

# **Investigando concepções de Eletricidade em alunos do 3º ano do Ensino Médio**

## **Investigating electricity's concepts among 3rd year high school students**

**Ozorio Saturnino Barbosa Neto**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
netosbn@gmail.com

**Rafael José Pereira Vieira**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
rafaeljpv@hotmail.com

**Paulo Henrique Diaz Menezes**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
paulo.menezes@ufjf.edu.br

### **Resumo**

Neste trabalho relatamos uma atividade realizada no âmbito do PIBID para investigar as concepções de eletricidade de alunos do 3º ano do Ensino Médio. Para isso, foi elaborado um pré-teste que foi respondido por 219 alunos. Analisando as respostas, identificamos concepções que poderiam vir a caracterizar modelos de eletrização. Os resultados revelaram que os estudantes apropriam-se de conteúdos estudados em anos anteriores para elaborar alguns modelos explicativos. Além disso, percebeu-se certa confusão envolvendo conceitos de carga elétrica e corpo eletrizado. Eles utilizam termos como isolantes e fio-terra sem demonstrar clareza em seus significados. Com as questões analisadas, planejamos uma intervenção com o intuito de confrontarmos as concepções apresentadas com a teoria científica. Ao utilizarmos ferramentas consagradas no campo das pesquisas em ensino de ciências, como os testes de concepções, bem como teorias, como a da aprendizagem significativa, procuramos oportunizar um diálogo colaborativo em prol da melhoria da qualidade do ensino de física.

**Palavras chave:** ensino de física, aprendizagem significativa, PIBID, concepções de eletricidade.

### **Abstract**

In this paper we describe an activity carried out under PIBID to investigate the concepts of electricity from students of the 3<sup>rd</sup> year of High School. For this investigation, we designed a pre - test that was done by 219 students. By analyzing the answers, we identified concepts that would characterize models of electrification. The results showed that they appropriated the content studied in previous years to develop explanatory models. Moreover, it was noticed some confusion involving concepts of electric charge

and electrified body. They use terms such as insulation and ground wire without clearly demonstrate their meanings. With the issues analyzed, we planned an intervention in order to confront the conceptions presented with scientific theory. By using enshrined tools in the field of research in Science teaching, such as testing concepts and theories like meaningful learning, we allow a collaborative dialogue in order to improve the quality of teaching Physics.

**Key words:** physics teaching, meaningful learning, PIBID, conceptions of electricity.

## Introdução

Este trabalho se insere na proposta do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), que objetiva o maior comprometimento dos licenciandos com o exercício do magistério na rede pública. O estudo aqui relatado foi desenvolvido em 2011, dando continuidade ao trabalho iniciado no ano anterior envolvendo atividades interativas no processo de ensino-aprendizagem de física (VIEIRA; BARBOSA NETO; MENEZES, 2011).

Ainda na fase inicial do PIBID, durante o acompanhamento do trabalho docente em sala de aula, observamos que os alunos tinham pouco interesse pelas aulas de física. Desde então, temos nos empenhado para tentar entender e minimizar essa falta de interesse. Para isso, temos procurado trazer para sala de aula elementos do cotidiano dos alunos por meio de atividades interativas e experimentos que visam estimular a participação e gerar questionamentos e debates sobre os conteúdos de ensino de física.

Nesse sentido, temos buscado apoio nos resultados de pesquisas em ensino de física, mais especificamente daquelas que tratam da aprendizagem significativa (LAHERA; FORTEZA, 2008; MOREIRA, 1997; MOREIRA, 1983). A partir dessa perspectiva, a primeira atividade que desenvolvemos com os alunos é sempre um pré-teste em que procuramos conhecer e avaliar as concepções que eles possuem sobre o conteúdo de ensino e os fenômenos que serão estudados.

Neste trabalho analisamos um pré-teste sobre o conteúdo de eletrização, aplicado no início do ano letivo de 2011. A primeira leitura das respostas dos alunos nos fez perceber que era possível identificar algumas concepções que poderiam vir a caracterizar modelos de eletrização por eles elaborados. Por isso, resolvemos aprofundar o estudo do material coletado com o objetivo de caracterizar alguns modelos de eletricidade que surgem das concepções prévias que os alunos possuem. Também elaboramos uma intervenção com o objetivo de confrontar essas concepções com a teoria científica.

## Referencial Teórico

O trabalho que temos desenvolvido no PIBID tem suporte na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (apud MOREIRA, 1983; MOREIRA, 1997) por entendermos que ela considera o conhecimento prévio do aluno como uma variável crucial para aprendizagem e, conseqüentemente, para o aumento do interesse por aquilo que lhe é ensinado.

A essência do processo de aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado

para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não-arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados. (MOREIRA, 1997, p.2)

Outro aspecto que consideramos importante nessa teoria é o fato de se tratar de uma teoria cognitivista, que não só valoriza o conhecimento prévio do aluno, mas também identifica e situa o papel do professor no sentido de promover uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, um dos papéis do professor seria proporcionar um ambiente em que o aluno se sinta à vontade para expor sua opinião. Lahera e Forteza (2008) – fazendo referência a projeto de aprendizagem de ciências em crianças – destacam a importância da base do paradigma construtivista, presente nessa teoria:

[...] a base do paradigma construtivista é reconhecer que os alunos constroem seu próprio conhecimento por meio de interações pessoais com fenômenos naturais e por meio de interações sociais com adultos e semelhantes. Consequentemente, as crianças já têm crenças sobre como funciona o mundo antes de chegar à ciência formal. Assim, uma função importante do professor será proporcionar um clima de aprendizagem no qual os alunos possam, em primeiro lugar, reconhecer e refletir sobre suas próprias ideias e serem conscientizados de que os outros podem ter ideias contrárias, mas igualmente válidas. (LAHERA & FORTEZA, 2008, p.34)

Na análise dos resultados apresentados neste trabalho procuramos fazer uma aproximação entre as concepções prévias apresentadas pelos alunos e os modelos mentais de eletricidade descritos por Borges (2008). De acordo com esse autor os modelos mentais evoluem “com o desenvolvimento psicológico e com a instrução, num processo conhecido como mudança conceitual.” Nesse processo de mudança, “[...] as concepções dos estudantes tendem a evoluir através da construção de novas entidades para a descrição de eventos e fenômenos bem como através do desenvolvimento de estratégias de raciocínio” (BORGES, 2008, p.3).

Apesar de reconhecermos a importância da teoria dos modelos mentais, neste trabalho não temos a pretensão de fazer uma categorização a rigor desses modelos. Isso demandaria um estudo mais aprofundado e detalhado das concepções dos alunos, o que não é nossa intenção. Nossa motivação principal em conhecer essas concepções está na possibilidade de, a partir delas, desenvolver instrumentos e estratégias de ensino que possam promover uma aprendizagem significativa, assim definida por Lahera e Forteza:

“[...] uma aprendizagem é significativa quando a tarefa de aprendizagem pode se relacionar de modo arbitrário e substancial, (não ao pé da letra), com o que o aluno já sabe, e se este adota atitude de aprendizagem correspondente para fazê-lo assim”. (LAHERA & FORTEZA, 2008, 34)

## Metodologia

O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública estadual do município de Juiz de Fora, MG. As questões do pré-teste foram respondidas por 219 alunos divididos em grupos com 4 ou 5 integrantes, em um total de 48 grupos. A análise apresentada neste trabalho foi realizada com o material coletado em duas turmas, totalizando 73 alunos distribuídos em 16 grupos. As respostas de cada grupo foram registradas em um caderno específico para este fim. Os alunos foram orientados para, no caso de divergência entre as respostas referentes a uma mesma

questão dentro do mesmo grupo, anotar todas elas no caderno. Esses cadernos constituíram nossas fontes de dados.

As questões que compuseram o pré-teste foram escolhidas de forma que pudéssemos conhecer algumas concepções dos alunos sobre o tema eletrização. Por não dispormos de tempo para elaboração e validação de itens, optamos por trabalhar com questões retiradas de livros didáticos de física. O pré-teste foi aplicado durante uma aula de 50 minutos.

### **Questões do pré-teste**

- 1) Por que a borracha é capaz de apagar o lápis?
- 2) As cargas elétricas podem ser positivas, negativas ou neutras? Responda sim ou não e justifique sua resposta.
- 3) É correto afirmar que um corpo neutro possui elementos portadores de carga elétrica? Por quê?
- 4) Você acha seguro ficar dentro de um carro durante uma tempestade? Por quê?
- 5) Explique como os raios estão relacionados à eletricidade.
- 6) Como um para-raios protege um edifício da queda de um raio?
- 7) Por que os veículos que transportam combustíveis têm uma corrente de aço ligada ao chão estando em contato o tempo todo com o asfalto?

### **Análise do Pré-teste**

Inicialmente fizemos uma leitura global dos cadernos de resposta. Nessa leitura começamos a perceber alguns padrões de respostas que se assemelhavam. Por isso, decidimos agrupá-las de acordo com essas semelhanças. Outro fato que nos chamou a atenção foi que algumas perguntas receberam, praticamente, a mesma resposta de todos os grupos. Isso aconteceu com a questão 05 – em que a maioria dos grupos respondeu que raios são “descargas elétricas” e com a questão 06 – em que todos responderam que “o para-raios tem a finalidade de atrair os raios em direção ao solo”. Por entendermos que isso já determina uma pré-concepção estabelecida, optamos por não considerar essas duas questões na análise aqui apresentada.

Quanto às respostas dadas à questão 01, destacamos três modelos principais: eletromagnético, mecânico e químico. O modelo eletromagnético esteve presente em sete grupos e, basicamente, foi descrito como um fenômeno que envolve “cargas opostas” ou “polos magnéticos”. O modelo químico apareceu em dois grupos e a ideia central era de que a borracha “dissolve” o grafite. Para os outros seis grupos trata-se de um fenômeno mecânico em que envolve “força” e “atrito”.

Nas respostas dadas às questões 02 e 03 percebemos que os grupos de alunos confundem os conceitos de “corpo neutro” e “carga neutra”. Nestas questões, quase todos os grupos apresentaram algum tipo de confusão entre esses conceitos. Eles relatam que cargas são positivas e negativas, tratando a carga neutra como corpo neutro. Por outro lado, na questão 03 a maioria dos grupos define que corpos neutros são portadores de cargas só que em igualdade de elétrons e prótons.

Na questão 04, a maioria dos grupos afirma que é seguro permanecer dentro do carro durante uma tempestade porque o pneu é feito de material isolante. Na questão 07 os grupos entendem

que a corrente do caminhão funciona como fio terra. Porém, não há um entendimento explícito do que seja um fio terra.

## Discussão e Resultados

O fato de a borracha apagar o grafite sugere modelos que consideramos eminentemente oriundos de saberes escolares. Os três modelos apresentados pelos grupos de alunos – eletromagnético, químico e mecânico – são justificados por conceitos que são agrupados ou utilizados sem muita coerência ou exatidão. Não se trata de um fenômeno que se questione no cotidiano. Por isso, entendemos que há uma tendência de se tentar elaborar uma resposta a partir de conhecimentos adquiridos na escola, como podemos observar nas respostas seguintes:

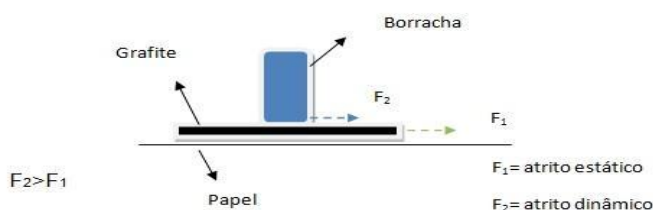
“A borracha contém substâncias, (látex), que é capaz de neutralizar o grafite, por outro lado quando há atrito gerado pela borracha os elétrons do grafite são atraídos pelos polos magnéticos da borracha.”

“O lápis e a borracha possuem cargas opostas e quando se atritam a borracha atrai o grafite.”

“Porque o lápis contém alguma substancia que permite ser apagado e por a borracha conter celulose.”

Pelo fato de os alunos já terem adquirido conhecimentos de mecânica, esse modelo acaba sendo bastante recorrente nas respostas, apresentando, em alguns casos, alguma sofisticação como a resposta seguinte, em que procuram sistematizar o modelo elaborado por meio de uma figura.

“Quando escrevemos no papel, o grafite do lápis mantém um coeficiente de atrito. Ao passar a borracha, o coeficiente de atrito, da borracha com o grafite é superior ao do papel- grafite, incluindo também a força exercida pela mão e aderência da superfície da borracha.” (fig.1)



**Figura 1:** Representação do desenho feito pelos alunos para ilustrar a resposta anterior.

Entendemos que o modelo apresentado anteriormente se aproxima da definição de modelos mentais descrita por Borges (2008, citando, POUSE; MORRIS, 1986)<sup>1</sup>:

“[...] modelos mentais são mecanismos através dos quais os humanos são capazes de gerar descrições do propósito e da forma de um sistema, explicar

<sup>1</sup> POUSE e MORRIS, 1986.

o funcionamento do mesmo e os seus estados observados, e prever os estados futuros. (BORGES, 2008, p.4, citando POUSE; MORRIS, 1986)”

Consideramos que as tentativas de construção de modelos explicativos pelos alunos são importantes porque ajudam a explicitar concepções e formas de apropriação dos conhecimentos escolares.

Quanto às concepções referentes à carga elétrica presentes nas respostas das questões 02 e 03, entendemos que é preciso ter cuidado na definição de conceitos de carga elétrica, corpo eletrizado e corpo neutro. Depois desta análise, passamos a perceber que a maior parte dos livros textos utiliza os termos carga elétrica e corpo eletrizado como sinônimos. Além disso, surgiram também alguns modelos interessantes, como o que é descrito a seguir.

“Sim, elas (as cargas) podem ser positivas, negativas ou neutras pelo fato de estarem em constante transformação de perda, ganho ou estabilização das cargas devido aos vários fatores externos.”

“Não. As cargas podem ser apenas e negativas. Os corpos não possuem carga elétrica, pois o número de prótons é igual ao número de elétrons.”

Entendemos que é importante levarmos em conta esse modelo de carga como corpo eletrizado porque ele será utilizado pelos alunos em questões posteriores que envolvam carga elétrica. Na questão 03 todos os grupos afirmaram que corpo neutro é a igualdade entre as cargas positivas e negativas como se vê na resposta selecionada a seguir.

“Sim. Pelo fato de o corpo estar neutro significa que o corpo possui cargas positivas, negativas iguais.”

Nota-se que esta confusão entre carga e corpo eletrizado não acontece apenas com alunos do ensino médio, visto que no artigo de Boss; Souza Filho; Caluzi (2009, 7), as respostas de alunos de Licenciatura em Física à pergunta: “O que é carga elétrica?”, sugerem concepções, tais como: “partículas eletrizadas positivamente e negativamente, carga contida nos elétrons, meio elétrico (prótons e elétrons) e algo com a propriedade de atrair ou repelir”.

A concepção de que a borracha é um isolante elétrico já está presente no repertório de conhecimentos dos alunos, mesmo antes de estudarem sobre condutores e isolantes. Observamos isso a partir das respostas dos alunos que justificam que é seguro ficar dentro de um carro durante uma tempestade por causa dos pneus. Vejamos algumas respostas à questão nº 04:.

“Sim, pois os pneus do carro são feitos de borracha que por sua vez é um grande isolante elétrico o que mantém longe dos raios de uma tempestade.”

“Sim, porque o carro fica protegido pelos pneus, pois a borracha não é boa condutora de eletricidade.”

As respostas dadas à questão de nº 07 mostraram que a ideia de fio terra é bastante presente nas concepções dos alunos. A maioria dos grupos respondeu que a corrente, nos veículos que transportam combustíveis, funciona como um fio terra. Porém, percebe-se que não há clareza quanto à sua função.

“Por causa do fio-terra. Quando o corpo está ligado a terra ele se neutraliza.”

“A corrente funciona como um fio-terra trocando cargas elétricas com o chão.”

Supomos que essa referência significativa ao termo “fio terra” esteja relacionada à entrada dos computadores na maioria dos lares, gerando uma demanda de aterramento até então quase inexistente em outros aparelhos no Brasil. Por outro lado, essa referência não aparece de forma significativa nos conteúdos de física. Por isso, julgamos importante uma abordagem mais atenta desse fenômeno em sala de aula.

## Proposta de Intervenção

Estudos como este estão sendo utilizados para organização e planejamento de nossas ações em sala de aula. A partir da análise descrita anteriormente optamos por introduzir o tema carga elétrica a partir de uma discussão sobre a estrutura da matéria. Além dos conceitos tradicionais de átomo, prótons, nêutrons e elétrons, procuramos também falar sobre as moléculas formadas por diferentes átomos e o papel das interações elétricas que ocorrem entre elas na constituição da matéria.

Na descrição dos processos de eletrização procuramos evidenciar a diferença entre corpo eletrizado e carga elétrica. Introduzimos experimentos simples com bolinhas de isopor, canudinhos de plástico, guardanapos de papel, lã e bastão de vidro para ilustrar as formas de eletrização. Assim conseguimos fazer com que alunos percebessem o papel das cargas elétricas na interação entre os corpos. Dessa forma temos procurado promover a interação e a colaboração entre os alunos como forma de aprimorar suas concepção sobre os conceitos físicos.

[...] a atividade experimental de demonstração compartilhada por toda classe sob a orientação do professor, em um processo interativo que de certa forma simula a experiência vivencial do aluno fora da sala de aula, enriquece e fortalece conceitos espontâneos associados a essa atividade. (GASPAR; MONTEIRO, 2005, 233)

Durante essas intervenções passamos a nos interessar mais pelas opiniões dos alunos sobre os fenômenos estudados. Por exemplo, iniciamos o estudo dos raios perguntando a eles se conheciam algum tipo de eletrização na natureza. Não demorou muito e alguns logo se lembraram dos relâmpagos devido à eletrização das nuvens. Muitas curiosidades surgiam em relação à origem dos raios. Para tratar dessas questões recorriamos livros e revistas científicas. Na ocasião tivemos a oportunidade de comentar sobre mecanismos de defesa contra os raios. Também discutimos sobre o papel do “fio terra” e a necessidade do “aterramento” de equipamentos elétricos e eletrônicos. Para ilustrar algumas situações utilizamos “minivídeos” baixados da internet que ajudavam a colocar em cheque algumas concepções prévias explicitadas no pré-teste, como, por exemplo, o motivo de as pessoas dentro de automóveis não sofrerem consequências de descargas elétricas.

## Considerações Finais

As atividades que temos desenvolvido no âmbito do PIBID têm sido norteadas no sentido de despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo de física da escola básica. Consideramos este um grande desafio para área de pesquisa em ensino de física, tendo em vista os desencontros existentes entre as pesquisas que se realizam e a realidade escolar. De acordo com Rezende e Ostermann (2005, p.336) um caminho para superar esses desencontros seria “intensificar a parceria entre pesquisadores e professores de física de nível médio e delinear uma nova agenda para a pesquisa, o que significaria conceber a pesquisa em ensino de física como ciência humana aplicada”.

Entendemos que o PIBID tem oportunizado um estreitamento do espaço que separa a universidade da escola básica e a pesquisa acadêmica da pesquisa aplicada. Ao utilizarmos ferramentas consagradas no campo das pesquisas em ensino de ciências, como os testes de concepções, bem como teorias como a da aprendizagem significativa, no sentido de encontrar soluções para os problemas vivenciados em sala de aula, estamos oportunizando um diálogo colaborativo com potenciais benefícios para o ensino de física e a educação escolar.

O estudo que descrevemos tem sido utilizado de forma processual, ou seja, não se trata de uma atividade pontual. Os testes de concepções são desenvolvidos ao longo de todo o ano letivo, servindo para orientar e reorientar as ações desenvolvidas em sala de aula pelo professor com o apoio dos bolsistas do PIBID. Os cadernos de respostas acompanham os alunos ao longo de todo ano escolar. A cada novo teste, os cadernos são recolhidos e novas análises são feitas. Os resultados dessas análises são compartilhados com os alunos de tal modo que eles também possam acompanhar o seu próprio desenvolvimento.

## Agradecimentos e apoios

Gostaríamos de agradecer à CAPES.

## Referências

- BORGES, A.T. (1997). Um estudo de Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências* [online]. Vol.1, Nº 3, 1997.
- LAHERA, Jesus; FORTEZA, Ana. (2006). *Ciências Físicas no Ensino Fundamental e Médio*. Porto Alegre. Artmed. 2008.
- MOREIRA, M. A. Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino de Física: a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para organização do ensino de ciências. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1983.
- MOREIRA, Marco Antônio; CABALERRO, M.C; RODRIGUEZ, M.L. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp 19-44.1997.
- REZENDE, Flávia; OSTERMANN, Fernanda. A Prática do Professor e a Pesquisa em Ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v. 22, n. 3, p. 316-337, dez. 2005.
- VIEIRA, Rafael J. P. ; BARBOSA NETO, Ozório. S. ; MENEZES, Paulo H. D. . Atividades interativas no processo ensino-aprendizagem de física. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011, Manaus. *Atas... do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Paulo: SBF, 2011. 223 páginas.
- GASPAR, A; MONTEIRO, I.C.C. Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, p. 227-254, 2005.
- BOSS, S.L.B; SOUZA FILHO, M.P; CALUZI, J.J. Fontes primárias e aprendizagem significativa: aquisição de subsunçores para a aprendizagem do conceito da carga elétrica. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis. 2000