob alta pressão que atravessa as turbinas “desaparece”, após ser transformado em eletricidade.
 - b) A água a ser vaporizada não pode conter impurezas.
 - c) A água sob forma de vapor não volta mais ao estado líquido após o processo.
 - d) Dentro do gerador termoelétrico há um campo magnético (ímã) que ao girar próximo a uma bobina (fios) produz eletricidade.

3. Resultados e discussão

QUESTÃO	RESPOSTAS PRÉ-TESTE (1)				RESPOSTAS PÓS-TESTE (2)					
	SIM		NÃO		SIM		NÃO			
1	17		0		15		2			
	A	B	C	-	A	B	C	-		
2	6	12	2	-	5	13	0	-		
	A	B	C	D	A	B	C	D		
3	13	11	1	3	14	2	2	0		
	A	B	C	D	A	B	C	D		
4	11	3	2	7	12	2	4	0		
	A	B	C	D	A	B	C	D		
5	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
	6	3	4	1	9	9	2	6	0	6

Tabela de Resultados pré-teste e pós-teste

Observando o quadro acima, com os quantitativos das respostas dos estudantes, juntamente com o questionário 1, pode-se perceber que antes do contato com os experimentos, os estudantes do segundo ano do ensino médio já presumiam a relação entre campo elétrico e magnético, havendo uma pequena redução no segundo teste. Quanto ao processo de geração de eletricidade por indução eletromagnética, como era presumido, foram registradas muitas concepções equivocadas. Em raros casos, associaram o surgimento de corrente elétrica graças à variação de um fluxo magnético. A compreensão era, sobretudo, de que os entes físicos que propiciam o movimento dos geradores se transformavam em energia elétrica, de modo que essa percepção levou muitos dos estudantes a concluir que a água, o vento ou o vapor d'água não poderiam ser reutilizados, pois haviam se “transformado” em energia elétrica.

O segundo teste trouxe resultados intrigantes. A expectativa era de que após a apresentação dos trabalhos, os estudantes avaliados demonstrassem ter superado os conceitos errôneos apresentados no primeiro teste. Entretanto, como pode ser percebido no quadro comparativo, as respostas do segundo teste se concentraram na explicação de que os entes físicos responsáveis pelo movimento do gerador eram literalmente transformados em

eletricidade. Para os intrigantes resultados obtidos, é possível que a linguagem usada no questionário não tenha sido adequada.

Na tentativa de sanar esse problema, foi proposto um terceiro teste, com as mesmas questões, dessa vez mais claras e objetivas, de modo que os resultados foram satisfatórios, conforme mostra o quadro abaixo (vide teste de ressignificação).

QUESTÃO	RESPOSTAS			
	A	B	C	D
1	A	B	C	D
	0	0	0	17
2	A	B	C	D
	3	1	0	13
3	A	B	C	D
	3	2	9	1

Tabela de Resultados do Teste de Ressignificação

4. CONCLUSÃO

Esse estudo nos permitiu observar a forma como certo material educativo pode ser compartilhado sob duas frentes: *professor–aluno* e *aluno–aluno*. A eficácia do compartilhar significados sob o prisma da primeira relação pode ser avaliada com maior facilidade, levando em conta que essa avaliação é feita rotineiramente pelo professor, podendo ter diversos instrumentos, e geralmente se recorrendo ao mais comum desses: a avaliação tradicional. Pela nossa experiência com Ensino Médio, é de se esperar que não muitos estudantes se apropriem dos significados compartilhados pela comunidade científica a respeito da indução eletromagnética, mesmo considerando as diversas relações e formas com que os estudantes se relacionam com o material educativo.

Deixando desde cedo claro que o protagonismo, no que diz respeito a compartilhar o conhecimento adquirido, estaria centrado na figura do estudante, pudemos perceber que alguns dos 15 estudantes protagonistas, que participaram do projeto, não tinham atingido o nível de aprendizado que julgamos adequado no momento da avaliação formal. Concluimos

que o simples fato de colocar os estudantes à frente de uma tarefa possibilita aos mesmos se relacionar com o conhecimento de outras formas, de modo que eles atingem o compartilhar significados. Embora essa análise não fizesse parte da nossa proposta inicial, não pudemos deixá-la passar despercebida, uma vez que para alcançar o objetivo final, que é observar como se dá o compartilhar significados na relação aluno–aluno, seria necessário garantir que aqueles que iriam compartilhar o conhecimento tivessem de fato se apropriado dele.

A segunda relação e foco do estudo, preocupada em analisar o compartilhamento de significados a partir do contato dos estudantes com o material educativo, mediado por outros estudantes, nos mostrou resultados bastante satisfatórios. Pudemos perceber, a partir da aplicação dos questionários, que os estudantes do segundo ano participantes do estudo alcançaram um nível de compreensão satisfatório com relação à indução eletromagnética e à importância desse fenômeno no processo de geração de eletricidade. Concluímos finalmente que é muito importante estimular a participação dos estudantes em projetos escolares, e que esses mesmos estudantes, com uma linguagem típica, conseguem atingir um público-alvo com características muito parecidas com as deles, em termos de nível de conhecimento científico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HALLIDAY, RESNICK, WALTER; Fundamentos da Física, vol3, 8ª Edição, LTC, 2009.
- [2] H. Moysés Nussenzveig, Curso de Física Básica, vol3, Editora Edgard Blücher, LTDA (1999).
- [3] TIPLER P.A, MOSCA. G.Physics for scientists and Engineers, sixth edition, Freeman, New York, 2008.
- [4] REGO, Ricardo Afonso do, Eletromagnetismo Básico, LTC, 2010.
- [5] AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- [6] MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa. Brasília: Ed. da UnB, 1998.