

Concepções espontâneas acerca das leis de Faraday e Lenz – um ponto de partida para elaboração de uma seqüência didática.

Alternative Conceptions on Faraday and Lenz`s Laws – a starting point to the confection of a teaching sequence.

Resumo

O presente trabalho traz um levantamento das concepções espontâneas acerca das Leis de Faraday e Lenz de alunos do Ensino Fundamental – II e Ensino Médio da rede pública. O levantamento foi feito por intermédio de vinte entrevistas semi-estruturadas que tem, cada uma, duração média de dez minutos. As perguntas das entrevistas foram mediadas pela apresentação de experimentos demonstrativos cujos fenômenos estão associados à eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo, em particular às leis de Faraday e Lenz. Os resultados do trabalho irão subsidiar a futura elaboração de uma seqüência didática, cujo aporte teórico será a TLS (Teaching and Learning Sequence).

Palavras-chave: concepções alternativas, leis de Faraday e Lenz, seqüência didática

Abstract

The present project brings a survey on the alternative conceptions about Faraday and Lenz`s laws of basic education students as well as of high school students. The survey was made by means of semi-structured interviews and each interview is about ten minutes long. The questions of the interview were directed through the presentation of demonstrative experiments, in which the observed phenomena were controlled by electricity, magnetism and electromagnetism, in particular by Faraday and Lenz`s laws. The results of this project shall subsidize the confection of a teaching sequence, which has the theoretical support of TLS (Teaching and Learning Sequence).

Key words: alternative conceptions, Faraday and Lenz`s laws, teaching sequence

Objetivos

Geral

Pretende-se, com esta pesquisa, investigar as concepções espontâneas de alunos do ensino fundamental e médio acerca de fenômenos relacionados às leis de Faraday e lei de Lenz. A análise e categorização destas concepções espontâneas irão, futuramente, subsidiar a elaboração de uma seqüência didática para o ensino destas leis. Além disso, os resultados deste trabalho ajudarão a entender melhor o papel das concepções espontâneas na aprendizagem, particularmente na aprendizagem de conceitos tradicionalmente considerados complexos por professores e alunos. Finalmente, a pesquisa poderá ainda indicar características da aprendizagem de crianças sobre temas complexos, o que poderá contribuir para uma pesquisa mais geral que está relacionada à antecipação curricular, ou seja, deslocar os conteúdos ensinados no ensino médio para as séries básicas. Esta antecipação teria o intuito de proporcionar um contato mais prolongado entre alunos e conteúdos, o que, supostamente, favoreceria uma aprendizagem mais aprofundada e significativa, além de criar espaço para a incorporação de temas mais modernos no programa curricular do ensino médio.

Específicos

O objetivo específico da pesquisa é fazer um levantamento das concepções espontâneas que os alunos do ensino fundamental e médio têm em relação aos fenômenos relacionados às leis de Faraday e Lenz. Concebe-se aqui a hipótese de que, por se tratar de um assunto de natureza complexa, as concepções dos alunos estarão bastante distanciadas dos modelos científicos correspondentes. Além disso, a observação dos fenômenos relacionados a estas leis não se dá de forma direta. Aplicações tecnológicas como geradores elétricos, usinas elétricas, entre outras, apesar de estarem presentes no dia-a-dia do aluno, não são de fácil observação. Deste modo, acredita-se que as concepções que eles possam vir a ter a respeito destas leis, diferentemente do que ocorre com outros conceitos físicos, serão de natureza bastante diversa, com opiniões distintas e divergentes a respeito do tema.

Outro objetivo do trabalho, que será implementado futuramente e que será objeto da pesquisa de mestrado, é a elaboração de uma seqüência didática de ensino destas leis que leve em conta as características pedagógicas dos alunos, em particular aquelas relacionadas às concepções espontâneas levantadas. O que se pretende é utilizar uma linguagem que seja acessível, lançando mão de elementos que, reconhecidamente, auxiliem de forma significativa a aprendizagem. Serão utilizados animações e experimentos de demonstração, além de se tomar cuidado com a escolha da linguagem verbal envolvida nas mediações. Dois experimentos de impacto, cujas descrições serão fornecidas na metodologia, a **bobina Faraday-Lenz** e o **tubo Faraday-Lenz**, unidos a uma seqüência linear de experimentos pontualmente escolhidos, farão a vez da parte experimental da futura seqüência didática. A seqüência didática contará ainda com **animações e simulações** sobre a lei de Faraday e lei de Lenz. Com a diversificação de contextos proporcionada pela presença de vários experimentos, aliada com as representações abstratas das animações, pretende-se conseguir um alto poder de transferência. Ou seja, pretende-se que o uso da seqüência para ensinar os alunos aumente a capacidade que os mesmos terão de utilizar esta aprendizagem em outros contextos, que não o da seqüência em si. No futuro, espera-se utilizar esta seqüência de experimentos e animações em espaços não formais de aprendizagem. Este tipo de ambiente, a princípio, apresenta uma vantagem em relação aos espaços formais, uma vez que o aluno tem mais tempo a sua disposição, podendo voltar a qualquer ponto da seqüência e ficar lá o quanto achar necessário, até que considere que entendeu aquela etapa da seqüência e, daí, partir para a próxima. Além disso, a seqüência utilizará a abordagem de exemplos e contra exemplos, abordagem que tem como intuito aumentar a percepção de atributos relevantes e irrelevantes. Finalmente, a seqüência será puramente conceitual, sem a utilização de fórmulas e contas, o que lhe confere a característica de poder ser usada para o ensino de crianças que ainda não dominam a matemática necessária para entender a formalização técnica destas leis.

Fundamentação teórica

A primeira parte do trabalho, que, aliás, é a parte que se deseja apresentar no ENPEC, é o levantamento das concepções espontâneas relacionadas às leis de Faraday e Lenz feita através de demonstrações de experimentos, seguido da categorização e análise deste levantamento. A importância da conscientização das concepções espontâneas para melhor adaptar o processo de ensino-aprendizagem à realidade cognitiva do aluno já foi amplamente estudada e aparece em inúmeras pesquisas empíricas e teóricas. Um dos autores que apontam para a relevância deste aspecto é Martins (2006), que se apóia nos trabalhos de Bachelard para discutir o papel das concepções alternativas e mudança conceitual. Mesmo antes de Bachelard, Vygotsky acreditava que o processo de formação de um conceito “cotidiano” ou espontâneo se dá por meio de interações sociais. Para ele, na medida em que o sujeito aperfeiçoa seus conceitos na direção do conhecimento científico, seus conceitos

“espontâneos” vão minimizando cada vez mais. Para que haja a apropriação de um conhecimento científico, é necessário que o sujeito tenha desenvolvido algum conceito espontâneo sobre o objeto. “*Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos.*” Vygotsky (1989). Assumindo a premissa de Vygotsky como verdadeira, parece ser relevante se tomar ciência das concepções espontâneas de alunos a respeito do magnetismo e eletromagnetismo caso se pretenda ensinar-lhes as leis de Faraday e Lenz, uma vez que, para este pensador, o conhecimento destas leis se estabelecerá a partir destas concepções.

A idéia de Driver (1985) de criar dimensões, *peçoais, incoerentes e estáveis* para concepções espontâneas e o trabalho Guesne (1991) sobre os tipos de concepções espontâneas acerca da luz e da visão, serviram de insight para a elaboração de dimensões para as concepções espontâneas dos alunos entrevistados nesta pesquisa. Após a análise da entrevista de vinte alunos do ensino fundamental e médio sobre este tema, observou-se que existiam concepções espontâneas **comuns** à maioria e concepções **particulares**. A relevância de discernir se as concepções espontâneas dos alunos são ou não compartilhadas por outros membros do grupo estudado, ou seja, se são do tipo **comum**, se baseia no fato de que a escolha das estratégias que serão utilizadas para a elaboração da seqüência didática parte das concepções espontâneas dos alunos. Eleger concepções **comuns** como ponto de partida viabiliza a elaboração e implementação da seqüência, ao passo que o conhecimento prévio da existência de concepções **particulares** possibilita uma análise da limitação da seqüência.

A próxima parte do trabalho e que será desenvolvida até o final de 2012, objeto da pesquisa de mestrado, será a elaboração da seqüência didática propriamente dita. O ponto de partida desta elaboração será as concepções espontâneas levantadas e analisadas por esta pesquisa. Supõe-se que com o levantamento das concepções espontâneas já realizadas e analisadas, a escolha das etapas da seqüência poderá ser feita de modo a se ajustar às necessidades de seu público, tornando-se assim, mais eficiente. A seqüência elaborada terá o aporte teórico da TLS (teaching-learning sequence), escolhido pelo seu caráter cíclico evolutivo, ou seja, uma seqüência deste tipo nunca está pronta, toda vez que ela é aplicada é feita uma avaliação de sua eficiência, análise de potenciais melhorias, alterações de seu design e, finalmente, utilizada novamente para uma nova validação. Com isto, a seqüência tem ao mesmo tempo, o objetivo de ensinar e de pesquisar (Méheut 2010). Uma seqüência de ensino aprendizagem TLS é uma estrutura didática validada pelo tempo e que supera os riscos e as dificuldades didático-pedagógicas (Lijnse e Klaassen, 2004). Essas estruturas contêm indícios que permitem aos professores (de espaços formais) e mediadores (de espaços não formais) separar o essencial do acidental. Com o tempo e com a sucessiva aplicação da seqüência, sua melhoria se dará pela análise das respostas às perguntas: Quais são os pontos importantes que devem ser mantidos em cada etapa da seqüência? Quais devem ser modificados? O que determina tais modificações? Quais os resultados encontrados? Os alunos conseguiram modificações conceituais mais significativas em relação à seqüência anterior?

A parte “concreta” da seqüência contará com experimentos e animações, enquanto que chamaremos de parte “abstrata” o discurso, feita pelo mediador de um espaço não formal ou um professor de sala. Entre os recursos didáticos que um professor pode utilizar, Araújo e Abib (2003) acreditam que as atividades experimentais ocupam uma posição de destaque, por associarem a aprendizagem à operação da realidade e favorecerem o entendimento das leis e conceitos. Para estes pesquisadores, os estudiosos da área são unânimes em destacar dois aspectos fundamentais que validam o uso desta estratégia:

a) *Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.*

b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência.

Além disso, a quantidade de experimentos utilizada possibilitará uma diversificação de contextos que será colocada em paralelo com as representações abstratas fornecidas pelas animações. Esta aliança (diversidade de contextos + abstrações) poderá, de acordo com Singley (1989), aumentar o poder de transferência da seqüência. A transferência é aqui entendida como a capacidade de estender o que se aprende em um contexto a novos contextos (Bransford, Brown e Cocking, 2007). Outro recurso que será utilizado para aumentar o poder de transferência da seqüência é o uso de exemplos e contra exemplos, estratégia oriunda do conceito de *casos contrastantes* (Gibson, 1955). Para tanto se utilizará pares de materiais diferentes, um condutor, um não condutor, um magnético e outro não magnético, entre outros exemplos, que conduzam o olhar do aluno para os atributos relevantes e irrelevantes de um determinado conceito ou fenômeno. Finalmente, para Singley (1989), a transferência é proporcional à aprendizagem significativa, em outras palavras, quanto mais sólida a aprendizagem, maior será a chance de que o aluno alcance a transferência. Para ele, a aprendizagem sólida, por sua vez, é proporcional ao investimento de tempo do aprendiz, tempo necessário para que se possam estabelecer as conexões entre as novas informações com o conhecimento que já possuía. A não observância a esta necessidade, segundo o autor, seria um dos principais elementos para o fracasso do sistema de ensino tradicional, que tenta abarcar muitos tópicos de forma rápida e superficial. A seqüência proposta, quando apresentada em espaços não formais de aprendizagem, terá a vantagem de disponibilizar mais tempo para o aluno. Cada visitante poderá gastar o tempo que julga necessário para assimilar o ensinamento de um dos experimentos ou animações da seqüência, para somente então passar para o próximo passo.

Finalmente, para que a validação da eficiência da seqüência seja feita, serão utilizados itens (questões) previamente confeccionados de acordo com a Teoria da Resposta ao Item, T.R.I., teoria que, em princípio, tem a capacidade de avaliar os vários ciclos da seqüência, com sujeitos diferentes, da forma mais comparável e “justa” possível. Apesar dos vários aspectos positivos de uma seqüência que é avaliada e validada constantemente, como é o caso da seqüência TLS, seu caráter de aprimoramento contínuo traz consigo uma dificuldade que diz respeito aos indicadores de aprendizagem: o fato dos ciclos de validação serem feitos sempre com públicos diferentes. Por mais que se zele pela busca de grupos de alunos com as mesmas características iniciais, escolhendo-se, por exemplo, alunos da rede pública, de uma mesma cidade, com a mesma idade, etc, e por mais que se constatem os mesmos tipos de concepções espontâneas, nada garante que estes grupos sejam de fato equivalentes antes de se submeterem à seqüência. Por este motivo, escolheu-se a T.R.I. como referencial para avaliação dos alunos e validação da seqüência, na tentativa de assegurar que pelo menos as outras variáveis da avaliação, como grau de dificuldade dos itens, grau de coerência dos itens, entre outras, sejam sempre as mesmas. Esta teoria de avaliação é conhecida pela capacidade de elaborar e comparar da forma mais equivalente possível grupos distintos de alunos. Exames de relevância nacional, como o ENEM e internacional, como o TOEFL, utilizam esta teoria para elaborar e analisar seus resultados. Para mais detalhes de como funciona este processo de avaliação, ver Pasquali (2003).

Metodologia

As duas partes da pesquisa, tanto o levantamento e análise das concepções espontâneas, parte esta que será apresentada no encontro, quanto a futura elaboração da seqüência didática, serão ambas, pesquisas qualitativas.

A coleta de dados da primeira parte utilizou o conceito de entrevista semi-estruturada e individual apresentada por Bogdan (1994) no capítulo III de seu livro. A opção pela entrevista partiu do pressuposto de que ela permite um acesso mais amplo e aprofundado do que um questionário, uma vez que o investigador tem a liberdade de sondar de diferentes maneiras e adaptar as perguntas conforme se desenrole sua interação com o interlocutor.

Contexto das Entrevistas já realizadas

Foram entrevistas vinte crianças. Sete entrevistas foram realizadas no dia 14 de maio de 2011, em uma escola estadual de Osasco, chamada Prof. Antonio Gambarini, durante uma das apresentações do *Arte e Ciência no Parque*. Treze entrevistas foram feitas durante a visitação de alunos da Escola Estadual Florestan Fernandes ao Instituto de Física da USP, no decorrer de uma das atividades do projeto Novos Talentos, no dia 12 de julho de 2011.

As perguntas tinham como objetivo investigar as concepções espontâneas acerca de eletricidade, magnetismo e das leis de Faraday e lei de Lenz. O levantamento destas concepções de pessoas leigas no assunto poderá subsidiar estudos que avaliem abordagens diferenciadas para o ensino destas leis.

As perguntas foram intercaladas entre demonstrações de experimentos que evidenciavam fenômenos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, em particular a presença de dois experimentos nos quais as leis de Faraday e Lenz apresentam papéis determinantes. Abaixo segue a descrição dos experimentos e o roteiro da entrevista:

Experimentos Utilizados



- Experimento-01: ÍMÃS

Foram apresentados ímãs aos alunos. Os ímãs tinham formatos de pastilha, esférico e cilíndrico e constituições de ferrite ou neodímio. Mostrava-se a interação entre eles, tanto de repulsão quanto de atração.



-Experimento-02: LEVITAÇÃO MAGNÉTICA

Foi apresentado um experimento de levitação com ímãs. Trata-se de uma caneta na qual foram inseridos ímãs e um suporte no qual também estão inseridos ímãs. A caneta fica flutuando devido à repulsão magnética. O dispositivo foi adquirido em loja de artigos e enfeites para escritório.

-Experimento-03: LANTERNA COMUM

Foi apresentada uma lanterna comum que funciona a pilha e usa lâmpadas de led. Mostrava-se a lanterna acendendo e apagando e depois a pilha em seu interior.



-Experimento-04: LANTERNA MANUAL

Foi apresentada uma lanterna destas manuais na qual se pode gerar energia elétrica por meio da movimentação de “aperta e solta” de uma manopla.



FIGURA 01:
Tubo oco de alumínio colocado na vertical.



FIGURA 02: Ímã em formato esférico em queda vertical no interior do tubo de alumínio (fotografado de cima).

-Experimento-05: TUBO FARADAY-LENZ

No interior de um tubo de alumínio oco, segurado na vertical (figura-01) são abandonados objetos quaisquer. Depois de abandonados, atingem rapidamente a outra extremidade do tubo. No entanto, quando se abandona um ímã no interior do mesmo (figura-02), este leva um tempo muito superior, quando comparado com os outros objetos não magnéticos, para atingir a outra extremidade do tubo. Olhando no interior do tubo percebe-se um movimento como que em “câmara lenta”, dando a impressão que o ímã está flutuando.



Bobina de 1000 espiras de cobre ligadas a um led.



Movimento do ímã no interior das espiras acendendo o led.

-Experimento-06:

BOBINA FARADAY-LENZ

Agora um ímã é posto num movimento de vai e vem no interior de uma bobina longa de mil espiras de cobre que tem suas extremidades ligadas a um pequeno led. O movimento oscilatório do ímã no interior tubo de espiras de cobre induz uma corrente elétrica que acende o led, mas apenas em um dos sentidos de movimento do ímã, ou seja, ou no movimento de “vai” ou então no movimento de “vem”, uma vez que o led permite a passagem da corrente em apenas um sentido.

Roteiro Básico das Entrevistas Semi-estruturadas

Demonstração do experimento-01

- Você sabe dizer o que são estes objetos?
- Você sabe dizer como é possível que eles se atraiam um ao outro ou se repilam ainda quando estão separados?
- Você sabe dizer se a força que fazem um no outro aumenta, diminui ou permanece constante quando eles se aproximam? E quando se afastam?

Demonstração do experimento-02

- Você sabe dizer por que este objeto em forma de caneta fica flutuando?
- No caso de responder que é um ímã, onde estão posicionados os ímãs?
- Eles se atraem ou se repelem nesta situação? Por quê?

Demonstração do experimento-03

- Você sabe dizer como funciona a lanterna a pilha?
- Qual o papel da pilha?

Demonstração do experimento-04

- Esta é uma lanterna que não precisa de pilha. Você sabe dizer como ela funciona?
- Quem faz o papel da pilha?

Demonstração do experimento-05

- Você percebe alguma diferença entre o ímã caindo e a bolinha de aço caindo?
- Por que você acha que o ímã cai devagar no interior do tubo de alumínio, enquanto a bola de ferro cai rapidamente?
- Você acha que se o tubo fosse de madeira o ímã ainda cairia lentamente ou cairia rapidamente? Por quê?

Demonstração do experimento-06

- Por que você acha que o led acende quando oscilamos o ímã no interior do tubo?
- Por que você acha que o led acende apenas em um sentido de movimentação do ímã, mas no outro sentido ele não acende?

Perguntas gerais

- Você acredita haver alguma relação entre os últimos dois experimentos, o do tubo de alumínio e o do led? Em caso afirmativo, qual?
- Você acredita que há qualquer relação entre algum destes experimentos e alguma tecnologia do mundo moderno? Em outras palavras, o fenômeno que está ocorrendo com estes ímãs ou com estes leds está presente, de alguma forma, em nosso cotidiano? Em caso afirmativo, de que forma?

Exemplo de Entrevistas

Pedacço de Transcrição da Entrevistas de número 04

E-04:Menino de 14 anos

Eu	<i>eu vou pegar isto daqui..é um ímã oh eu vou aproximar aqui oh... repare que a lâmpada acende a hora que eu aproximo. você sabe me dizer por que esta lâmpada acende na hora que eu aproximo?</i>
Ele	<i>por que o cobre conduz eletricidade?</i>
Eu	<i>que mais?</i>

	<i>o que isto tem a ver com o ímã?</i>
Ele	<i>o ímã tem eletricidade para se juntar? é isto?</i>
Eu	<i>pode ser.. mas agora, outra coisa oh quando eu aproximo acende, mas quando eu afasto não, você sabe dizer por quê?</i>
Ele	<i>(mexe a cabeça negativamente) por causa que quando você coloca, passa perto do cabo e do lado do ímã, ele vai conduzindo a eletricidade.</i>
Eu	<i>então eu vou fazer o seguinte: eu vou virar o ímã. oh agora, quando eu aproximo, não acende, mas quando eu afasto acende, ficou ao contrário.</i>
Ele	<i>por que o ímã tem um lado que ele junta e um lado que ele não junta</i>
Eu	<i>tá ótimo isto daqui é um tubo de alumínio vazado e eu vou soltar esta bolinha aqui oh ela cai rapidinho, nada de mais, agora, se ao invés de colocar a bolinha normal, eu tivesse colocado esta daqui que é um ímã, repare que esta daqui (se referindo ao ímã), ela gruda no ferro, pois é um ímã, o outro não, olha, ele não gruda no ferro. agora eu vou soltar a bolinha que é um ímã, olha o que acontece,</i>
Ele	<i>vai cair</i>
Eu	<i>vai cair, mas só...que mais lento você sabe dizer por que isto acontece?</i>
Ele	<i>por que o ímã vai segurando... o metal</i>
Eu	<i>o metal?</i>
Ele	<i>a bolinha que é um ímã vai segurando o metal</i>
Eu	<i>vai segurando o metal?</i>
Ele	<i>é ela vai segurando o metal e vai caindo devagarzinho</i>
Eu	<i>então ela se prende no metal? (mostro que o ímã não gruda no alumínio pelo lado de fora)</i>
Ele	<i>não se prende</i>
Eu	<i>sabe dizer por que então?</i>
Ele	<i>não</i>

Análise das Entrevistas

As respostas foram divididas em três dimensões com as respectivas categorias e subcategorias:

Dimensão-01: EXPLICAÇÃO PARA O QUE FOI OBSERVADO DURANTE OS EXPERIMENTOS

A) NÃO CONSEGUE DAR UMA EXPLICAÇÃO PARA O EXPERIMENTO

Exemplo: Entrevista-01-linha-06

B) FORNECE RESPOSTA QUE TEM POUCA APROXIMAÇÃO COM A EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

- No experimento-04 acham que o movimento da mão fornece eletricidade para a lâmpada da lanterna acender; Exemplo:

- No experimento-05 acha que o ímã cai devagar por causa do ar no interior do tubo;

Exemplo: Entrevista -01-linha-10

- No experimento-05 acha que o ímã cai devagar por que é atraído pelo alumínio, como seria pelo ferro; Exemplo: Entrevista -02-linha-22

-No experimento-06 acha que o led acende por causa do atrito entre o ímã e o tubo onde as espiras de cobre estão enroladas; Exemplo: Entrevista -06-linha-02

- No experimento-06 acha que os ímãs possuem pólos positivos e negativos, daí o fato de ora acender o led ora não acender, ou explica o ímã caindo devagar por que ele tem pólo positivo e o tubo de alumínio tem pólo negativo; Exemplo: Entrevista -05-linha-14

- No experimento-01 acha que os ímãs se atraem ou se repelem por terem pólos positivos e negativos; Exemplo:

- No experimento-01 acha que a força aumenta quando os ímãs se aproximam;
Exemplo:

- No experimento-02 acha que a caneta fica flutuando devido a presença de ímãs em seu interior e na plataforma; Exemplo:

- No experimento-03 acha que a lanterna acende por causa da eletricidade da pilha, sendo que esta teria o papel de fornecer energia para a lâmpada; Exemplo:

- No experimento-05 acha que o campo magnético do ímã, de alguma forma, interage com o alumínio, por este ser condutor; Exemplo: Entrevista-06-linha-14

C) FORNECE RESPOSTA QUE SE ENQUADRA NO MODELO CIENTÍFICO

Exemplo: não houve este tipo de ocorrência

Dimensão-02: RELAÇÃO ENTRE OS EXPERIMENTOS

A) ACREDITA QUE OS EXPERIMENTOS NÃO POSSUEM LIGAÇÃO UM COM O OUTRO

Exemplo: Entrevista-04-linha-22

B) ACREDITA QUE ESTES EXPERIMENTOS TÊM UMA LIGAÇÃO, MAS NÃO SABE DIZER QUAL

Exemplo: Entrevista-02-linha-32

C) ACREDITA QUE ESTES EXPERIMENTOS TÊM UMA LIGAÇÃO E ARRISCA UMA RESPOSTA QUE SE APROXIMA POUCO DA EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Exemplo: Entrevista-06-linha-17

Exemplo: Entrevista-05-linha-28

D) ACREDITA QUE ESTES EXPERIMENTOS TÊM UMA LIGAÇÃO ENTRE ELES E DÁ A EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA ACEITA PARA JUSTIFICAR SUA OPINIÃO

Exemplo: não houve este tipo de ocorrência

Dimensão-03: CONTEXTUALIZAÇÃO DOS FENÔMENOS ENVOLVIDOS

A) ACREDITA QUE ESTES EXPERIMENTOS NÃO TÊM NENHUMA LIGAÇÃO COM O COTIDIANO

Exemplo: Entrevista-03-linha-24

B) ACREDITA NA LIGAÇÃO COM O COTIDIANO, MAS NÃO SABEM DIZER QUAL É ESTA LIGAÇÃO

Exemplo: Entrevista-05-linha-30

C) ACREDITA NA LIGAÇÃO COM O COTIDIANO E ARRISCAM UMA EXPLICAÇÃO QUE TEM POUCA LIGAÇÃO COM A EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Exemplo: Entrevista-01-linha-25

D) ACREDITA NA LIGAÇÃO COM O COTIDIANO E SUGEREM UMA EXPLICAÇÃO BASTANTE COERENTE COM A EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Exemplo: não houve este tipo de ocorrência

Discussão dos resultados

No que diz respeito aos experimentos de número 01, 02, 03 e uma parte do 05, percebe-se um padrão comum de respostas, ou seja, parece existir uma concepção espontânea **comum** ao grupo de alunos entrevistado.

CONCEPÇÕES COMUNS OU COLETIVAS

Experimento-01:

- percebem que são ímãs e acham que os ímãs se atraem ou se repelem por ser positivo ou negativo;
- não conseguem expressar a idéia de campo para a interação a distância;
- acreditam que a força aumenta quando a distância entre os ímãs diminui.

Experimento-02:

- provavelmente, influenciados pelo experimento-01, julgam que a caneta deva estar flutuando por causa de ímãs;
- de maneira geral, não sabem dizer onde estão posicionados os ímãs (plataforma e caneta);
- não sabem dizer por que se repelem apenas;

Experimento-03:

- acham que a lanterna funciona com eletricidade ou energia elétrica;
- acreditam que quem fornece energia às lâmpadas sejam as pilhas, mas não sabem como.

Experimento-05:

- É praticamente unânime a opinião (que não condiz com o conceito científico), que a bolinha em formato de ímã cai lentamente por que é puxada pelo tubo, uma vez que este é de “ferro”. Ainda que diga no começo da demonstração que o tubo é de alumínio, quando tentam encontrar uma explicação, passam a achar que o tubo é de ferro, esquecem o que havia dito cerca de um minuto atrás.
- É praticamente unânime também a opinião (que agora concorda com o conceito científico), de que o ímã não cairia lentamente caso o tubo não fosse de metal.

Desta análise podemos perceber que os alunos entrevistados têm um conjunto comum de conhecimento sobre o tema, e usam este conhecimento para tentar explicar qualquer fenômeno que acreditam que esteja relacionado à eletricidade e magnetismo. Ao assim proceder, eles acabam por acertar algumas vezes e errar outras.

O conhecimento **comum** ao grupo, analisando suas respostas é:

- 01) Sabem que existem objetos chamados ímãs que se atraem ou se repelem, mas não sabem como esta atração pode existir a distância;
- 02) Sabem que a força deve aumentar com a aproximação dos ímãs, mas não sabem por quê;
- 03) Sabem que a lâmpada acende com energia, mas não sabem dizer qual energia;
- 04) Sabem que a pilha fornece energia para acender as lâmpadas, mas não sabem como isto ocorre;
- 05) Sabem que ímãs têm pólos, mas os chamam de pólos positivos e negativos, o que sugere uma falta de distinção entre fenômenos de origem elétrica de fenômenos de origem magnética;
- 06) Sabem que o condutor tem um papel de destaque na eletricidade, mas não sabem dizer qual é este papel;
- 07) Não sabem distinguir os condutores quanto às suas propriedades magnéticas, atribuindo o mesmo tipo de comportamento para o alumínio (paramagnético), ferro (ferromagnético) e cobre (diamagnético);
- 08) Quando se deparam com fenômenos oriundos da ação das leis de Faraday e Lenz, tentam explicá-los tomando como base os conhecimentos que têm, expostos nos itens acima, mantendo-se bastante distante da explicação cientificamente aceita.

CONCEPÇÕES PARTICULARES

Percebe-se uma tendência a se confirmar uma das hipóteses iniciais, qual seja, de que as concepções espontâneas para os fenômenos relacionados às leis de Faraday e Lenz, concepções que foram sondadas através dos experimentos de 05 e 06, são díspares entre si, ou seja, existem opiniões divergentes a respeito da razão dos fenômenos observados na demonstração destes experimentos. Em outras palavras, as concepções são mais do tipo **particular** do que do tipo comum. Isto é diferente do que ocorre com as concepções sondadas pelos experimentos de número 01, 02, 03 e parte do 05.

Talvez esteja aí um indício da origem da dificuldade que se encontra no ensino destas leis. Talvez possa explicar também a dificuldade de se elaborar materiais didáticos para o ensino destas leis. Parece ser razoável pensar que um material didático elaborado a partir do senso comum do aluno, que leve em consideração suas concepções espontâneas, deva ser mais eficiente que outro material que não faz este tipo de consideração. No entanto, se as concepções espontâneas não são comuns, não convirja para o mesmo tipo de raciocínio (ainda que este raciocínio não corresponda ao saber científico), será difícil encontrar um ponto de partida que supra as características pedagógicas de todos os alunos. Em outras palavras, um material didático que leve em conta apenas um tipo de concepção, obviamente excluirá as demais.

Para clarificar a análise, direcionemos nossa atenção para outro exemplo de conteúdo físico sobre o qual já foram elaborados inúmeros materiais didáticos: o conceito de força e as leis de Newton. A concepção espontânea a respeito de força é um caso em que parece haver uma conspiração para que as concepções espontâneas das pessoas convirjam, ou seja, sejam do tipo **comum**. O senso comum é que velocidade deve existir somente na presença de força, ver, por exemplo, o trabalho de Pregolato e Pacca (1991). Este tipo de conceito errôneo **comum** parece não existir quando as concepções espontâneas dizem respeito às leis de Faraday e Lenz, ou seja, as opiniões neste caso são do tipo **particular**.

Uma saída para este impasse seria a elaboração de uma seqüência didática bastante diversificada, cobrindo o maior número possível de concepções espontâneas em sua estrutura.

Para depois do ENPEC

Para a segunda parte da pesquisa, na qual será elaborada a seqüência didática TLS para o ensino das Leis de Faraday e Lenz, já existe uma primeira lista de experimentos que constarão da parte concreta da seqüência:

- a) ímã interage à distância com outro ímã;
- b) circuito: corrente elétrica com pilha acende lâmpada;
- c) circuito: corrente elétrica com pilha que acende lâmpada interage com ímã;
- d) ímã parado no interior de tubo com 2000 espiras não acende lâmpada;
- e) ímã em movimento de vai e vem no interior de tubo com 2000 espiras acende lâmpada;
- f) circuito: corrente elétrica com pilha acende lâmpada mesmo quando inverte-se a pilha;
- g) ímã em movimento de vai e vem no interior de tubo com 2000 espiras acende lâmpada mesmo quando inverte-se o ímã;
- h) circuito: corrente elétrica com pilha acende led;
- i) ímã em movimento de vai e vem no interior de tubo com 2000 espiras acende led;
- j) circuito: corrente elétrica com pilha não acende led quando inverte-se a pilha;
- k) ímã em movimento de vai e vem no interior de tubo com 2000 espiras acende o led apenas em um dos movimentos do vai e vem, ou no “vai” ou no “vem” e, quando inverte-se o ímã, a etapa em que o led é aceso também é invertida;
- l) objetos quaisquer em queda no interior de tubo não metálicos caem rapidamente;

- m) objetos quaisquer, não magnéticos, e em queda no interior de tubos metálicos caem rapidamente;
- n) ímãs no interior de tubos não metálicos caem rapidamente;
- o) ímãs em queda no interior de tubos metálicos (não ferromagnéticos) caem lentamente;
- p) modelo mecânico: limalha de ferro arranja em formato especial quando ao redor de ímã;
- q) modelo mecânico: limalha de ferro não se arranja em formato especial quando ao redor de não ímãs;
- r) modelo mecânico: distribuição espacial tridimensional de ferro fluido ao redor de ímã;
- s) modelo mecânico: modelo gigante de ímã de isopor com arames representando linhas de indução em movimento de vai e vem no interior de bambolês que representam espiras metálicas;

Bibliografia

- ARAÚJO, M. S. T. D.; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **revista brasileira de ensino de física**, São Paulo, v. 25, n. 2, junho 2003.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa**. Porto: Porto Editora, v. 12, 1994.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. São Paulo: SENAC, 2007.
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; THIBERGHIE, A. **Children`s Ideas In Science**. 10. ed. Philadelphia: Open University Press, 2002.
- GIBSON, J. J.; GIBSON, E. J. Perceptual learning: differentiation or enrichment?, v. 62, p. 32-41, janeiro 1995.
- GUESNE; THIBERGHIE. **Ideas Científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Ediciones Morata, 1991.
- LIJNSE, P.; KLAASSEN, K. Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences. **International Journal of Science Education**, Londres, 2004.
- MARTINE MÉHEUT, D. S. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, Thessaloniki, 03 março 2010.
- MARTINS, A. F. P. **Algumas Contribuições da Epistemologia de Gaston Bachelard à Pesquisa em Ensino de Ciências**. EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Londrina: [s.n.]. 2006.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science. **International Journal of Science Education**, Londres, 2004.
- PASQUALI, L. Fundamentos da Teoria da Resposta ao Item - TRI. **Avaliação Psicológica**, Porto Alegre, v. 2, p. 99-110, Dez 2003.
- PREGNOLATTO, Y. H.; PACCA, J. L. A.; TOSCANO, C. Concepções sobre força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, p. 19-23, 1992.
- ROSALIND DRIVER, E. G. A. T. **Children`s Ideas and the learning of science**. [S.l.]: Open University Press, 1985.
- SINGLEY, M. K.; ANDERSON, J. R. **The transfer of cognitive skill**. Cambridge: Harvard University Press, 1989.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.