

A APRENDIZAGEM DA REPRESENTAÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS MEDIADA POR SÍMBOLOS-PONTE

THE ELETRIC CIRCUITS REPRESENTATION LEARNING MEDIATED BY BRIDGE-SYMBOLS

**Carlos Eduardo Laburú¹
Amandio Augusto Gouveia²**

¹Universidade Estadual de Londrina/ Departamento de Física/laburu@uel.br

²Universidade Estadual de Londrina/ Mestrando de Ensino de Ciências e Educação
Matemática/amandio@correios.net.br

Resumo

Este trabalho propõe e investiga a idéia de símbolos-ponte como extensão do conceito de exemplo-âncora desenvolvido pelo modelo de mudança conceitual. Tal idéia surgiu da leitura de recentes pesquisas sobre a dificuldade dos alunos em ler imagens e dar-lhes interpretação coerente e compatível com a significação para qual foram propostas. Procuramos investigar uma estratégia pedagógica, mediada por símbolos-ponte, com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, a fim de rastrear a operacionalização e a formação de conceitos e seu referente simbólico, identificando as reflexões insatisfatórias dos alunos, possibilitando corrigi-las. Finalmente, os resultados da pesquisa apontam que esta abordagem contribui para desenvolvimento da função simbólica e uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: símbolos-ponte; mudança conceitual; circuitos elétricos; representação.

Abstract

This work proposes and investigates the bridge-symbol idea as an extension of the anchor example developed by the Conceptual Change Model. Such an idea evolved from recent research on student's difficulties in reading images and in giving them a coherent interpretation compatible with their proposed meanings. We investigate a pedagogical strategy mediated by bridge-symbols, using Senior level students from a public High School, to scan the operationalization and development of concepts and their symbolic referential, identifying the unsatisfactory reflections of the students, and giving them the chance to correct them. Finally, results from this research point out that this approach has contributed to the development of the symbolic function and of a significant learning experience.

Keywords: bridge-symbols; conceptual change; electric circuits; representation.

I. INTRODUÇÃO

A dificuldade dos alunos em ler imagens e dar-lhes interpretação coerente e compatível com a significação para a qual foram propostas, vem sendo objeto de recentes trabalhos na educação científica (Colin & Viennot 2002; Stylianidou et al. 2002). As imagens não podem ser consideradas simplesmente inteligíveis ou transparentes para os estudantes, para uma leitura correta de um documento contendo imagens é preciso um conhecimento prévio capaz de entrar em ressonância com a mensagem que a imagem pretende transmitir (Pintó & Ametller 2002).

Diferentemente dos trabalhos anteriores, os quais estudam a imagem num sentido abrangente, a presente pesquisa concentrará sua atenção em um tipo específico de imagem. Interessa-nos apenas as imagens baseadas em esquemas simbólicos que não têm semelhança direta e imediata com o que está sendo reproduzido e cujo conhecimento de suas regras, códigos e significados é indispensável para compreendê-las. Muito utilizados em certos conteúdos de física, esses esquemas simbólicos baseiam-se num conjunto de convenções prévias, são deveras abstratos e pretendem figurar o real de maneira quase geométrica. Apesar de o trabalho de Colin & Viennot (2002) apresentar algumas imagens com essas características, o estudo aí realizado, como o dos outros dois trabalhos citados, investiga padrões de leitura expressos pelo desenhista e que podem induzir a uma má interpretação do que querem figurar ou deixar de auxiliar o texto o qual desejam ilustrar.

Como esclareceremos na próxima seção, esta pesquisa parte do pressuposto comumente conhecido de que os alunos apresentam grande dificuldade de entendimento em tarefas envolvendo esquemas simbólicos e, assim, almeja investigar uma proposta de ensino o qual reduz essas dificuldades promovendo a aprendizagem de uma maneira mais significativa.

Em analogia à estratégia-ponte do modelo de mudança conceitual, apresentaremos os resultados de uma investigação a qual propõe e emprega a idéia de símbolos-ponte como abordagem pedagógica antecedente à utilização de codificações para a aprendizagem de determinados conteúdos de física. Antes, porém, de apresentarmos os resultados encontrados, definiremos como concebemos símbolo-ponte e na seqüência esclareceremos nosso problema de investigação e a metodologia utilizada.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas três últimas décadas do século vinte, o desenvolvimento de pesquisas na área de educação científica teve como resultado a elaboração teórica conhecida como “modelo de mudança conceitual”. Tal modelo passou a ser uma proeminente referência (Duit, 2003) para a compreensão do processo de aprendizagem científica e de encaminhamento de propostas para o ensino de ciências. Surgido a partir do movimento de concepções alternativas no final dos anos setenta, o modelo de mudança conceitual constrói-se fundamenta na filosofia da ciência (Posner et al. 1982) e na psicologia cognitiva (Osborne & Wittrock, 1983).

Com o avanço do modelo, duas estratégias principais de ensino foram propostas para a promoção da mudança conceitual (Scott et al. 1991:312). A primeira, de inspiração piagetiana, buscava empregar conflitos cognitivos pretendendo colocar as idéias prévias dos estudantes em cheque para promover a mudança conceitual em direção ao conhecimento científico. Contrariamente a segunda estratégia buscava, por meio de analogias, desenvolver e estender as idéias prévias do aprendiz em direção ao ponto de vista científico. Essa estratégia se apoiava na idéia de Ausubel (1978) de que o conhecimento previamente adquirido pelo sujeito é base para

tornar compreensíveis novos significados, uma vez que o processamento dessas novas idéias depende de um relacionamento não arbitrário com as idéias prévias por um processo denominado de ancoragem.

Conforme tal estratégia, a mudança conceitual pode ser encorajada quando se provêem oportunidades aos estudantes para construir um qualitativo e intuitivo entendimento do fenômeno antes de haver o domínio dos seus princípios quantitativos. Tais entendimentos são elaborados pela formação de relações analógicas entre um conceito alvo de difícil compreensão e um exemplo-âncora que apela para a intuição do discente. Esse tipo de exemplo tem por finalidade conduzir os conhecimentos prévios e intuitivos do aluno, grosseiramente compatível com as teorias científicas aceitas, para o ponto de vista científico (Clement et al., 1989). No caso de o discente não aceitar a analogia, o instrutor então promove analogias intermediárias que formam uma ponte entre o exemplo-âncora e o conceito alvo (Scott et al., 1991, p.317). Dessa forma, o exemplo-âncora busca, por aproximação de semelhança, chegar aos conceitos desconhecidos a partir de idéias conhecidas.

Nesse sentido, fazendo um paralelismo com o conceito de ancoragem conceitual propomos, para o estudo de certos conteúdos de física, empregar a idéia de “símbolos-ponte” como estratégia de ensino para facilitar a aprendizagem de signos e, por consequência, dos conteúdos usados na física.

A dificuldade dos alunos em certas matérias, particularmente na Física é notável. Além de envolver um conjunto de informações, a construção de uma estrutura e hierarquizada conceitualização do conteúdo, como em geral acontece com qualquer outra matéria, a natureza diferenciada da física se sobressai, uma vez que muitos discentes apresentam dificuldades adicionais de ordem matemática, pois existe uma relação indissociável entre abstrações conceituais e matemáticas, resultado de idealizações da natureza, que dentro do erro estatístico da medida, servem para operacionalização experimental e de estabelecimento adaptativo (Arruda et al., 2001) entre a esfera empírica e as relações matemático-conceituais da esfera teórica. Aliada a essas complicações, percebe-se ainda dificuldades relativas às destrezas no uso de equipamentos e técnicas de medição, a necessidade de considerações a respeito do conhecimento de fundo o qual forma a base empírica e permeia o jogo teórico, além das crenças ontológicas e compromissos epistemológicos (Chinn & Brewer, 1993) que os alunos trazem para a sala de aula muito recalcitrantes à mudança. Todos os aspectos citados são obstáculos pedagógicos para a aprendizagem do conhecimento físico, podendo inexistir ou ser inexpressiva em outras matérias. Todavia, dentro do que nos interessa destacar, citemos a necessidade de simbolização que certos conteúdos de física concentram. A título de ilustração, em ótica geométrica é possível ver desenhos de raios de luz ou lente; em mecânica, três eixos ortogonais, procuram significar o conceito de referencial; em ondulatória, frentes de ondas ou suas direções de propagação são utilizadas para idealizar ondulações mecânicas; no eletromagnetismo têm-se linhas de campo etc., isso sem mencionar as representações gráficas muito utilizadas na física. Vale lembrar que não nos referimos aos símbolos lógicos ou matemáticos que implicitamente pertencem à esfera de dificuldade matemática já apontada, e sim às representações convencionais, que envolvem um conhecimento mais técnico.

Diferentemente dos signos icônicos, que apresentam relação de similaridade ou analogia com o referente, os símbolos signos adotados arbitrariamente, fundamentados numa convenção social mantêm uma relação instituída, como as letras do alfabeto e os algarismos (Medeiros & Medeiros, 2001; Rego, 1998). Os signos funcionam na memória como poderoso instrumento de mediação de pensamento, ampliando a nossa capacidade de ação sobre o mundo (Oliveira 1993). Particularmente, em Física, os símbolos são convenientes elaborações para representar a realidade, referindo-se a construções mentais ou a elementos concretos. Vale notar que, por detrás da aparente arbitrariedade desses símbolos físicos, vários deles foram figurativamente planejados para indicar aspectos que, de algum modo, estabelecem uma correspondência de

significância entre a simbologia e os elementos ou conceituação representados. Para ilustrar, consideremos o uso generalizado de flechas para comunicar grandezas físicas conceitualmente distintas (como força, velocidade, vetores de sistemas de referência, ponto e cruz, para mostrar região de campo vetorial em planos, etc.), que têm por finalidade denotar direções, sentidos, ou até, dependendo da concentração ou comprimento das mesmas, a intensidade relativa; símbolos de capacitores procurando significar diversos tipos de objetos de placas separadas; o símbolo em ziguezague das resistências elétricas sugerindo a dificuldade para a corrente elétrica atravessar esses dispositivos. Certamente, tal convenção seria impingir um inconveniente afastamento da intuição do que está sendo representado e uma desnecessária complicação. Sendo assim, percebe-se que muitos símbolos não são construídos de maneira totalmente arbitrária e apesar da dificuldade ocasionada pelo afastamento do que eles querem representar, o que para os ícones geralmente é um problema menor, esses tipos de símbolos carregam significados na sua figuração. Nesse sentido, há uma noção existente e carregada pelo sinal que, se conhecida, auxilia não só a reconhecer o objeto o qual se representa, mas o contexto conceitual em que está inserido.

A Física, entre outras matérias, faz uso de variados símbolos como marcas externas para conceber objetos, formas ou fenômenos, representando coisas distintas de si mesmas, cuja finalidade é auxiliar tarefas as quais exijam facilitação de memória, atenção, aplicação, operacionalização e, por consequência, a resolução de problemas teóricos e práticos, contudo, a introdução de simbologia agrega outras dificuldades às já apontadas.

Devido à relação de semelhança entre símbolo e referente ser afastada, deve-se ter em mente que um grau maior de abstração é exigido no trato das convenções, já que a construção do significado e da figuração do referente não é feita de maneira tão imediata como no caso do signo icônico, conforme dissemos. Trabalhar com símbolos e seus esquemas envolvem, da parte do aprendiz, um esforço suplementar de memorização e abrange a necessidade da superação do caráter de ansiedade e de temor que a aprendizagem da simbologia possui, pois o estudo perde o apoio no senso comum e se distancia do sentido concreto. Da parte do professor, a simples “decoreba”, cópia ou memorização involuntária (Moreira 1999) desses símbolos, pelos seus alunos, podem apontar um entendimento enganoso do assunto e ocultar falhas conceituais essenciais interessantes de ser detectadas e explicitadas em determinados conteúdos. Conseqüentemente, os conteúdos que fazem uso de representações simbólicas carregam um nível adicional de complexidade de avaliação de ensino e de aprendizagem que um ícone ou imagem fotográfica, por exemplo, em parte não carrega.

Com o objetivo de minimizar esses problemas, propomos o conceito de “símbolo-ponte” e sua utilização em certos conteúdos de Física como estratégia de ensino. Este seria, portanto um mecanismo provisório de representação pessoal ou interpessoal, por isso informal, intuitivo e evidente, para imaginar de forma gráfica, objetos, fenômenos ou situações empíricas observadas. Naturalmente essas “codificações” realizadas pelos sujeitos serão uma tentativa de cópia da situação observada, em função de não existir de início, por parte dos alunos, nenhum comprometimento com convenções pré-estabelecidas. Logo, num primeiro momento, é espontânea a busca, pelo aprendiz, de uma semelhança quase fiel entre representado e real. Devido ao fato de o desenho pessoal ou interpessoal elaborado ser uma imitação, o símbolo-ponte pode ser categorizado como signo icônico.

Em termos pedagógicos, estamos sugerindo que somente a partir das primeiras representações com símbolos-ponte e das primeiras reflexões conceituais feitas com eles é que se avance para a segunda etapa, onde se utilizariam as convenções da simbologia convencional. Com isto, muitos problemas apontados surgiriam e poderiam ser discutidos junto aos aprendizes e superados na primeira etapa dos símbolos-ponte, em vez de serem tratados junto à obrigatoriedade de uma prévia codificação.

A princípio o uso de símbolos-ponte pretende ser um estimulador e facilitador da mediação da aprendizagem, na medida em que não parte diretamente das simbologias convencionais e anti-intuitivas as quais, se não decoradas, afastam, num primeiro contato, o aluno do assunto, de um entendimento mais satisfatório do que está sendo estudado. Também, é mecanismo de menor obstáculo para o surgimento de discussões de problemas e de incompreensões conceituais, que se mostram prejudicadas quando atreladas às simbologias científicas. Nesse contexto, com o papel de representação intuitiva, o símbolo-ponte se torna um instrumento de ensino que potencializa perscrutar o tipo de raciocínio que se está desenvolvendo e construindo, e se torna uma alternativa que permite, de forma cômoda, explicitar os problemas conceituais dos estudantes. Por último, a intermediação dos símbolos-ponte pode auxiliar a utilização sem receio dos símbolos convencionados, na medida em que estes já perdem o seu caráter intimidante de uma linguagem hermética. O símbolo-ponte se coloca, enfim, como proposta de um momento instrucional prévio para abordar a representação simbólica, assim como o próprio conteúdo associado a ela, por percepção bem mais imediata e substantiva do que quando se começa a instrução de determinadas partes dos conteúdos pelas convenções arbitrárias.

Evidentemente, ao fazer uma analogia entre símbolo-ponte e exemplo âncora, realizamos uma analogia forte e fraca ao mesmo tempo. Enquanto analogia forte, conta com o estímulo às intuições do estudante, à exploração dos conhecimentos prévios do aluno e o encaminhamento didático a partir deles, visando à facilitação e a apreensão de noções mais abstratas, lembrando a definição de exemplo-âncora: é um suporte para auxiliar a escalada conceitual para a construção de novos conceitos não intuitivos e de maior qualidade hierárquica, partindo das concepções prévias do sujeito em direção a uma maior abstração conceitual, de modo que estas últimas se liguem à rede conceitual do aluno. Enquanto analogia fraca, é preciso ver que a localização do seu objetivo se encontra na simplificação da codificação e, nesse sentido, sua natureza não tem, a princípio, referência conceitual, ontológica, epistemológica ou casual como possui o exemplo-âncora. Nesse caso, seu papel se reduz essencialmente a retardar o emprego de representações baseadas em convenções e algorítmicas, além de ser um apoio de natureza efêmera que toma o lugar da simbologia estatuída e abandonada por esta.

No entanto, não devemos deixar de considerar que, indiretamente, o mérito maior da idéia de símbolo-ponte é assistir e rastrear a operacionalização e a formação de conceitos mais relevantes. Isso permite que ele seja aproveitado como um instrumento para o professor identificar as reflexões insatisfatórias dos alunos, possibilitando corrigi-las. Da mesma forma, e reforçando mais uma vez, é também uma linguagem representativa conveniente, num primeiro momento instrucional, devido a sua qualidade mais imediata e simples, fazendo com que os alunos se concentrem nos aspectos fundamentais, sendo substituída pela oficial em função da eficiência comunicativa.

Sem dúvida, a simbologia, é tratada como algo periférico no processo de entendimento conceitual e, por isso, tem merecido pouca atenção nas discussões da educação científica. Todavia, ela se torna mais um empecilho na trajetória de compreensão conceitual do aprendiz e é sob essa perspectiva que a proposta de símbolo-ponte se coloca.

III. ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA E METODOLOGIA

Em relação à disciplina de Física, um dos conteúdos de Ensino Médio em que se usa grande quantidade de símbolos, é a parte de eletricidade. Nela podemos constatar vários códigos e signos que são distantes daquilo que concebem. Para ilustrar, citamos os símbolos usados de capacitor, resistência elétrica, baterias, chaves conectoras, lâmpadas e fios elétricos. Nesse

último caso, por exemplo, os fios de ligação são figurados como retas quase sempre associadas simetricamente, ligadas em noventa graus e convergindo num único ponto, ou melhor, num nó.

O objeto desta pesquisa insere-se na apreensão desse conteúdo, porém seu foco de interesse se concentra na aprendizagem da parte simbólica conjugada à superação conceitual que se encontra intimamente ligada a essa simbologia.

Tradicionalmente, inicia-se o ensino de circuitos elétricos pela apresentação dos diversos dispositivos elétricos, de sua função e das suas simbologias, seguido pelos tipos de associações, pela explicitação das regras e leis envolvidas. Propomos, então, alterar essa seqüência e conduzir, antes de qualquer coisa, uma unidade de intervenção pedagógica (Zabala 1998:18) centrada na utilização dos símbolos-ponte para a representação de circuitos elétricos.

O quadro abaixo exemplifica a seqüência de uma aula.

Quadro 1: Exemplo de uma aula com resistores

Atividades Pedagógicas	Intenções Pedagógicas
(1) Mostrar os diversos tipos de resistores reais, presentes no seu cotidiano e analisar suas funções e conceitos.	Contextualização. Levantamento das concepções prévias. Promover a mudança conceitual, se necessário
(2) Solicitar um desenho, representação, dos diversos tipos de resistores.	Organizador prévio. Símbolos-ponte.
(3) Pedir aos alunos que desenhem no quadro diferentes representações.	Perceber a necessidade de uma simbologia convencional para comunicação do conhecimento entre as pessoas.
(4) Questionar os alunos do “porquê” da escolha da simbologia, depois mostrar o símbolo convencional.	Investigar se houve ou não a formação do conceito de resistência e detectar dificuldades que impedem esse entendimento.
(5) Apresentar um circuito simples real e solicitar o seu diagrama.	Avaliação. Espera-se que os alunos desenhem o diagrama com a simbologia convencional.

Na unidade (1) e (2) é solicitado aos alunos à esquematização de vários componentes reais fornecidos, sem que haja conhecimento prévio de códigos e regras oficiais. A finalidade dessa unidade é potencializar um espaço de intensa negociação conceitual com os estudantes, em que dúvidas e erros sejam expostos, discutidos, esclarecidos e corrigidos durante a atividade didática. As dúvidas e erros esperados, provavelmente estarão no âmbito da elaboração da esquematização e concomitante à conceitualização, devendo ambos mostrar vínculos com as conhecidas concepções alternativas mantidas pelos alunos sobre o assunto (cf., p.ex., Saxena, 1992; Shipstone et al. 1988; Solomon et. al 1985). A esfera de discussão que se deseja atingir, nesta primeira unidade, se limita às questões de esquematização e aos conceitos que as acompanham.

Baseados em um tratamento de dados qualitativo (Lüdke & André 1986), preocupamo-nos em rastrear, de maneira geral, a compreensão e incompreensão dos alunos em relação aos aspectos conceituais, à qualidade de representação simbólica e, mais especificamente, na unidade de avaliação da intervenção pedagógica. Nesse contexto, atentaremos para os possíveis retrocessos, em termos de aprendizagem, que poderão reaparecer quando comparados com as unidades anteriores.

A sustentação dos momentos instrucionais, em cada unidade de intervenção pedagógica, estará suportada pelo mecanismo discursivo dialógico-univocal de Mortimer & Machado (2000). O objetivo, com esse mecanismo, é oportunizar e estimular o levantamento e a discussão dos problemas conceituais, assim como auxiliar a superação dos mesmos, pois a partir do pressuposto teórico subjacente presume-se que qualquer entendimento verdadeiro é dialógico por natureza (Voloshinov 1992). Portanto, aliamos esse pressuposto teórico aos enlaces conceituais da teoria de Ausubel (1978), estimulada pelo símbolo-ponte.

IV. AMOSTRA E RETIRADA DE DADOS

A presente amostra pesquisada, parte de uma pesquisa mais ampla, composta por 37 (trinta e sete) alunos do Ensino Médio de uma escola pública de Apucarana, no Paraná.

Os dados foram obtidos por meio de registro dos alunos em folha de papel e diálogos em sala de aula.

V. ANÁLISE:

Iniciamos a aula perguntando aos alunos se possuíam algum tipo de resistor em suas residências. Diante da generalizada resposta negativa da turma, mostramo-lhes um resistor de chuveiro, um de ferro de passar roupa, uma lâmpada incandescente, um potenciômetro de volume de rádio e um resistor comum de circuito eletrônico.

Indagados novamente, não souberam associar o conceito de resistor ao filamento da lâmpada, ao potenciômetro de volume do rádio e ao resistor comum de circuito eletrônico. Mas, aos resistores do chuveiro e do ferro de passar roupa classificaram-nos como “resistência”.

Tal fato é conhecido: “nos chuveiros, as ligações inverno/verão também correspondem, para uma mesma tensão, a distintas potências. Neste caso, a espessura do fio enrolado (resistor) comumente chamado de “resistência” é uniforme”. (Gref, 2002, p.41)

E mais, “quando um condutor apresenta uma resistência elétrica, ele é denominado um *resistor* sendo, entretanto, comum usar-se o termo “resistência” como sinônimo de “resistor”. (Alvarenga, 1997, p.1061)”

Neste primeiro momento deparamo-nos com duas situações: (1) os alunos, por não possuírem o conceito de resistência e resistor, não tinham como associá-lo ao seu cotidiano; (2) demonstravam concepções do senso comum.

Procuramos desenvolver o conceito de resistor e resistência explicando as suas funções, no cotidiano e nos circuitos elétricos simples.

Na próxima atividade foi solicitada a representação de um símbolo, sem determinar se eles se deveriam basear-se na sua aparência ou nas propriedades as quais entenderam sobre resistor. Os símbolos solicitados foram resistor do chuveiro, do ferro de passar roupa e de um resistor comum de circuito eletrônico.

Eis algumas representações dos alunos aqui denominadas de símbolos-ponte:

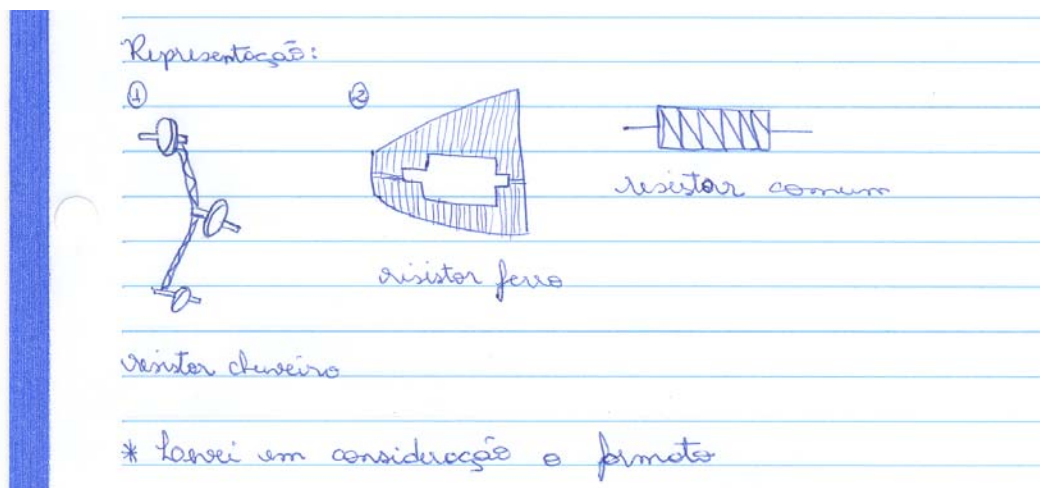


Figura 1 - Representação do aluno(a) FS

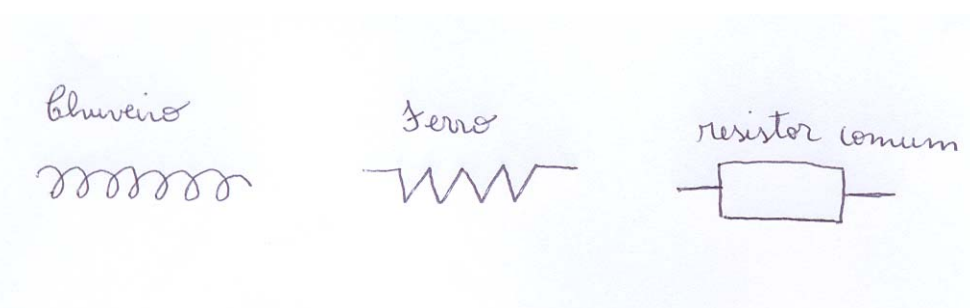
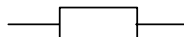



Figura 2 – Representação do aluno(a) FH

Indagados, os alunos afirmaram que consideraram os formatos dos resistores, tanto que, no resistor do circuito eletrônico, com pequenas variações, os 37 (trinta e sete) alunos fizeram a seguinte representação :



Apesar de esta ser uma representação também usual, alunos como FH, que representaram o resistor do ferro de passar roupa como , considerando o “arame” enrolado, não significava que haviam conceitualmente ligado o significante ao significado, uma vez que, todos os resistores tinham uma representação diferente.

Colocamos na lousa algumas representações e, após um diálogo, concluiu-se que seria necessária uma convenção, um símbolo comum, para que se possa haver uma comunicação do conhecimento entre as pessoas. Reportamos a fala do aluno(a) LT, “ porque todos são resistores, e os resistores devem ter a mesma representação”.

Para avaliação, solicitamos a representação de um circuito elétrico. Dos 37 (trinta e sete alunos) 8 (oito) alunos fizeram a representação sem a simbologia convencional esperada Conforme demonstra o esquema do aluno(a) DA :

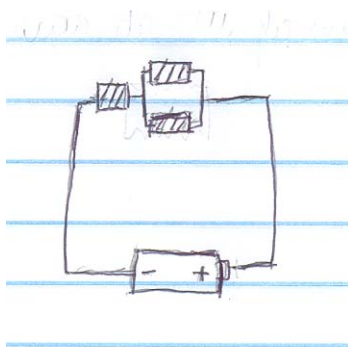


Figura 3 – Representação do aluno(a) DA, na avaliação.

Vale lembrar outros conceitos, não objetos desta pesquisa, como o da corrente e energia elétrica precisaram ser explicitados.

VI. CONCLUSÃO:

Procuramos na presente pesquisa, desenvolver apenas o aspecto das simbologias convencionais atreladas à aprendizagem dos seus conceitos nos circuitos elétricos simples. Geralmente, no tocante a esse conteúdo, os professores preocupam-se com a resolução das diversas associações dos circuitos elétricos, que são muitas. Contudo, a memorização pura e simples das simbologias pode esconder marcas invisíveis de uma conceituação errada, conforme foi demonstrado pelos alunos.

A estratégia pedagógica aqui apresentada aponta para uma aprendizagem significativa, uma vez que, os alunos expressaram suas concepções espontâneas, os conceitos de resistor e resistência foram sendo construídos e diferenciados progressivamente, assim perceberam a importância de uma simbologia convencional. Lembramos que é preciso que o conceito já tenha sido construído para que o símbolo seja ele mesmo uma representação do conceito, e só agora, o aluno de forma não arbitrária apreende a simbologia.

Na avaliação, 78,37% dos alunos utilizaram a simbologia convencional corretamente. Evidentemente, isso não significa que a seqüência de atividades aqui apresentada seja a única possibilidade da aprendizagem dos conceitos e sua simbologia correspondente. Trata-se de uma sugestão que pode até ser adaptada em outros contextos.

VII. BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**. v.3. São Paulo: Scipione, 1997.

ARRUDA, S. M.; SILVA, M.R & LABURÚ, C. E. **Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva Kuhniana**. *Investigação em Ensino de Ciências*, 2001, 6,1, 1-9.

AUSUBEL, D.P. **Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitiva**. México, Trilhas, 1978.

CHINN, C. A. & BREWER, W. F. **The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction**. *Review of Educational Research*, 1993, 63, 1, 1-49.

CLEMENT, J.; BROWN, D. & SIETESMAN, A. **Not all preconceptions are misconceptions:** finding anchoring conceptions for groundings instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 1989, 11, 5, 554-565.

COLIN, P. & VIENNOT, L. **Reading images in optics:** students' difficulties and teachers' views. *International Journal of Science Education*, 2002, 24, 3, 313-332.

DUIT, R. **Conceptual Change:** a powerful framework for improving science teaching and learning. *Internacional Journal of Science Education*, 2003, 25, 6, 671-688.

GRAF. **Física 3:** eletromagnetismo. 5.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
LÜDKE, M. & ANDRÉ, M.E.M.A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MEDEIROS, A. & MEDEIROS, C. **Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física.** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2001, I (1) 103-117.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa.** Brasília, DF, Universidade de Brasília, 1999.

MORTIMER, E.F. & MACHADO, A.H. **Anomalies and conflicts in classroom discourse.** *Science Education*, 2000, 84: 429 – 444.

OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento:** um processo sócio-histórico. *Série Pensamento e Ação no Magistério.* São Paulo, Scipione, 1993.

OSBORNE, R.J. & WITTRICK, M.C. **Learning science:** a generative process. *Science Education*, 1983, 67, 4, 489-508.

PINTÓ, R. & AMETLLER, J. **Students' difficulties in readings images:** comparing results from four national research groups. *International Journal of Science Education*, 2002, 24, 3, 333-341.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. & GERTZOG, W.A. **Accommodation of scientific conception:** toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 1982, 66(2): 221-227.

REGO, T.C. **Vygotsky: Uma Perspectiva Histórico-culturais da Educação.** 6. ed., Vozes, 1998.

SAXENA, A.B. **Not all attempt to remove misconceptions related to electricity.** *International Journal of Science Education*. 1992, 13(2), 157-162.

SCOTT, R.; ASOKO, H. M. & DRIVER, R.H. **Teaching for conceptual change:** a review of strategies. In: *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical studies.* Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremem, Duit, R. et al. 1991, 310-329.

SHIPSTONE, D.M.; Von, RHÖNECK C., JUNG, W., KÄRRQVIST, C., DUPIN, J.,J., JOSHUA, S. & LICHT, P. **A study of students' understanding of electricity in five European countries.** International Journal of Science Education, 1988, 10, 303-316.

SOLOMON, J., BLACK, P., OLDHAM, V., STUART, H. **The pupils' view of electricity.** European Journal of Science Education. 1985, 7(3), 281-294.

STYLIANIDOU, F.; ORMEROD, F.& OGBORN, J. **Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them.** International Journal of Science Education, 24, 3, 257-283, 2002.

VOLOSHINOV, V.N. **Marxismo e filosofia da linguagem.** São Paulo, Hucitec, 1992.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre, Artmed, 1992.