

## MODELO ATÔMICO E CORRENTE ELÉTRICA NA CONCEPÇÃO DOS ESTUDANTES

**Ana Fukui**

anafukui@hotmail.com

**Jesuína L. A. Pacca**

jesuina@if.usp.br

Instituto de Física -USP

### Resumo

Um tema de Física moderna é ensinado tradicionalmente, seja pela física, seja pela Química: o modelo de átomo. Os conceitos de eletricidade tais como carga elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial e resistência são rapidamente formalizados e transformados em relações algébricas que permitirão resolver problemas escolares.

Nosso objetivo é obter subsídios, através de uma pesquisa dos conceitos de átomo e de corrente elétrica, tais como se apresentam pelos estudantes, para discutir a possibilidade de intervenções pedagógicas mais significativas dentro destes assuntos estudados no ensino médio.

Com isto estaremos contribuindo para a introdução da Física Moderna sem que se constitua um conteúdo estanque no currículo de física.

### 1. Introdução

Tem-se falado muito em ensinar Física Moderna aos alunos do Ensino Médio, e diversas abordagens desta questão têm sido levantadas. No entanto, um olhar mais atento aos temas discutidos na escola, evidencia pelo menos um tema de Física Moderna é ensinado tradicionalmente, seja pela Física, seja pela Química: o modelo de átomo.

A estrutura atômica é geralmente discutida nas aulas de Química antes de ser abordada em Física e posteriormente retomada pela Física. Tradicionalmente, é feita somente uma recordação da estrutura geral do átomo e, em seguida, sua aplicação em situações físicas, especialmente nas que tratam da eletrização e a eletrodinâmica. Os conceitos da eletricidade tais como carga elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial e resistência são rapidamente formalizados e transformados em relações algébricas que permitirão resolver os problemas escolares. Alguns cursos adaptam um enfoque mais fenomenológico e experimental com circuitos e medidores, que focalizam efeitos macroscópicos desse conteúdo. Em ambas situações a introdução do curso retomando o átomo descrito na Química parece ficar esquecida ou não fazem sentido para a compreensão dos problemas apresentados.

Sabe-se, no entanto, que os estudantes já possuem concepções de átomo e de corrente elétrica constituída através de sua vivência, da informação e manipulação de situações na vida cotidiana e objetos que envolvem a existência de eletricidade. As concepções chamadas espontâneas que os estudantes têm a respeito do funcionamento dos circuitos elétricos, já amplamente descritas na literatura, dizem respeito a analogias com fluxos de água, modelos mecânicos ( Dupin e Joshua, 1989).

O artigo de Gravina e Buchweitz (1994) apresenta uma síntese sobre as diversas investigações sobre as concepções espontâneas em eletricidade. As pesquisas realizadas abordaram circuitos elétricos simples em experimentos, entrevistas sobre temas específicos, como trabalho e corrente elétrica, testes escritos de múltipla escolha e resposta livre, estudos com crianças e estudantes de primeiro ano de engenharia. Podemos destacar também o trabalho de Dupin e Joshua (1987) que faz uma pesquisa sobre diversos conceitos relacionados a eletricidade, aplicando as mesmas questões a alunos de diversas faixas etárias.

Estes trabalhos realizados dão ênfase a aspectos macroscópicos do fenômeno elétrico.

A idéia de corrente elétrica está bastante presente no cotidiano das pessoas, mas dificilmente ela é explicada, mas tomada como ponto de partida de diversos fenômenos. À pergunta : “O que é uma corrente elétrica?” – causa constantes embaraços ao mais experimentado eletricitista.

Procurar resolver o problema da corrente elétrica segundo o modelo atômico seria uma aplicação possível e desejada, no entanto, sua relação não se dá de maneira simples e direta, mas através de intrincados processos cognitivos. Se examinarmos as concepções a respeito do átomo também encontramos resultados interessantes na literatura que trata das concepções espontâneas.

Nosso objetivo é obter subsídios, através de uma pesquisa dos conceitos de átomo e de corrente elétrica e suas relações, tais como são apresentados pelos estudantes, para discutir a possibilidade de intervenções pedagógicas mais significativas dentro destes assuntos estudados no ensino médio.

## **2. Pesquisa**

### **2.1. Público estudado**

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola estadual de ensino médio da cidade de São Paulo em um bairro de classe média, com alunos oriundos de diversas regiões da cidade. Estão envolvidas nove salas de terceiros anos do período matutino, dos quais foram escolhidas três para uma análise mais detalhada. Os alunos têm entre 17 e 21 anos e a maioria trabalha em cargos de atendente de lanchonete ou lojas, recepcionista, e equivalentes. O grupo é bastante heterogêneo, pois numa mesma sala encontra-se tanto alunos com perspectiva de continuar seus estudos na Universidade, já matriculados em cursos pré-vestibulares, como estudantes que desejam terminar a escola e ingressar diretamente no mercado de trabalho.

Estes dados colocam em evidência as origens sociais dos estudantes: há alunos pertencentes à classe média típica do bairro da qual a escola faz parte, e há alunos que fazem parte das regiões mais afastadas e menos favorecidas da cidade, ou seja, da periferia, portanto, de uma classe social mais baixa.

### **2.2. Atividades Desenvolvidas**

Iniciamos o curso com uma atividade que solicitava ao aluno o desenho do modelo de átomo, segundo a sua compreensão. Nosso objetivo era recolher as expressões dos estudantes acerca da sua compreensão do átomo e de matéria. Eles já haviam estudado o conteúdo em

Química. Os dados foram obtidos através de registros das discussões em classe e de respostas escritas a questões apresentadas.

**Atividade 1 - “Desenhe o modelo de átomo da forma que você imagina e indique os principais elementos.”**

Os desenhos foram realizados em grupos de 2 ou 3 alunos na primeira semana de aula, em fevereiro. Foi fornecido lápis de cor, folhas de papel e caneta hidrocor.

O tema discutido ao longo do primeiro bimestre foi eletrização; sendo realizada uma única atividade prática pelos alunos: observar e explicar o fenômeno de um pente atrair pequenos pedaços de papel após ser atritado com uma flanela; buscou-se sempre utilizar o modelo atômico como explicação do que estava ocorrendo, sendo assim, os desenhos foram retomados diversas vezes ao longo do bimestre.

A **segunda atividade** consistiu em um debate em que se procurava responder a seguinte questão: *“como duas pilhas acendem a lâmpada de uma lanterna?”* – os estudantes chegaram a um consenso de que havia uma corrente elétrica atuando, mas COMO seria esta corrente não foi esclarecido. Com esta questão pendente foi proposta uma nova atividade.

**Atividade 3: “Desenhe e explique a corrente elétrica ao longo do fio, sob o ponto de vista atômico.”**

Esta atividade foi realizada no início do segundo bimestre (última semana de abril). O material utilizado foram caneta esferográfica, lápis preto e folhas de caderno. De novo, o trabalho foi realizado em grupo de 2 ou 3 alunos em sala de aula. Para dar continuidade a esta discussão, foi realizado um experimento que consistiu em acender uma lâmpada de lanterna utilizando apenas fios flexíveis, fita isolante e duas pilhas. Foi construído um circuito em série e um circuito em paralelo com duas lâmpadas de 2,5 volts. O roteiro preparado procurava investigar a explicação dos alunos a partir da prática, e ao mesmo tempo, verificar se havia mudanças significativas a partir das discussões e dos desenhos realizados.

### 3. Resultados e Análises

#### 3.1. O modelo atômico

A escolha de desenhos como recurso didático se dá por diversos motivos: criar alternativas a aula expositiva/ exercícios, propor uma atividade que todos os alunos conseguem cumprir, que valoriza a expressão e criatividade do aluno e tenta acessar a essência do conhecimento do aluno e não “a resposta que o professor quer ouvir”.

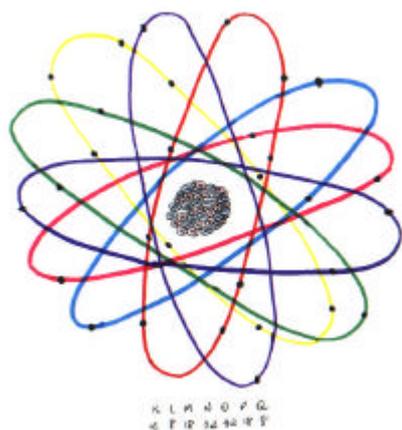
Os desenhos 1 e 2 (na próxima página) apresentam detalhes significativos; no desenho 1, embora a eletrosfera não seja dividida em camadas, logo abaixo temos colocado a enumeração dos níveis com as letras e o número de átomos de cada um. No desenho 2 isto ocorre de maneira oposta: o desenho maior mostra claramente as camadas e ao lado foi acrescentado um desenho do átomo onde estas camadas deixam de existir, parecendo-se muito com a imagem do desenho 1.

Ainda no desenho 2 foi escrita a seguinte informação: “as camadas de valência ou níveis”, indicando que os dois são considerados iguais, quando isto não é verdade.

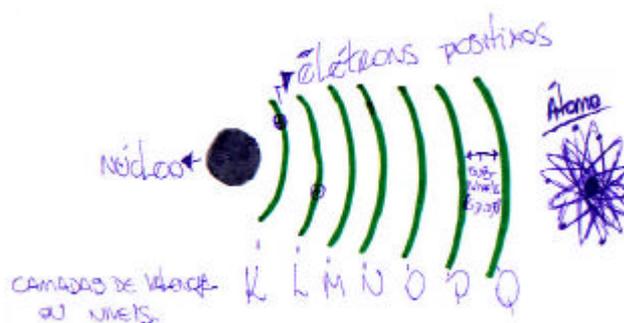
Quadro 1: resumo de idéias dos estudantes sobre o átomo

<b>Núcleo</b>	Maciço	Formado por prótons e nêutrons de forma esférica*
<b>Eletrosfera</b>	Elétrons com trajetórias definidas, mas sem divisão em níveis atômicos	Presença de níveis atômicos, sem partículas

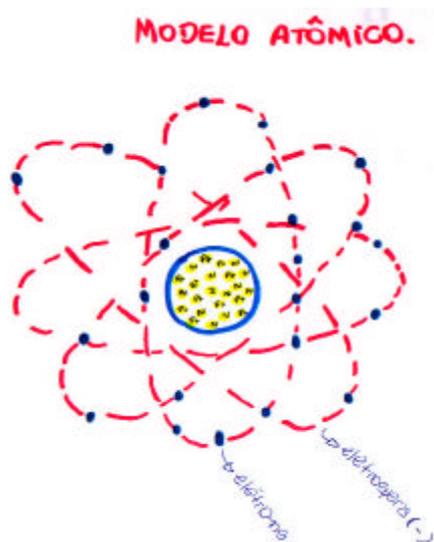
\* não há correspondência entre o número de prótons e o número de elétrons nos desenhos



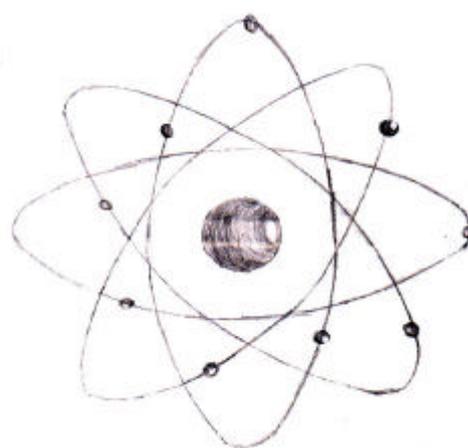
Desenho 1



Desenho 2



Desenho 3



Desenho 4

A maior parte dos desenhos refletiu um modelo de átomo bastante comum em ilustrações de livros didáticos e imagens veiculadas pela mídia. Há também a presença de dados que são típicos do conteúdo de Química do Ensino Médio, como a distribuição em forma de camadas nomeadas e com uma certa contagem de elétrons.

Na fala dos alunos em sala de aula confirmou a hipótese de que eles já tinham conhecimento do modelo do átomo: os prótons, elétrons e nêutrons e a estrutura de organização. Ao serem questionados, muitos deles sabiam que os “caminhos” ao redor do núcleo são trajetórias dos elétrons. Assim como a distribuições conhecidas como camadas. Todos eles se mostraram motivados para realizar a tarefa proposta e houve particularmente a participação de alunos com problemas de concentração, expressão e organização.

Aparentemente, um modelo específico de átomo foi aprendido sob ponto de vista da estrutura e de seus componentes principais.

### 3.2. Os modelos de corrente elétrica

Grande parte dos desenhos realizados mostra a idéia de cargas negativas percorrendo o fio sem nenhum tipo de barreira ou obstáculo. Este foi o ponto de partida da maioria dos alunos; após intervenções da professora, com a seguinte colocação: ***“mas o fio não é formado de átomos? Será que os átomos do fio vão influenciar na passagem da corrente elétrica?”*** - surgiram então os modelos mais elaborados.

O desenho 5 mostra uma solução do grupo para o problema considerando a corrente elétrica como átomos negativos empurrando os átomos positivos. Sob este ponto de vista, foi considerada a existência de uma forma de obstáculos, de interação ao longo do percurso no interior do fio. Vale salientar que o átomo é representado por uma esfera maciça contendo cargas positivas ou cargas negativas.

No desenho 6, os átomos estão representados fora do fio de tal forma que há uma linha e os átomos espalhados a seu redor. Os dois (fio e átomo) não se misturam, não se superpõem como um conjunto. O desenho parece indicar o movimento dos átomos de um pólo a outro da pilha, no entanto, após um debate entre os alunos e a professora, a idéia foi modificada e afirma-se na legenda que ***“só os elétrons se movimentam (energia negativa)”***, no entanto, no pólo positivo é colocada a mesma afirmação, com um a pequena diferença: ***“só os elétrons se movimentam (energia positiva)”***. Ou seja, para estes estudantes, a energia elétrica está desvinculada da corrente elétrica, estabelecendo-se como um elemento independente no circuito elétrico e determinado pelo sinal dos pólos da pilha. O modelo atômico utilizado tem núcleo e algo parecido com uma eletrosfera.

O desenho 7 traz o modelo atômico discutido anteriormente e, a partir dele, resolver como se dá a corrente elétrica ao longo do fio. Neste caso, ***“o elétron se transfere de átomo em átomo, formando uma corrente elétrica”***. Isto é feito para somente um elétron, e não para um conjunto de elétrons, como seria a corrente elétrica.

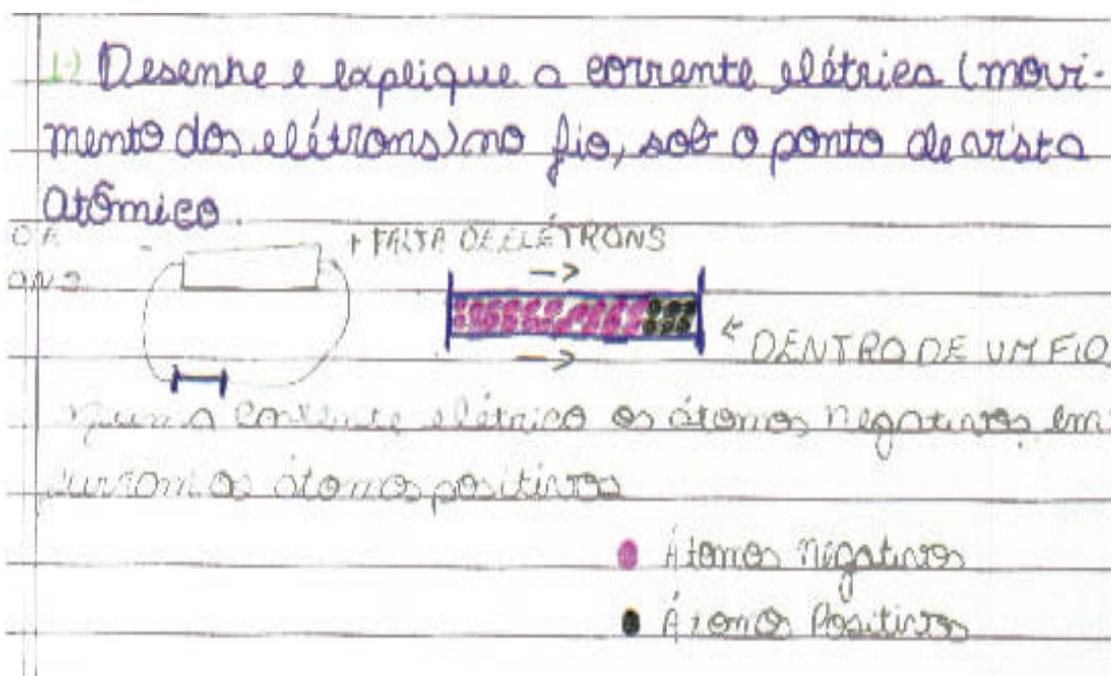
O desenho 8 incorpora os principais constituintes do átomo no interior do fio: nêutrons, prótons e elétrons estão presentes mas de forma desordenada e sem interagir com a lâmpada. No entanto, cada um deles ganha um aspecto único, mostrando sua singularidade.

Por outro lado não há estrutura definida para o átomo e a corrente elétrica não é definida; não há nada que indique sua presença.

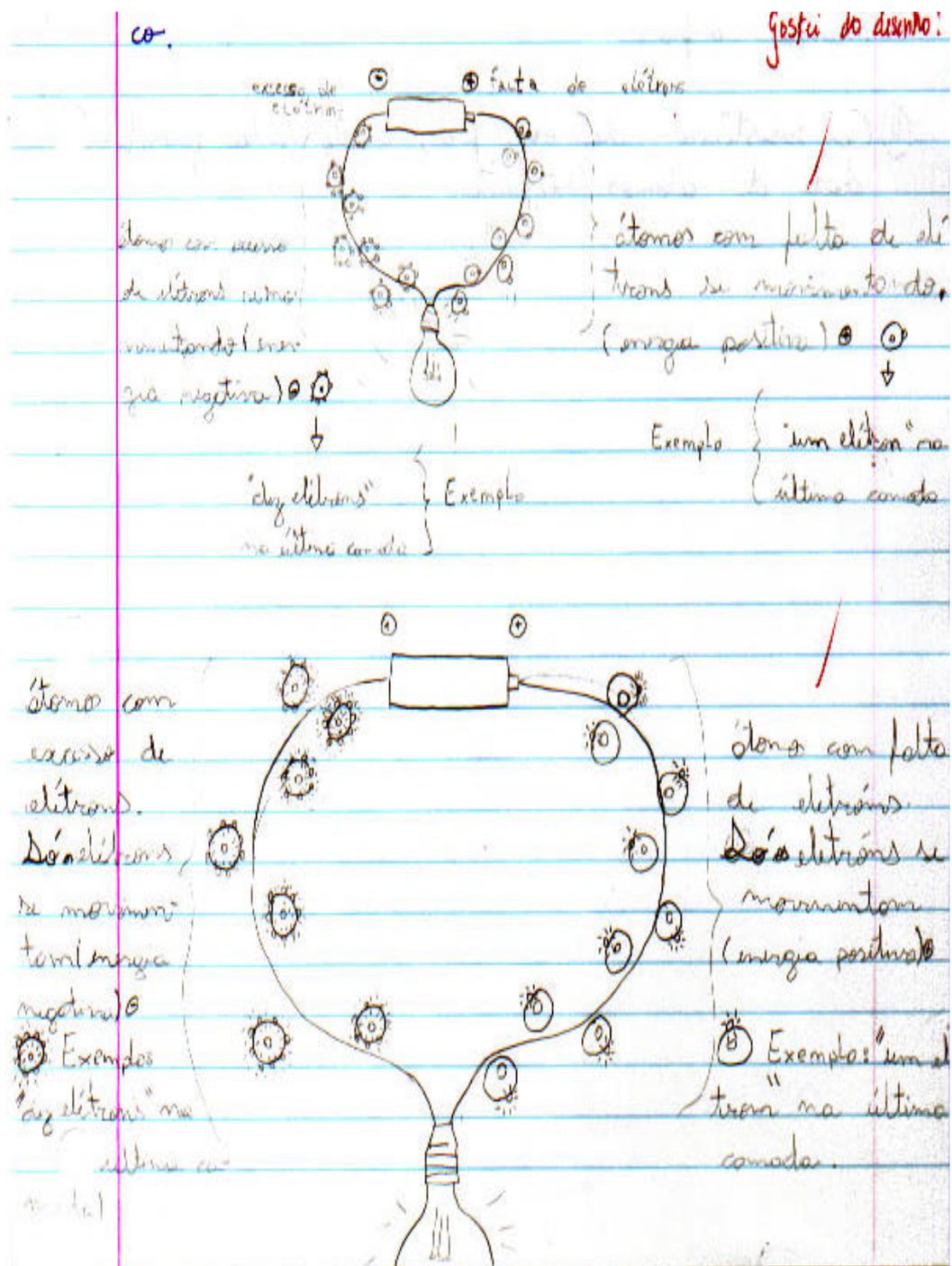
Nos desenhos 6 e 8 a lâmpada é desenhada mas ela não é incorporada ao processo analisado, uma vez que a corrente está representada ao longo do fio, mas não no interior da lâmpada.

Quadro 2 – concepções dos alunos sobre o modelo atômico e corrente elétrica que surgiram na atividade 3.

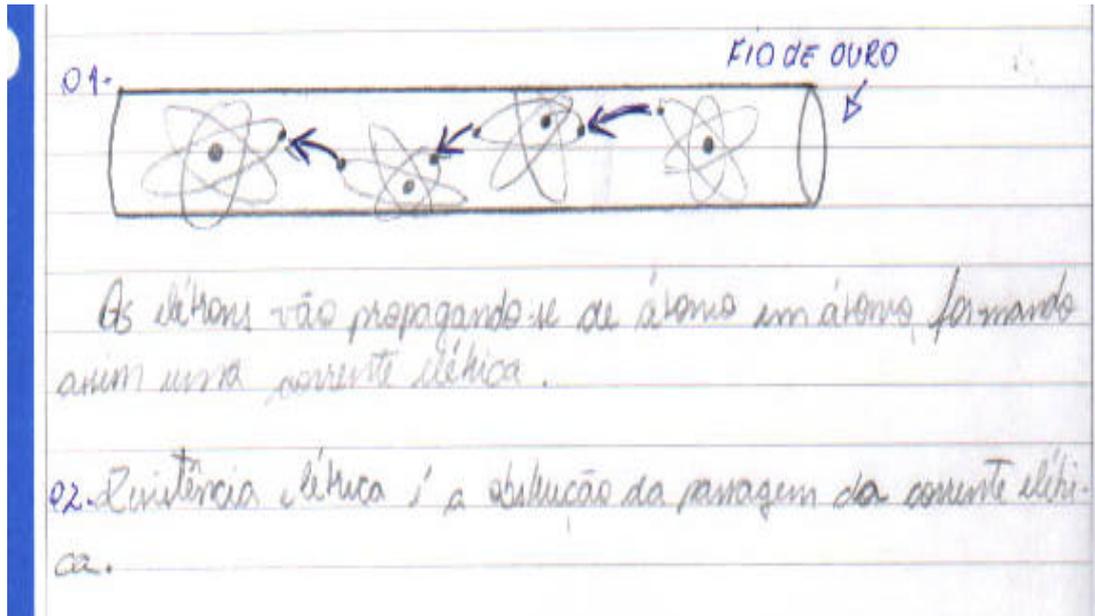
Desenho	5	6	7	8
<b>Modelo atômico</b>	Esfera maciça	Núcleo e elétrons (não há órbitas)	Núcleo com eletrosfera	Prótons, elétrons e nêutrons sem estrutura definida
<b>corrente elétrica</b>	Os átomos negativos empurram os átomos positivos	Energias negativas e positivas	Um único elétron em movimento	Não está definida



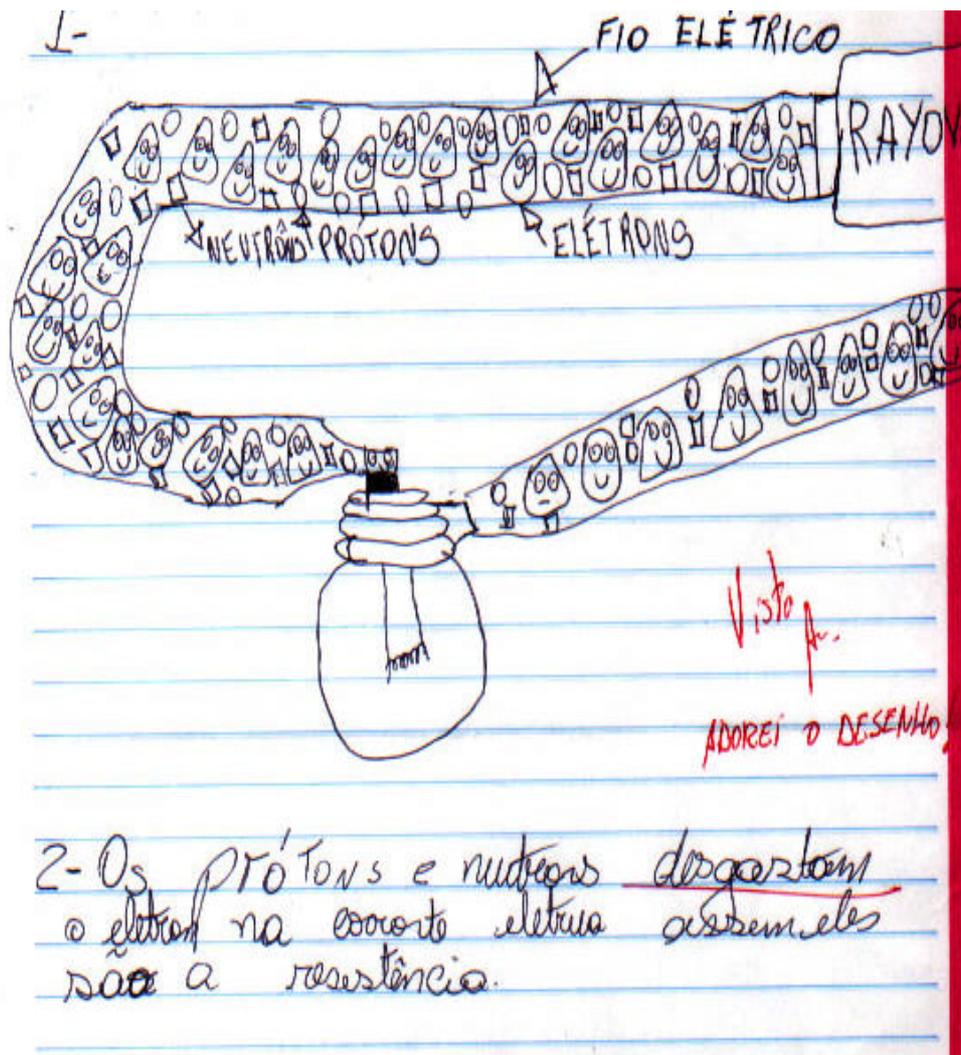
Desenho 5



Desenho 6



Desenho 7



Desenho 8

#### 4. Conclusões preliminares

O modelo atômico que os alunos concebem não explica um dado fenômeno. Por trás de um modelo de átomo comum se escondiam diversas concepções da organização da matéria.

A estrutura atômica, o átomo para o aluno, praticamente tem existência própria, sem que esteja vinculado à matéria, a um substrato. O elétron é uma entidade muitas vezes desvinculada de uma estrutura, podendo aparecer sozinho e sem interferir em nada.

Por outro lado, surgiram também outros modelos atômicos: a esfera maciça, os elementos desordenados no interior do fio, o núcleo com um elétron ao redor. Estes modelos resolvem o problema proposto segundo a visão do aluno. Além disso, se encaixam dentro de diversas concepções espontâneas já investigadas anteriormente.

O ensino de eletricidade deveria, ao nosso ver, integrar as idéias de estrutura da matéria como entendida na Física Moderna às explicações dos fenômenos que tratam da eletricidade. Assim, consideramos que em vez de calcular circuitos elétricos através de conceitos mal compreendidos de corrente, resistência e diferença de potencial seria importante que no ensino médio se focalizasse a aprendizagem dos conceitos de modo rigoroso com fundamento na teoria moderna do átomo e dos constituintes da matéria. Estaríamos trabalhando assim com a Física Moderna sem considerá-la mais um assunto estanque. Ao contrário, ela representa o aprofundamento do conteúdo que é geralmente descrito nos aspectos macroscópicos, reduzindo o fenômeno e limitando a compreensão da natureza integralmente.

#### Referências

DUPIN, J.J. e JOSHUA, S. Conceptions of french pupils concerning electric circuits: structure e evolution. *J. of Research in Science Teaching* 24(9): 791-806(1987)

DUPIN, J.J. e JOSHUA, S. Analogies and “modeling analogies” in teaching: some examples in basic electricity. *Science Education* 73(2): 207-224 (1989)

**GRAVIA, M.H. e BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 16(1-4):110-119 (1994)**