

Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade

(Changes in students' alternative conceptions concerning electricity)

M. H. Gravina

Departamento de Física, FURG, Rio Grande, RS

B. Buchweitz

Instituto de Física, UFRGS, RS, Brasil

Trabalho recebido em 4 de março de 1994

Resumo

Esta pesquisa está relacionada com a identificação de concepções alternativas de estudantes em eletricidade, com a preparação e aplicação de estratégias de ensino, e com a análise da sua aprendizagem de conceitos científicos. Estratégias e materiais instrucionais foram preparados usando o conhecimento prévio dos estudantes e idéias de aprendizagem como uma mudança nas concepções dos estudantes. Os dados foram obtidos por meio de testes de múltipla escolha e de entrevistas. Os resultados mostraram uma diferença significativa entre as médias dos escores antes e depois da instrução, e que eles aprenderam os conceitos científicos na maioria dos casos e perderam muitas concepções alternativas.

Abstract

This research is concerned with the identification of students' alternative conceptions in electricity, with the development and application of teaching strategies, and with the analysis of their learning of scientific concepts. Instructional strategies and materials were prepared using students' prior knowledge and ideas of learning as a change in students' conceptions. The data were gathered through multiple choice tests and interviews. The results showed significant difference between students' mean scores before and after instruction, and that they learned the scientific conceptions in most instances and lost many alternative conceptions.

I. Introdução

Concepções alternativas, também chamadas intuitivas ou espontâneas, são as concepções apresentadas pelos estudantes, que diferem das concepções aceitas pela comunidade científica. Vários trabalhos têm sido publicados salientando a importância destas concepções no ensino e na aprendizagem, tendo em vista que algumas são compartilhadas por um grande número de alunos, são resistentes à instrução, e em alguns casos surgem como decorrência da instrução.

Este trabalho teve como objetivo levantar algumas

concepções alternativas sobre eletricidade apresentadas por um grupo de estudantes e, a partir destas concepções, elaborar atividades de ensino que propiciassem uma mudança conceitual, visando a aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos.

Com este trabalho pretendemos responder as seguintes questões básicas:

- Quais as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes, e o quanto estas concepções são semelhantes as encontradas na literatura?

- Qual a contribuição das atividades de ensino elaboradas e utilizadas para o processo de mudança con-

ceitual dos estudantes?

Concepções alternativas e mudança conceitual

Muitas razões têm sido um estímulo importante para realizar pesquisa educacional relacionada com conceitos ou concepções científicas e concepções alternativas. Certamente, entre essas razões, uma das mais relevantes é a de que conceitos e suas relações exercem um papel essencial em uma ciência como a Física.

Ênfase da importância de conceitos no processo de aprendizagem é compartilhada por Gowin (1981) ao clamar que "as pessoas pensam com conceitos", por Gagné (1977, p.185) em destacar que "a aquisição de conceitos é o que torna a aprendizagem possível", e por Ausubel (1978, p.88) ao afirmar que "nós vivemos em um mundo de conceitos em vez de em um mundo de objetos, eventos e situações".

Vários trabalhos têm sido publicados sobre levantamento de concepções alternativas existentes em estudantes, principalmente ao nível de primeiro e segundo graus. Em menos trabalhos procuram explorar esses dados para adaptar ou aprimorar o currículo e o ensino visando a aprendizagem correta dos conceitos científicos relacionados com as concepções alternativas. Em Física existem estudos em diversas áreas, como Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade e Óptica (Driver e Erickson, 1983; Buchweitz e Moreira, 1987).

Relacionados com Eletricidade podem ser encontrados vários trabalhos, em geral envolvendo circuitos simples.

Em seu artigo, Evans (1978) descreve um método essencialmente experimental com material simples para abordar confusões bastante comuns que os estudantes fazem com tensão e corrente elétrica.

No seu artigo sobre concepções de circuitos simples, Fredette & Lochhead (1980) apresentam os resultados obtidos entrevistando clinicamente estudantes de um curso de Física básica que foram usados para construir um teste escrito que confirmou os resultados das entrevistas identificando dois modelos de circuitos usados pelos estudantes.

Osborne e Gilbert (1980) propõem e ilustram um método de entrevista sobre instâncias envolvendo os conceitos de trabalho e corrente elétrica. Os dados obtidos mostram algumas características atribuídas aos

conceitos de corrente elétrica e de trabalho pelos estudantes.

Cohen et alii (1983) usaram um teste escrito com questões de múltipla escolha e de resposta livre para detectar os conceitos e relações entre conceitos que estudantes usam ao analisar circuitos elétricos. Em seguida fizeram entrevistas com alguns desses estudantes sobre as questões e verificaram que nem sempre as respostas são as mesmas nas duas oportunidades. Mesmo assim, diversas fontes comuns para muitos dos erros puderam ser identificadas.

O estudo de Shipstone (1984) examina modelos de fluxo elétrico de corrente usados por crianças entre 8 e 12 anos ao lidarem com circuitos elétricos que contêm baterias, lâmpadas e resistores. Usando testes escritos com três alternativas e justificativa da resposta, o autor conseguiu identificar três modelos de fluxo de corrente no circuito, além do modelo aceito pelos cientistas.

Domínguez (1985) entrevistou estudantes do curso de Engenharia para detectar as suas concepções alternativas relacionadas com campo, potencial, corrente e diferença de potencial elétrico em circuitos simples antes e após a instrução.

Cabe destacar que essas e outras pesquisas realizadas evidenciam duas conclusões bem gerais sobre concepções alternativas: 1) algumas são compartilhadas por um grande número de estudantes e 2) são muito resistentes à mudança, isto é, tendem a permanecer inalteradas mesmo diante da instrução formal.

Sobre mudanças em estruturas conceituais (aprendizagem) dos estudantes, Posner et al. (1982) e Hewson (1981) fazem a distinção entre mudanças graduais e descontínuas. Em relação às últimas eles identificam condições que permitem prever se o novo conhecimento pode ou não ser assimilado e acomodado dependendo da reconciliação ou não com o conhecimento existente, permitindo preparar estratégias de ensino que objetivam permitir a ocorrência de uma mudança conceitual apropriada. As condições apontadas são: insatisfação com concepções existentes, inteligibilidade e plausibilidade inicial e utilidade da nova concepção.

A insatisfação pode ocorrer quando um conceito existente no indivíduo é incapaz de assimilar ou de dar sentido à nova informação, o que pode levá-lo a abandonar o conceito existente e substituí-lo por outro que consiga explicar e resolver o novo fenômeno ou problema

encontrado.

Para que a nova concepção seja inteligível é preciso que ela faça sentido, levando a pessoa a fazer uma representação coerente dessa concepção e não a tentar uma memorização mecânica.

O novo conceito ou informação precisa ser plausível, ou seja, o estudante deve acreditar que ele é verdadeiro e que tenha a capacidade de resolver os problemas que os existentes foram incapazes de resolver quando foi criada a insatisfação. Normalmente é encontrada alguma maneira de relacioná-lo com conhecimento existente na estrutura cognitiva.

Finalmente, para que aprendizagem ou mudança conceitual ocorra, a nova concepção precisa ser útil, ou seja, que tenha potencial explicativo e preditivo, possibilitando a solução de novos problemas, sugerindo novos experimentos e investigações, e prevendo a sua utilização em outras situações e estudos.

Portanto, para haver a incorporação de uma nova informação ou concepção na estrutura cognitiva de um estudante, ela deve mostrar suas vantagens em relação a outras existentes, ser inteligível e clara, evidenciar sua plausibilidade, facilitar ou propiciar uma melhor compreensão, e mostrar sua utilidade na explicação e solução de questões e problemas novos ou não resolvidos pelas concepções existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Essas idéias podem servir para preparar o material educativo potencialmente significativo um método de ensino adequado para a ocorrência da aprendizagem de conceitos científicos.

Proposta

A pesquisa envolveu os seguintes passos:

1. A identificação das concepções dos estudantes relacionadas com diferença de potencial, corrente elétrica e resistência elétrica.

2. A elaboração das atividades e estratégias de ensino partir do conhecimento prévio dos estudantes sobre os conceitos envolvidos e das idéias sobre mudança conceitual.

3. A aplicação das estratégias de ensino a um grupo de estudantes cujo conhecimento prévio sobre os conceitos envolvidos foi previamente identificado.

4. O levantamento dos dados sobre a aprendizagem dos estudantes por meio de testes e entrevistas.

5. A análise dos dados e avaliação dos resultados obtidos.

O trabalho foi realizado com estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências da Fundação Universidade do Rio Grande (FURG), envolvendo os assuntos referentes a circuitos elétricos elementares, uma parte da disciplina sobre Eletricidade.

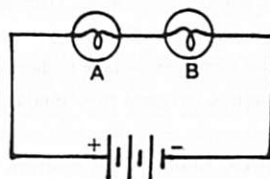
Procedimento

Como instrumentos de medida para identificar as concepções alternativas foram usados testes de múltipla escolha e entrevistas, que foram aplicados antes e depois da instrução.

Na elaboração dos testes de múltipla escolha foram levados em conta: a) a seleção do conteúdo relacionado com as concepções a serem investigadas; b) as técnicas usualmente recomendadas na sua elaboração (Vianna, 1982); c) as opções de cada item devem conter a concepção científica (opção correta) e alguma concepção alternativa conhecida ou que se suspeita existir; d) instrumentos semelhantes já referidos na literatura e aplicados em outras oportunidades.

Como exemplo, apresentamos o seguinte item:

No circuito temos uma bateria e duas lâmpadas (A e B) idênticas ligadas em série.



Nessa situação, podemos afirmar que

(A) A brilha mais que B

(B) A brilha menos que B

(C) A e B brilham com a mesma intensidade

Nesse caso, a alternativa (A) pode ser escolhida por aqueles que encontram explicação numa concepção alternativa do tipo "a corrente elétrica é consumida no circuito" (não conservada), ou seja, a corrente elétrica diminui quando vai de A para B. Analogamente a resposta (B) pode ser indicada por pessoas que possuem essa mesma concepção, acrescida da suposição de que a corrente elétrica percorre o circuito no sentido contrário (de B para A).

Outros itens procuraram envolver outras idéias sobre corrente elétrica como: a corrente sai da bateria nos dois terminais e é consumida no circuito, a corrente elétrica unidirecional é consumida igualmente pelos elementos do circuito.

Também foram incluídos entre os 24 itens do teste diferentes associações de lâmpadas e resistores em série e em paralelo, procurando evidenciar a presença de outras concepções relacionadas com diferença de potencial, resistência e corrente elétrica.

As entrevistas consistiram de tarefas que abordavam uma situação ou fenômeno físico relacionado com circuitos elétricos. O entrevistador apresentava a tarefa ao estudante, normalmente por meio de um diagrama sobre um circuito, e em seguida era solicitado a responder o que ocorria na situação proposta, estabelecendo-se, a partir disso, um diálogo no sentido de deixar claras as suas opiniões, idéias e razões. As tarefas propostas encontram-se transcritas no Apêndice.

Identificadas a finalidade, o conteúdo e as tarefas da entrevista, foi importante estabelecer o método da entrevista, ou seja, a forma de utilizar as tarefas, a maneira do entrevistador perguntar e proceder na situação. Os cuidados com o procedimento do entrevistador são importantes porque podem determinar ou influenciar as respostas do entrevistando. Como base para a orientação do entrevistador foram consideradas as recomendações e o método descritos por Pines et alii (1978).

As entrevistas foram gravadas e depois transcritas. Os dados das transcrições foram então analisados visando a identificação de concepções científicas e alternativas e, na medida do possível, classificadas de acordo com a frequência que ocorrem entre os estudantes.

Os dados obtidos dos testes e das entrevistas serviram para realizar uma comparação entre os resultados obtidos antes e após a instrução visando estabelecer conclusões a respeito da aprendizagem ocorrida e, particularmente, das concepções alternativas que se modificaram com o desenvolvimento das atividades de ensino.

Para controlar alguns fatores de invalidez da pesquisa (Campbell e Stanley, 1979), aplicou-se o teste de múltipla escolha quatro vezes: no início do curso (01), poucos dias antes de iniciarem as aulas sobre circuitos elétricos (02), imediatamente após a instrução (03) e cerca de um mês após a instrução (04), no dia da

realização da prova da disciplina. O teste de múltipla escolha aplicado nesse dia tinha como objetivo avaliar a aprendizagem dos estudantes após terem estudado para a realização da prova da disciplina. A prova recebia uma nota, o teste não. Também foram realizadas três entrevistas com cada estudante: uma antes da instrução (E1), uma logo após a instrução (E2) e a última após a realização da prova da disciplina (E3). Com isso, dentro do possível, pretendeu-se avaliar os efeitos de maturação e testagem.

A partir do levantamento preliminar das concepções apresentadas pelos alunos, obtidas dos testes e das entrevistas iniciais, foram elaboradas as atividades de ensino tendo como base as idéias sobre mudança conceitual propostas por Posner et alii (1982).

Assim, com o objetivo de propiciar condições favoráveis para a ocorrência de aprendizagem por acomodação, as atividades de ensino foram planejadas para serem desenvolvidas utilizando-se intercaladamente aulas de laboratório, expositivas e de trabalho em pequenos grupos.

As atividades envolvendo experimentos de laboratório tinham como objetivos: familiarizar os estudantes com montagens envolvendo pilhas, fios, lâmpadas e resistores visando a compreensão do funcionamento de um circuito elétrico simples; predispor e levar o estudante a reformular sua estrutura conceitual por meio da apresentação de situações físicas que criavam insatisfação com as concepções alternativas existentes, como um experimento que contrariava a sua expectativa; criar situações experimentais que permitiam ao estudante avaliar a plausibilidade e a utilidade de um novo conceito ou relação e o levavam a propor e testar novas situações.

As aulas expositivas tinham como objetivo introduzir os conceitos científicos de forma inteligível, procurando-se estabelecer analogias e relações com conceitos já estudados e conhecidos pelos estudantes.

As atividades das aulas de trabalho em grupo, com no máximo quatro alunos por grupo, eram desenvolvidas com a orientação do professor e envolviam a discussão e elaboração de respostas aos exercícios e problemas listados por escrito. Com essas listas os pequenos grupos eram orientados a discutir as dificuldades, dúvidas e problemas que encontravam para acomodar

os novos conceitos e relações. Também eram propostas questões que permitiam aos estudantes preverem o que iria ocorrer em certas situações físicas, para posterior comprovação nas atividades de laboratório, e que os levavam a confrontar as novas concepções com concepções alternativas, tendo-se em vista a plausibilidade e utilidade das mesmas.

No semestre anterior foi desenvolvido uma pesquisa piloto para que a entrevistadora pudesse treinar-se na respectiva tarefa e o teste foi aplicado antes e depois da instrução tradicional.

Resultados

No semestre anterior ao da pesquisa o teste de múltipla escolha constou de 21 questões e foi aplicado apenas duas vezes, antes e depois da instrução, a um grupo de 23 alunos do mesmo curso de Ciências. A média de acertos do pós-teste (04) cresceu levemente em relação ao pré-teste (01), de 8 para 9 acertos. As entrevistas realizadas nesta oportunidade tinham como finalidade treinar o entrevistador e detectar a presença de algumas concepções alternativas. Com esse trabalho preliminar, as tarefas das entrevistas e o teste foram aprimorados e o número de questões deste último foi aumentado de 21 para 24.

Os dados obtidos nas quatro aplicações do teste de múltipla escolha aos 12 alunos da disciplina encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Escores obtidos pelos estudantes no teste aplicado em 4 oportunidades.

Aluno	01	02	03	04
1	8	11	11	12
2	6	3	10	8
3	10	11	12	17
4	10	11	11	15
5	16	19	20	20
6	11	10	15	20
7	6	8	16	22
8	6	3	8	8
9	9	10	8	15
10	6	10	14	19
11	7	5	12	17
12	10	12	12	12
Média	8,75	9,42	12,42	15,42

O gráfico da figura 2 ilustra a variação da média (X) dos escores obtidos no teste nas quatro oportunidades

em que foi aplicado. É visível o pequeno crescimento da média antes da instrução, de 01 para 02, sensível crescimento de 02 para 03, antes e após a instrução. Também houve um grande crescimento de 03 para 04, evidenciando a importância do estudo que ocorreu nesse período para a aprendizagem.

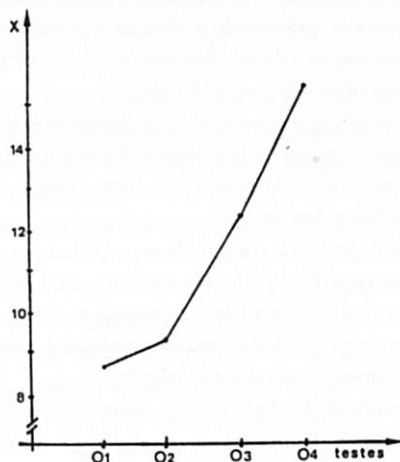


Figura 2. Médias dos escores (X) obtidas pelos alunos no teste aplicado em quatro oportunidades.

Considerando que os escores foram obtidos pelo mesmo grupo de indivíduos ($n = 12$) em 4 diferentes condições (amostras relacionadas), usou-se o teste de Friedman (Siegel, 1956) para calcular o valor de $\chi^2 = 194,4$ da amostra, superior ao valor 7,82 para um nível de significância $\alpha = 0,05$ e três graus de liberdade. Isso mostra que há uma diferença estatisticamente significativa nos escores obtidos pelo grupo de estudantes nas quatro oportunidades em que o teste foi aplicado.

A partir das três entrevistas realizadas, foi possível identificar que os alunos apresentavam as seguintes concepções alternativas em pelo menos uma das entrevistas:

A: A informação sobre os elementos do circuito só é "sentida" pela corrente elétrica quando a mesma chega a estes elementos, podendo-se modificar ou não (modelo seqüencial).

Concepções decorrentes:

A1: A corrente elétrica sai do terminal da bateria (pólo positivo ou pólo negativo) com um valor constante, ou seja, a bateria é um reservatório de corrente elétrica.

A2: Em um nó a corrente elétrica divide-se igualmente, independente dos elementos que estejam ligados em paralelo.

A3: Em um fio interrompido há passagem de corrente elétrica.

B: A corrente elétrica não é conservada, parte dela é consumida ou transformada em energia quando atravessa um resistor (ou lâmpada).

C: Um resistor é um dispositivo capaz de fornecer "corrente-energia", assim, quando a corrente elétrica atravessa um resistor, aumenta de valor. O aluno que tem esta concepção também considera que uma lâmpada não tem resistência.

D: Dos terminais da bateria saem cargas positivas e negativas, em sentidos opostos, e quando as mesmas chegam a um elemento, devido a atração entre elas, parte delas se neutralizam, aparecendo então, luz e/ou calor. ("Modelo de correntes elétricas em choque").

E: Basta ligar um elemento a um dos pólos da bateria, que há de existir passagem de corrente elétrica. ("Modelo unipolar").

F: Lâmpadas idênticas sempre brilham igualmente. Surge da observação de lâmpadas em casa, e para justificar, o aluno relaciona o brilho apenas com a resistência, cria cargas em nós ou então, distribui a corrente elétrica igualmente para todas as lâmpadas.

G: A resistência equivalente não depende do tipo de ligação, ela é sempre diretamente proporcional ao número de resistores.

H: A corrente elétrica (i) é inversamente proporcional à resistência elétrica (R) independente da diferença de potencial (V) aplicada. O aluno memoriza a equação $V=Ri$, e como o conceito de diferença de potencial não foi sequer assimilado, raciocina em termos de R e i apenas.

I: A diferença de potencial é considerada uma consequência da corrente elétrica e não sua causa, de forma que, se $i = 0$, então $V = 0$.

Os dados obtidos nas entrevistas mostraram que, dependendo da tarefa apresentada ao estudante, o mesmo usava uma concepção ou outra, sendo que isto ocorria principalmente, quando o circuito mudava de série para paralelo. Assim sendo, na tabela 2 são apresentadas as concepções de cada aluno, em cada tarefa proposta e nas três entrevistas, sendo a primeira (E1) antes da instrução, a segunda (E2) imediatamente após a instrução e a última (E3) após a realização da prova da disciplina com a finalidade de atribuir uma nota pelo desempenho nessa área.

Foram entrevistados 12 alunos, mas apenas 8 realizaram as três entrevistas. No quadro assinalamos com um traço, as tarefas que não foram abordadas pelo entrevistador, bem como as tarefas relativas às entrevistas que não foram realizadas, devido ao não comparecimento do aluno. Quando a letra que representa uma dada concepção é assinalada com um asterisco, isto significa que o aluno apresenta esta concepção, mas ao mesmo tempo percebe que a mesma não consegue explicar satisfatoriamente o problema em questão, ou seja, como não ocorreu o processo de acomodação, o aluno sente-se confuso.

Embora todos os alunos já tivessem estudado o conteúdo do curso no segundo grau, na primeira entrevista apenas um aluno usou as concepções científicas (aluno 10), três alunos usaram principalmente o "modelo de correntes em choque" (alunos 4, 5 e 11) e sete alunos usaram o "modelo seqüencial" (alunos 1, 2, 3, 6, 7, 9 e 12) para resolver as tarefas propostas na entrevista. Notamos também que na primeira entrevista as concepções alternativas apresentadas eram muito semelhantes às encontradas em outros trabalhos, a não ser pela concepção C, não encontrada dessa forma e que foi usada por 4 alunos, que, conforme eles deixaram transparecer nas entrevistas, surgiu da familiaridade com o funcionamento de aparelhos eletrodomésticos (ferro e chuveiro elétrico), que lhes permitiu observar que a resistência é um dispositivo para aquecer e, então, concluir que como ela fornece energia, logo fornece corrente

Tabela 2 - Concepções alternativas detectadas em cada entrevista

ALUNOS

	1			2			3			4		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
T												
A		B						B			D	
R	A1 B	A1- B-		A1 F	B-		A1 B	B-			D	
E	A1 C			A1 B	B-		A1 C					
F	A2 B			A1 B	F-	F-	A2 B	A2				
A	A3	A1-		A1 F	A1-		A1 F	A1-	C		D	-
S	B			F			B				D F	
	A1 A2 A3	A1-		A1	A1		A1 B	C	C		D	A1-
	A3	I			I			I				I

ALUNOS

	5			6			7			8		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
T												
A				E								
R	D				B-		B					
E	D	A1-	H	A1			B					H-
F		A2-		C	B		B C					
A	D	A1-		C	A2		A2 C			A2 F		
S	D			A3	-	A1	A3				A3	C
	D						B			F		
	D	G-			A1 A2 A3	C	A1 A2 A3				A1	A1
	I	I	I	A3			A3				I	

ALUNOS

	9			10			11			12		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
T												
A		B					D-					
R	A1 B		A1				F					
E	B C		A1 B							A1 B	B-	B-
F	A2 B		A2				D F			A2 B		A2 B
A	A1		F							A1 F	C	A1
S										F-		
	A1		A1							A1-	C	A1
			I	I						I	I	I

elétrica. Daí surgiu a confusão entre corrente elétrica e energia.

Também foi possível verificar que a concepção E existiu somente para um estudante.

Na segunda entrevista, algumas concepções alternativas desaparecem, mas muitas ainda persistem, notando-se claramente sobre estas o efeito da instrução, no sentido de criar insatisfação com as mesmas. É interessante observar que algumas concepções alternativas são mais resistentes frente a instrução, por exemplo, o modelo seqüencial ainda se mantém, já o modelo de correntes em choque desaparece totalmente.

Alguns alunos, na segunda e terceira entrevista, apresentam concepções alternativas não detectadas (G

e H) na primeira, ou que aumentaram (I). Essas envolvem conceitos ou relações novas, como diferença de potencial, que não apareceram anteriormente, provavelmente porque não faziam parte da estrutura conceitual do aluno. Com a instrução o aluno provavelmente não assimilou bem o conceito e usava-o apenas operacionalmente, através da equação $V=RI$, aparecendo então a concepção I ou, raciocina apenas em termos da corrente elétrica e resistência elétrica, aparecendo então a concepção H.

Examinando os alunos individualmente é possível notar que dois deles (9 e 12) mantiveram suas concepções alternativas. Para os demais houve a perda da grande maioria das concepções alternativas em fa-

vor das científicas, o que fica evidenciado pelo pequeno número de concepções alternativas detectadas na última entrevista (E3). A análise da evolução do grupo como um todo mostra que houve um crescimento da maioria dos estudantes no sentido de substituir as suas concepções alternativas pelas científicas tanto entre a primeira (E1) e segunda (E2), como entre a segunda e terceira (E3) entrevistas, evidenciando a importância não só da instrução, mas também do estudo dos estudantes.

Conclusões

Neste trabalho procurou-se identificar as concepções alternativas de estudantes de nível superior relacionadas com corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica em circuitos elétricos simples antes e depois do ensino desses conteúdos, especialmente preparado a partir das concepções identificadas e baseado em ideais sobre aprendizagem considerada como uma mudança conceitual na estrutura cognitiva do aprendiz.

As concepções alternativas identificadas antes da instrução foram várias e semelhantes às encontradas em outras pesquisas na mesma área. Verificou-se também que pelo menos três concepções alternativas novas apareceram durante o período de desenvolvimento das aulas e estudos, relacionadas com conceitos e relações introduzidas nessa oportunidade. Com isso ficou evidente que, enquanto os estudantes perdiam algumas concepções alternativas, adquiriam outras, relacionadas com novos conteúdos desenvolvidos, provavelmente não completamente assimilados e acomodados.

As atividades de ensino foram preparadas a partir do conhecimento prévio dos estudantes e baseadas no modelo de aprendizagem como mudança conceitual que estabelece condições de insatisfação com as concepções existentes bem como inteligibilidade, plausibilidade e utilidade da nova informação ou concepção. Os resultados mostraram que os estudantes adquiriram a maioria dos conceitos científicos abordados e eliminaram as concepções alternativas identificadas antes da instrução.

Os resultados mostram a importância do conheci-

mento prévio, de estratégias de ensino adequadamente preparadas e usadas pelo professor e dos estudos dos conceitos e relações pelos estudantes para que ocorra uma aprendizagem significativa ou acomodação das novas informações. Muitos outros estudantes vão encontrar dificuldades semelhantes na aprendizagem desses e de outros conceitos e relações científicas hoje e no futuro. Com isso queremos argumentar a favor da importância de se levar em conta o que os estudantes já sabem, independente de estar de acordo ou não com o conhecimento científico, para que o ensino tenha sucesso no encaminhamento da aprendizagem dos estudantes.

Referências Bibliográficas

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2. ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- BUCHWEITZ, B. e MOREIRA, M.A. Misconceptions in physics: research findings among brazilian students. In Joseph D. Novak (eds), *Proceedings of the Second International Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics"*, vol.III, 54-59, Cornell University, Ithaca, N.Y., 1987
- CAMPBELL, D.T. e STANLEY, J.C. *Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa*, São Paulo, EPU-EDUSP. 136p., 1979.
- COHEN, R.; EYLON, B.; GANIEL, U. Potential difference and current in single electric circuits: a study of student's concepts. *American Journal of Physics*, 50(5): 407, 1983.
- DOMINGUEZ, M.E. Detecção de alguns conceitos intuitivos em eletricidade através de entrevistas clínicas. Dissertação de mestrado em Ensino de Física, Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, 1985.

DRIVER, R. e ERICKSON, G. Theories-in-action: some theoretical and empirical issues in study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10: 37, 1983.

EVANS, J. Teaching electricity with batteries and bulbs. *The Physics Teacher*. 16(1): 15-22, 1978.

FREDETTE, N. & LOCHHEAD, J. Students conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18(3): 194-198, 1980.

GAGNÉ, R.M. *The conditions of learning*. 3. ed., New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1977.

GOWIN, D.B. *Educating*. Ithaca - NY: Cornell University Press, 1981.

HEWSON, P.W. A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, vol.3(4), 383-396, 1981.

OSBORNE, R.J. & GILBERT, J.K. A technique for exploring students' view of the world. *Physics Education*. 15: 376-379, 1980.

PINES, A.L.; NOVAK, J.D.; POSNER, G.J.; VAN KIRK, J. The clinical interview: a method for evaluating cognitive structure. Ithaca, Cornell University. Curriculum Series: Research Report, 6, 1978.

POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W., & GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2): 211-227, 1982.

SHIPSTONE, D.M. A study of children's understanding of electricity in simple D.C. circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2): 185-198, 1984.

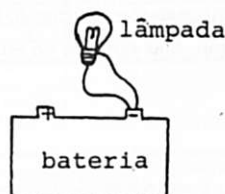
SIEGEL, S. *Nonparametric Statistics: for the behavioral sciences*. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1956.

VIANNA, H.M. *Testes em Educação*, 4. ed. São Paulo: IBRASA, 1982.

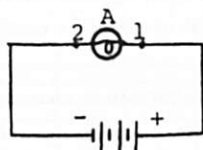
Apêndice

Tarefas propostas nas entrevistas

1. A lâmpada ligada a bateria, conforme a figura, irá acender ou não?

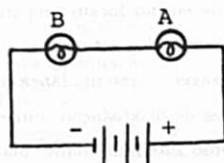


2. (a) Explique porque a lâmpada acende. (b) A corrente elétrica em (1) é maior, menor ou igual a corrente elétrica em (2)?



3. No circuito da figura (2) colocamos uma outra lâmpada B idêntica a A.

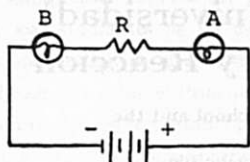
- (a) As lâmpadas A e B brilham igualmente ou diferentemente?
- (b) Compare o brilho da lâmpada A neste circuito, com o brilho de A no circuito da figura (2).



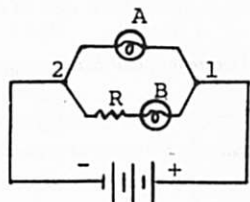
4. No circuito da figura (3), colocamos entre A e B um resistor com resistência R.

- (a) As lâmpadas A e B brilham igualmente ou diferentemente?

(b) A lâmpada A neste circuito brilha mais, menos ou igual ao que brilhava em (3)?



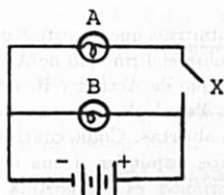
5. No seguinte circuito as lâmpadas A e B brilham com intensidade igual ou diferente?



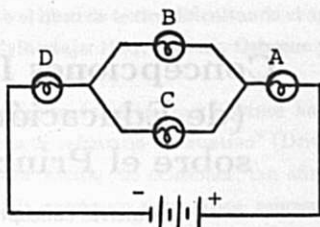
6. No seguinte circuito a chave interruptora X está inicialmente aberta.

- A lâmpada A brilha ou não?

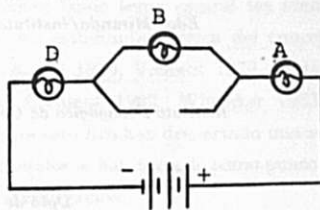
- E a lâmpada B? - Ao fecharmos a chave, o brilho da lâmpada B se altera ou não?



7. No seguinte circuito, compare o brilho das lâmpadas A, B, C e D.



8. Se retirarmos a lâmpada C, sem nada colocarmos em seu lugar, o brilho da lâmpada A se altera ou não?



9. No seguinte circuito a chave interruptora está inicialmente aberta.

- Existe diferença de potencial entre os pontos a e b ou não?

- E entre c e d?

- E entre e e f?

Se fecharmos a chave:

- Existe diferença de potencial entre a e b?

- E entre c e d?

- E entre e e f?

