



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ROBNEY FREITAS FIUZA

**ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS E DA MUDANÇA
CONCEITUAL DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO: ESTUDO DE CASO DE
UMA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE COM GRANDE DENSIDADE
DE CONTEÚDO E CURTA CARGA HORÁRIA**

Fortaleza - CEARÁ
2015

ROBNEY FREITAS FIUZA

**ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS E DA MUDANÇA
CONCEITUAL DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO: ESTUDO DE CASO DE
UMA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE COM GRANDE DENSIDADE
DE CONTEÚDO E CURTA CARGA HORÁRIA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Física

F585a Fiuza, Robney Freitas

Análise das concepções espontâneas e da mudança conceitual de alunos de graduação: estudo de caso de uma disciplina de eletricidade com grande densidade de conteúdo e curta carga horária / Robney Freitas Fiuza. – Fortaleza, 2015.

56 f. : il. enc.; 30 cm.

Monografia (Graduação em Física) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física, Curso de Licenciatura em Física, Fortaleza, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.

Inclui bibliografia.

1. Física - estudo e ensino. 2. Estratégias de aprendizagem. 3. Software educacional.
I. Coelho, Afrânio de Araújo. II. Título.

CDD 530.07

ROBNEY FREITAS FIUZA

**ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS E DA MUDANÇA
CONCEITUAL DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO: ESTUDO DE CASO DE
UMA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE COM GRANDE DENSIDADE
DE CONTEÚDO E CURTA CARGA HORÁRIA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

Aprovada em 30 de Junho de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Primeiramente dedico essa conquista a Deus que sempre me fez buscar novos conhecimentos, e é o meu maior mestre.

Aos meus pais, Ubiratan e Luciene, pelo incentivo e amor, e a minha amada esposa Fernanda Fiuza por estar sempre ao meu lado me apoiando e encorajando para os novos desafios.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar também terão os meus eternos agradecimentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho, por toda ajuda e paciência na orientação durante a elaboração deste trabalho, sem os quais não teria sido possível a conclusão desta monografia.

Ao professor e ex-coordenador do curso de Licenciatura em Física Dr. Nildo Loiola Dias, por sua compreensão e ajuda em todos os momentos que precisei.

Ao professor e coordenador do curso de Licenciatura em Física Dr. Marcos Antônio Araújo Silva, por toda ajuda e pelas dicas valiosas para a melhoria deste trabalho.

Ao professor Alexandre Rocha Paschoal, pela oportunidade e apoio durante sua disciplina.

Ao meu irmão e amigo, Rubens Freitas Fiuza, pelo apoio de sempre, e por estar sempre disposto a ajudar nos momentos de maior necessidade.

Aos amigos de curso, que muito contribuíram de forma direta e indireta com o meu aprendizado.

Aos meus familiares, pelo apoio, incentivo e amor incondicional.

Muito obrigado.

“A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isso fica sendo a minha última e mais elevada descoberta.”

Isaac Newton

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, verificar se é possível a efetiva mudança conceitual de uma turma de alunos dos cursos de Agronomia e Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, na disciplina relacionada ao estudo de Eletricidade. Foi aplicada uma metodologia focada em simulações e aplicações de objetos de aprendizagem em sala de aula, em uma disciplina que possui alta densidade de conteúdo programático e curta carga horária. Metodologicamente, a pesquisa iniciou-se com uma busca das principais concepções alternativas referentes aos assuntos de Eletricidade, questões do pré-teste foram elaboradas e outras retiradas em literaturas existentes. Em seguida, ocorreu a aplicação de um questionário com o objetivo de coletar o maior número possível de alunos com concepções. Os resultados do pré-teste serviram de base para a orientação das aulas baseadas em simulações e para a criação de um pós-teste animado baseado no software *Flash*. O pós-teste animado confrontou em cada questão, as concepções iniciais encontradas no pré-teste com o conhecimento científico. Após a aplicação do pós-teste foram coletadas as respostas e analisadas individualmente para confrontar com as concepções iniciais e verificar se houve ou não alguma mudança conceitual. Concluiu-se, pelos resultados do pós-teste, que ocorreram mudanças conceituais e que a utilização de simulações e objetos de aprendizagem podem contribuir para uma efetiva mudança conceitual em disciplinas de Eletricidade com alta densidade de conteúdos e uma baixa carga horária.

Palavras-chave: Concepções Alternativas. Mudança conceitual. *Flash*.

ABSTRACT

This study aims to determine whether the effective conceptual change of a class of students of Agronomy and Fishing Engineering, Federal University of Ceará in the discipline related to the study of electricity is possible. A methodology focused on simulations and learning objects applications in the classroom in a discipline that has a high density of curriculum and short course load was applied. Methodologically, research began with a search of the main misconceptions regarding the electricity issue, pretest questions were prepared and further withdrawals in existing literature. Then there was the application of a questionnaire in order to collect the largest possible number of students with concepts. The pre-test results were the basis for the orientation classes based on simulations and to create an animated post-test based on Flash software, confronted excited post-test in each issue the initial conceptions found in the pre-test scientific knowledge. After applying the posttest responses were collected and individually analyzed to confront the initial concepts and verify whether or not some conceptual change. It was concluded, the results of the post-test that occurred conceptual changes and the use of simulations and learning objects can contribute to an effective conceptual change in electricity disciplines with high density content and a low workload.

Keywords: Alternative Conceptions. Conceptual change. Flash.

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. FÍSICA E ELETRICIDADE, CONTEXTO HISTÓRICO.....	11
3. CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS NO ESTUDO CIENTÍFICO.....	14
3.1 Mudanças conceituais.....	20
3.2 Concepções espontâneas: Estudos contemporâneos.....	24
4. METODOLOGIA.....	26
4.1 Tipo de pesquisa.....	26
4.2 Local da pesquisa.....	26
4.3 População e amostra.....	27
4.4 Critério de inclusão.....	27
4.5 Procedimentos éticos.....	27
4.6 Coleta de dados.....	28
5. RESULTADOS E ANÁLISE DA PESQUISA.....	33
5.1 Resultado do pré-teste.....	33
5.2 Apresentação das respostas dos alunos no pré-teste.....	35
5.3 Análise das concepções dos alunos obtidas através do pré-teste.....	42
5.4 Resultados dos alunos quando submetidos ao pós-teste.....	42
6. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE I.....	47
APÊNDICE II.....	59
ANEXO I.....	51
ANEXO II	54

1 INTRODUÇÃO

Os conhecimentos adquiridos pelos indivíduos no convívio em sociedade e na interação com o ambiente vão aos poucos construindo uma gama de conhecimentos empíricos. Esses conhecimentos não científicos são maneiras de conceber os conteúdos do saber, não estabelecendo oposição entre cultura científica e cultura popular; recebem o nome de ‘Concepções Espontâneas’ ou ‘Concepções Alternativas’.

Neste trabalho, investigou-se três concepções espontâneas relacionadas a Eletricidade: A concepção espontânea relacionada à Eletrostática; A concepção espontânea relacionada a diferença de potencial elétrico ‘ddp’ e a concepção espontânea relacionada a ligação de uma carga em um circuito elétrico simples.

Na tentativa de desmistificar algumas dessas concepções alternativas dos alunos, os professores enfrentam dificuldades, principalmente para que eles assimilem os conceitos corretos na sua estrutura cognitiva. Para ultrapassar essas barreiras, é necessário que o assunto a ser transmitido pelo professor, seja compatível com os conhecimentos já armazenados na estrutura cognitiva do aluno.

Para Hewson e Beeth (1995), é preciso conhecer o nível das concepções dos estudantes num dado momento. O que inclui, não apenas o conteúdo das concepções, como também as opiniões, sentimentos e atitudes a eles relacionados.

Luckesi (2011, p.94), explica que o professor precisa compreender o que os alunos dizem ou fazem, e que os alunos precisam compreender o que o professor lhes fala; pois essa comunicação entre alunos e professores permite que ocorra uma transferência de aprendizagem, quando o aluno passa a superar as suas visões confusas, contraditórias e passa a assumir uma visão mais coerente com os fatos científicos.

O ponto inicial deste trabalho será a identificação das concepções espontâneas dos estudantes, referentes aos conteúdos de eletricidade. Em seguida, verificar se as concepções espontâneas persistem, mesmo depois de serem utilizadas inúmeras simulações, e objetos de aprendizagem nas aulas durante o semestre.

Diante do que foi exposto, este estudo teve como objetivo analisar a ocorrência de mudanças conceituais e também se a aplicação de simulações e objetos de aprendizagem na disciplina de Física Fundamental, lecionada nos cursos de Agronomia e Engenharia de Pesca da UFC produzem efeitos positivos ao final do semestre.

Nessa perspectiva, os objetivos específicos foram: analisar as concepções alternativas dos alunos antes de iniciar uma disciplina com elevado conteúdo programático e curta carga horária; criar um pós-teste animado que confrontasse as concepções iniciais com os conhecimentos científicos e verificar se ocorreram mudanças conceituais através da metodologia expositiva de diversas simulações e objetos de aprendizagem de eletricidade.

Para este estudo, alunos da disciplina de Física Fundamental foram convidados a responder um pré-teste com questões encontradas na literatura e em pesquisas anteriores. Com os dados do pré-teste foram selecionadas diversas simulações de eletricidade e vários objetos de aprendizagem para serem utilizados de modo demonstrativo durante as aulas.

Ainda com base nos dados do pré-teste, foi criado um pós-teste animado em *Flash* para que fosse aplicado ao final da disciplina e confrontados com as concepções iniciais. A comparação dos dados do pré-teste com os dados do pós-teste permitiu fazer um diagnóstico das reais mudanças conceituais dos alunos.

A metodologia com aulas expositivas de simulações e objetos de aprendizagem fez-se necessário por se tratar de uma disciplina com grande quantidade de conteúdo programático, dessa forma também verificaremos a real contribuição desse recurso para o ensino, aprendizagem, e talvez, para uma efetiva mudança conceitual dos estudantes.

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos. No primeiro, foi feita uma revisão histórica da Física da antiguidade até a modernidade. Foram citados nomes de grandes físicos e suas contribuições do século XVII ao XIX, sendo inserida nesse contexto histórico e atual, a eletricidade; indispensável na vida moderna.

No segundo capítulo, abordamos um tema cada vez mais pesquisado: as ‘concepções espontâneas’, apresentando suas características e como esse “conhecimento popular” perde *status*, e o conhecimento científico ganha *status* através da mudança conceitual.

No terceiro capítulo, descreve-se a metodologia adotada para coletar os dados. Inicialmente, foram pesquisadas as principais concepções alternativas referentes ao assunto de eletricidade, e as seleções das questões existentes na literatura; em seguida aplicou-se o pré-teste elaborado. Com os resultados colhidos através do pré-teste, foi criado um pós-teste animado através do software *Flash*. Pós-teste este, contendo itens com concepções espontâneas e itens segundo o conhecimento científico. Os resultados do pós-teste foram analisados e confrontados com os resultados do pré-teste.

No último capítulo, foram descritos e comentados os resultados do pré-teste e pós-teste, após essa análise originou-se um diagnóstico de mudança ou não, das concepções espontâneas de acordo com o referencial teórico de estudo.

2 FÍSICA E ELETRICIDADE, CONTEXTO HISTÓRICO

Conceito e definição

Notoriamente a Física caracteriza-se como uma ciência que estuda as propriedades das matérias existenciais encontradas na natureza. O termo “Física” segundo Lima (2011, p. 88), tem sua origem no termo grego *physiké*, que significa natureza.

Todavia, devido à falta de um consenso entre seus estudiosos, encontrar uma definição conceitual para a física, talvez não seja uma das tarefas mais fáceis. Para o dicionário da língua portuguesa Houass, a física é uma ciência que investiga as leis do universo no que diz respeito à matéria e à energia. Já Cherman (2004, p. 10), a define como: o mundo e as leis que o regulam. Para Bem-Dov (1996, p. 11), “a física estuda os fenômenos naturais tal como eles correm no espaço e no tempo e os descreve por meio de teorias expressas em uma linguagem matemática”. Na definição de Peruzzo (2014, p. VII) “a física estuda uma grande variedade de fenômenos e tem como objeto desde o mundo absolutamente invisível até escalas tão grandes que não conseguimos nem imaginá-las”.

Física da antiguidade a modernidade

Possivelmente a física pode ter emergido em um período remoto da história da humanidade. Mas para alguns historiadores estão ligadas a muitas concepções da filosofia grega, razão pela qual a física tenha surgido em meio a pensamentos filosóficos sobre a origem da existência do homem e de tudo que existia no universo. Segundo Pires (2008, p. 13) “um grupo de pensadores na Jônia, nas costas do mar Egeu (atualmente Turquia), iniciou um questionamento sobre a natureza do mundo no qual viviam”. Essa curiosidade possivelmente tenha sido desperta por volta do século VI a.C. onde ainda, de acordo com Pires (2008, p.13,14) “procuravam explicações racionais para os fenômenos da natureza, tais como, terremotos, tempestades e eclipses. Queriam entender a origem e a natureza do mundo físico”.

Nesse amplo repertório de informações acerca da origem Física como ciência que pode explicar o existencialismo humano, cabe ressaltar mais um adendo relevante que pode ajudar na compreensão dos primeiros indícios dos fenômenos físicos naturais, que rodeia e que está embrionado desde os primórdios da vida humana, e que provavelmente sempre será parte da vida na terra.

É impossível dizer quando a física começou na história de nossa espécie, mas certamente foi na pré-história. Antes da linguagem escrita, da agricultura, talvez antes mesmo das primeiras organizações sociais. O homem primitivo já fazia física. Claro que ele não lhe dava esse nome nem sabia direito o que estava fazendo [...] o domínio do fogo, ponto crucial para o surgimento do que hoje entendemos como mundo civilizado, foi a primeira experiência física a causar impacto sobre os agrupamentos humanos – e isso antes mesmo de existir sociedade propriamente organizada. Nossos antepassados descobriram que o atrito gerava calor sem ter gasto uma noite sequer ponderando sobre forças dissipativas. Inventaram também a roda, o arado e o calendário. Cada passo rumo à sociedade tal como a conhecemos, era revestido de significados físicos; embora os inventores e descobridores pouco se importassem com isso (CHERMAN, 2008, p. 15).

Desde seu advento nos primórdios da existência do homem, a física também se desenvolve contribuindo no processo de evolução e transformações pela qual a humanidade tem passado ao longo dos tempos. Além da física antiga, podemos classificar a física em mais dois períodos: a clássica e a moderna. Onde a física clássica, segundo Oliveira (2005, p. 2) “é basicamente o conteúdo da obra de dois homens: o inglês Isaac Newton, e o escocês James Clerk Maxwell”.

Com isso as ideias de antigos físicos se modernizaram principalmente a partir das descobertas de Max Planck que deu início aos estudos da física quântica, e Albert Einstein que formulou a teoria da relatividade. O que conhecemos como física moderna é de acordo

com Moura (2011, p. 206) “o conjunto de descobertas revolucionárias que aconteceram nos primeiros anos do século XX. Estas novas ideias vieram a complementar a física vigente na época, que era baseada nas Leis de Newton do século XVII, e no eletromagnetismo do século XIX”.

Eletricidade

A eletricidade faz parte de nossa vida cotidiana, sem ela nos dias de hoje não seríamos capazes de sobreviver por muito tempo. Presente em tudo que garante nossa existência, seja nos grandes centros urbanos ou no campo, seja nas grandes e pequenas indústrias ou na agricultura. É muito difícil pensar em nossa evolução sem a presença da eletricidade.

A esse respeito elucidamos aqui algumas questões mitológicas sobre a origem e o surgimento da eletricidade. Ao contrário do que costumeiramente nos ensinam nas escolas, a nível secundário, a eletricidade é tão antiga quanto os primeiros cálculos matemáticos inventados pelo homem e que temos notícia. Em uma idade remota ela foi descoberta primeiramente pelo gregos.

Em 600 a.C., Tales de Mileto observou um fenômeno interessante com o âmbar (resina natural). O âmbar, chamado pelos gregos de *eléktron*, quando atritado contra a pele de um animal como o gato, por exemplo, adquiria a capacidade de atrair pêlos, fios de palha e penugens. Esse fenômeno, muito conhecido hoje, passou séculos sem ser incluído em nenhum campo de estudo da ciência [...] o estudo sistemático desses fenômenos foi retomado por volta de 1600. O inglês William Gilbert foi o primeiro a utilizar o termo elétrico, derivado do grego *eléktron*. Ele verificou que certas substâncias, ao serem atritadas, tal como o âmbar adquiriria a capacidade de atrair objetos leves. Hoje sabemos que se trata de fenômenos de eletricidade estática. Essa propriedade interessou o alemão Otto von Guericke que construiu uma máquina eletrostática com o qual verificou que a eletricidade podia passar de um campo para outro [...] em 1729, outro inglês, Stephen Gray ao fazer experiências com materiais constatou que a eletricidade podia ser conduzida em um fio, dependendo do material do qual este fio era feito. Assim surgiram as conhecidas denominações de: condutor para os metais como o cobre, a prata e o ferro; e isolante para o vidro, a borracha, a seda e a lã. Tais denominações de condutor e isolante correspondem a uma verificação experimental: quando um corpo carregado é conectado a outro, por um fio de material condutor, o outro se torna carregado. Mas sendo o fio de material isolante, isto não ocorre (BURATTINI, 2008, p.45).

O inventor Benjamin Franklin ao fazer experimentos com garrafas de Leyden¹ formulou a teoria de que a eletricidade constitui-se em um elemento que pode ser encontrado em qualquer material e em diferentes proporções. Assim, discordando com o que já havia sido

¹ É um dispositivo que armazena cargas elétricas; foi o primeiro modelo de capacitor: um componente de circuitos elétricos composto por duas placas separadas por um dielétrico que armazenam cargas opostas.

postulado por Tales de Mileto. Para Benjamin Franklin, segundo Pires (2008, p. 267), “a eletricidade não era criada pelo atrito, afirmou. Mas sim, transferida de um objeto para outro: a quantidade total de eletricidade permanecia constante”.

Partindo de um princípio de que muitas histórias acerca de quem descobriu a eletricidade ainda seja uma incógnita, e talvez isso contribua com o conhecimento empírico ou as concepções espontâneas com relação a eletricidade por parte de calouros acadêmicos dos cursos de física ministrados pelas universidades brasileiras. Por exemplo, Cerveny (2006, p. 105, grifo nosso) afirma que, “pelé tem uma historia interessante a esse respeito. Nome de batismo: Edson, por causa do **inventor da eletricidade**, entre outros inventos”. Em nosso entendimento essa afirmação faz referência a Thomas Edson, como o inventor da eletricidade.

3 CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS NO ESTUDO CIENTÍFICO

O senso comum acompanha o homem desde seu nascimento, evoluindo de acordo com o meio em que se encontra inserido. Onde internaliza conceitos sobre determinadas coisas herdadas muitas vezes dos familiares mais próximos, ou da convivência social com outros, independente do grau de parentesco. Assim vai aos poucos construindo uma gama de conhecimentos empíricos. Todavia, de acordo com Moraes (2000, p. 11) “grande parte destes conhecimentos é tácita, de caráter pessoal e implícito. A partir de uma exploração do significado de teorias implícitas e dos processos de sua construção passa-se a estabelecer algumas comparações com as teorias científicas”.

Esses conhecimentos dominantes não científicos agem sobretudo nos processos de atividades mentais de maneira popular e conecta-se em torno de múltiplos interesses sociais. Tornando inexequível a estruturação do conhecimento através de explicações e experimentações lógicas. Nesse sentido o senso comum torna-se contraditório, pois segundo Gramsci (1979) citado por Hengemühle (2014, p. 66) “se constitui num amálgama integrado por elementos implícitos na prática transformadora do homem de massa e por elementos superficialmente explícitos caracterizado por conceitos herdados da tradição ou veiculados pela concepção hegemônica e acolhida sem crítica”.

O conhecimento comum sobre as coisas ou fatos é construído de explicações baseadas em orientações projetadas cognitivamente e associada com as práticas vivenciadas por indivíduos comuns no cotidiano da vida diária, ou seja, a verdade ou o conceito sobre certas coisas ou fenômenos é consequência de tudo que envolve o ser humano em sua vivência ao

longo da existência. E a sua verdade sobre os fatos estabelecidos surge a partir de seu conhecimento, tornando-o capaz de atribuir veracidade a ele, dando significados imaginários, e conceituando determinadas coisas por meio da vivência praticada no dia a dia de acordo com os acontecimentos, sejam naturais ou artificiais causados pelo próprio homem. Segundo Bianchetti e Meksenas (2008, p. 145) “desse modo, é possível admitir que o senso comum se fundamenta no fazer diário da pessoa em interação com o fazer diário daqueles que, igualmente, participam das unidades mais próximas das relações sociais”.

O senso comum também é chamado de empirismo, ambos possuem o mesmo sentido, e se constituem do conhecimento de forma direta e imediata a partir de um saber construído pelo raciocínio intuitivo ou adquirido por meio de ditos populares que se fundamentam em experiências dos acontecimentos vivenciados na vida diária do indivíduo comum. Segundo Ferrer e Alvarez (2005, p. 336) “o termo ‘empirismo’ deriva da palavra grega ‘*empeiria*’, que significa ‘experiência’. Como doutrina epistemológica, o empirismo afirma, em termos gerais, que o conhecimento provém da experiência e deve ser justificado mediante a verificação empírica”.

Nessa forma de compreensão não se norteia por nenhuma informação organizada e sistematizada de forma preestabelecida, pode se dizer que é um conhecimento obtido a partir de tentativas de possíveis acertos e erros ocorridos durante as observações sobre diversos temas ocorridos. Para Martins (2007, p. 18) “o homem comum tem consciência de si mesmo e do mundo material que o cerca, mas como não tem capacidade intelectual para entender o que percebe, vai adquirindo experiências pela observação, aprende outras com os semelhantes e, apesar de não ter explicações para os fatos”.

Nesse contexto a tentativa de fornecer explicações que revelem a verdade sobre algo é muito limitada e não seguem uma lógica convincente dentro de um padrão de racionalidade, onde o indivíduo diz que algo existe daquela maneira, porém não sabe informar porque se manifesta de tal forma. Para Borges (2007, p. 24) “racionalismo e empirismo são tentativas de compreender e explicar como acontece o processo de conhecer, a partir das relações estabelecidas entre sujeito epistêmico e o objeto do seu conhecimento”. De acordo com Silva (2005, p. 21) “o conhecimento empírico ou conhecimento vulgar é o conhecimento popular, obtido ao acaso, geralmente por conhecimento da experiência alheia e transmitida oralmente de uma pessoa para outra, de geração a geração”.

Uma exemplificação mais centrada sobre esse fato empirista ou de senso comum é a fala de (MARTINS, 2002) apud Martins (2007, p. 18) onde, “assim diz que a água do mar é

azul, mas não sabe por que, nem por que as chuvas chegam de acordo com a formação das nuvens, com as fases da lua; sabe que os corpos caem porque pesam, mas não sabe explicar por que isso acontece”. Na amplitude dessas discussões, o conhecimento segundo Borges (2007, p. 24) “não preexiste em nós, nem se encontra fora de nós, mas é construído pela interação do sujeito cognoscente com o objeto do conhecer. Por caminhos diferentes, sem comunicarem-se, dois grandes pesquisadores Piaget e Vygotsky chegaram a esta conclusão na mesma época”.

Todavia, tais conhecimentos empíricos ou de senso comum é inerente a todas as pessoas pelo menos até determinada época de suas vidas ou até quando passam a conhecer a verdade comprovada através de pesquisas sobre o existencialismo de determinadas coisas ou acontecimentos. Pois de acordo com as afirmações de Silva (2005, p. 21) “todas as pessoas têm conhecimento sobre o mundo, a vida, a natureza. Esses conhecimentos adquiridos mesmo sem realizar um estudo científico são conhecimentos empíricos, são aprendizados que acontecem ao acaso na vida de todos”.

É nesse formato de conhecimento que surgem as concepções espontâneas, ou seja, os conhecimentos prévios que antecedem a construção do saber científico. Onde esse conhecimento científico é visto como aquele que está adiante das vivências ou experiências vividas individualmente por qualquer pessoa para adquirir conhecimento e formular argumentos plausíveis que possam sustentar a veracidade de determinados fatos, buscando averiguar suas causas, seus efeitos e as leis que os regem.

No âmbito do conhecimento científico as verdades ou os conceitos errôneos ou equivocados são comprovados pela utilização de determinados procedimentos investigativos e de experimentações conhecidas como métodos científicos. Que de acordo com Martins (2007, p. 19) “se firmaram como os mais eficientes desde os tempos do Renascimento. Sendo ele considerado o início da verdadeira ciência”. Nesse molde conforme Ciribelli (2003, p. 35) “podemos dizer que a Ciência é um sistema de proposições rigorosamente demonstradas, constantes, gerais, ligadas entre si por relações de subordinação relativas a seres, fatos e fenômenos da experiência”.

Ao que concerne às concepções espontâneas não é uma característica apenas de indivíduos em fase adulta, as narrativas sobre os conhecimentos prévios ou aprendidos antes do conhecimento científico manifesta-se primeiramente na infância, onde a criança internaliza conhecimento por meio da vivência e a convivência com outras crianças e com os adultos que a cerca. De acordo com Smolka e Góes (1993, p. 101) “Vygotsky (1987) argumentava que as

concepções espontâneas infantis são por longo tempo não reflexivas, ou não conscientes, porque a atenção da criança está centrada no objeto a que o conceito se refere e não no ato de conceitualizar o objeto”.

Vygotsky também faz observações a cerca de seu pensamento sobre o desenvolvimento das conceitualizações com relação ao aprendizado de natureza científica, na exposição de suas ideias ele fornece fundamentação teórica diferenciando os conceitos científicos dos conceitos adquiridos no dia-a-dia. Contudo para Vygotsky, o conhecimento científico envolve dentre muitas coisas, de acordo com Oliveira, Dantas e De La Taille (1992, p. 32) “uma atitude mediada desde o início de sua construção, os conceitos científicos implicam numa atitude metacognitiva, isto é, de consciência e controle deliberado por parte do indivíduo, que domina seus conteúdos no nível de sua definição e de sua relação com outros conceitos”. Todavia, essa afirmação, de acordo com o entendimento Carvalho (2004, p. 83) “deriva de um pressuposto central na concepção de Vygotsky: a importância da função mediadora da linguagem nos processos psíquicos. Nesses processos, as operações do pensamento constituem o meio fundamental para a complexa atividade cognoscitiva humana”.

Nos estudos realizados por Jean Piaget e divulgados por meio de suas obras nos permite a identificação conceitual de um indivíduo como criador de seu próprio conhecimento e faz um relato circunstanciado do processo de edificação desse conhecimento. Também atenta para o continuísmo, bem como, para a evolução desse processo que fornece importantes subsídios para o entendimento na construção de todo um sistema de aprendizagem no ambiente de sala de aula e que colaboram na elaboração de variados conceitos empregados no ensino didático das ciências. Assim quando revelado que o aluno traz para o ambiente de sala de aula certas noções estruturadas por um pensamento lógico e com bastante coerência, resultado das atividades da vida diária, mas conforme Carvalho et al. (2004, p. 5) “diferente da estrutura conceitual lógica usada na definição científica desses conceitos, abalou a didática tradicional que tinha como pressuposto que o aluno era uma tábua rasa, que não sabia nada sobre o que a escola pretendia ensinar”.

As pesquisas envolvendo as estruturações formuladas por alunos sobre as concepções tornaram-se visíveis em meados da segunda metade do século XX, onde foram efetuados estudos sobre concepções espontâneas em várias áreas de conhecimento. Entre elas, segundo Carvalho (2004, p. 5) “na área do ensino de Física, tendo já aparecido na literatura dirigida aos professores livros e artigos sistematizando os resultados obtidos e mostrando as principais

concepções espontâneas encontradas nos conteúdos ensinados na escola fundamental e média”.

Durante a década de 1970 no Brasil, foram realizados os primeiros estudos investigativos com relação a determinados conhecimentos que o aluno se apropriou fora dos limites de sala de aula. Onde foram abordadas especialmente as concepções alternativas ou espontâneas levadas para dentro da sala de aula por esses alunos, e comparados com a especificidade do conhecimento puramente científico. Por meio desses estudos ficou caracterizada a preocupação de modo sistemático, da forma mais apropriada do aluno entender o que é equivocado ou fornecer a resposta cientificamente correta sobre determinados fenômenos ou fatos. Essas pesquisas, de acordo com Nardi, Bastos e Diniz (2004, p. 10) “permitiram um amplo mapeamento das ideias dos alunos em relação a inúmeros temas. Ideias dos alunos que não coincidam com o saber científico foram denominadas concepções, conceito ou ideias alternativas, ingênuas, intuitivas, espontâneas ou de senso comum”.

Nas pesquisas realizadas foram utilizadas várias técnicas para a coleta e a análise dos dados. Entre elas a adversidade social e cultural dos alunos envolvidos no estudo. Onde Santos (1991) segundo Nardi (1998, p. 28) “no intuito de estruturar uma caracterização geral das Concepções Alternativas, sistematizou sete itens que reuniriam os elementos básicos das mesmas”.

Nesse contexto os itens básicos relacionados à estruturação das concepções Alternativas ou Espontâneas ficaram assim sistematizados em dois momentos, onde o primeiro está enumerado de I a IV. Segundo Nardi (1998, p. 29).

I Natureza eminentemente pessoal; refere-se ao fato de que os indivíduos interiorizam de forma própria as experiências que vivenciam no mundo real, criando assim suas representações ou explicações particulares e distintas de uma pessoa para outra. II Natureza estruturada: ainda que espontâneas, as concepções não se caracterizam como estruturas frágeis e facilmente descartadas. Pelo contrário, mesmo que inicialmente possam ser simples, tendem a se tornar progressivamente mais gerais e complexas devido ao processo de organização constante que o indivíduo efetua com as informações que dispõe. III Esquemas dotados de certa coerência interna: muitas concepções dos alunos, se analisadas a partir da lógica da ciência, parecerão incoerentes, porém o que se propõe é que tais concepções estariam de acordo com uma estruturação lógica que a própria criança organizou e que, por isso, para ela teriam coerência e estariam corretas. IV Esquema resistente a mudanças: baseando-se justamente nas duas últimas características apresentadas, considera-se que as concepções alternativas estão profundamente arraigadas no indivíduo, não sendo, por essa razão, propensas a mudanças. Santos (1991), aponta como exemplo o trabalho de Driver & Oldhan (1986), onde os autores verificaram que, embora os alunos utilizassem corretamente os conceitos científicos em sala de aula, não o fizeram em outras situações fora do contexto escolar (NARDI, 1998, p. 29).

As concepções Alternativas ou Espontâneas ficaram assim sistematizadas no segundo enúmeradas de V a VII, de acordo com Nardi (1998, p. 29).

V Esquemas que perduram para além da aprendizagem formal: neste item, destaca-se o fato apontado por autores como Giordan (1978), Osborne & Cosgrove (1983 e Driver (1985), que verificaram um fenômeno denominado Efeito de Regressão, ou seja, o reaparecimento de concepções espontâneas que, em situações escolares anteriores, já haviam sido superadas pelos mesmos. Tal constatação demonstra a não superação efetiva dessas concepções em sala de aula, evidenciando simplesmente um mascaramento momentâneo. VI Esquemas pouco consistentes: tal característica se verifica pelo fato de os alunos usarem, muitas vezes, as mesmas concepções para situações que exigiriam explicações diferentes, ou ainda, usarem explicações distintas onde seria necessário usar a mesma. Esta evidente contradição, ou inconsistência, pode mostrar-se clara para o professor, porém, aos olhos do aluno, se estiver de acordo com o que ele considera uma estruturação lógica das suas ideias a respeito daquele assunto, certamente se mostrará correta e não contraditória. VII Paralelismo como modelo histórico da ciência: os diversos estudos desenvolvidos. Nos últimos anos, com relação às concepções espontâneas ou alternativas das crianças, sugerem uma possível aproximação entre essas ideias e os conceitos científicos que vigoraram em outros períodos da nossa história, sendo atualmente superados. Embora se trate de um ponto polêmico, muitos autores, como se poderá verificar no tópico a seguir, tomam esse paralelo entre a história da ciência e a aprendizagem em ciência como fio condutor para organizarem programas de Mudança Conceitual a serem desenvolvidos em sala de aula. Isso por acreditarem que a evolução das ideias dos cientistas, ao longo dos diferentes períodos da história, pode trazer contribuições relevantes para a evolução dos conceitos científicos a ser empreendida pelos alunos da escola (NARDI, 1998, p. 29).

Durante o período da década de 1980 surgiram novas preocupações relacionadas à fenomenologia das concepções alternativas, o que abriu precedentes para desencadear estudos que objetivavam o estabelecimento de algumas formas que pudessem por fim a falta de lógica e causar transformações nessas concepções, ou cederia o lugar para concepções mais coerentes com os conhecimentos da ciência. A partir daí neste mesmo período iniciou-se a construção de muitos trabalhos que tendenciaram a abertura de discussões sobre os processos mentais que levavam o indivíduo a mudança de conceito, bem como, a identificação da natureza do ensino aprendizagem que estimulasse a substituição das concepções alternativas que os alunos levavam para sala de aula por concepções adequadamente formuladas a partir do conhecimento científico. Essas concepções, conforme Caldeira (2009, p. 82) “foram objeto de estudo de muitos pesquisadores, dentre eles Posner e colaboradores (1982), que propuseram a ‘mudança conceitual’ – ou seja, a ‘substituição’ das ideias espontâneas por conceitos científicos – como objetivo final do processo de ensino e aprendizagem”.

3.1 Mudanças conceituais

Nos dias atuais a produção de conhecimento acerca de Mudança Conceitual não se limita apenas ao campo da capacidade de desenvolvimento dos processos que relativamente identificam um conhecimento dedutível e a resolução de uma tarefa ou de um determinado problema, ou seja, o desenvolvimento cognitivo. Mas sim, de uma visão universalizada sobre o modo de como estudar as visíveis transformações pela qual o conhecimento dos indivíduos, e as sistematizações teóricas das ciências, que ao longo dos tempos vem sendo vigorosamente desenvolvidas. Onde a terminologia denominada Mudança Conceitual parte de um princípio do conhecimento popular para o conhecimento científico, nas concepções de Hewson² e Thorley³ segundo Nardi (1998, p. 20) “a mudança conceitual é um processo em que a concepção alternativa do aluno perde *status* e a concepção científica apresentada pelo professor ganha status. As concepções que o aluno tende a conservar são aquelas que ele considera inteligíveis e proveitosas”.

Todavia, na linha de raciocínio de outros pesquisadores esta significação possui o mesmo sentido, porém, com a exposição literária diferente. Por exemplo, de acordo com Moraes (2000, p. 145) “segundo Schnetzler (1994), tem significado a transformação, ressignificação e, mesmo, substituição de concepções (crenças ou ideias ingênuas) por outras mais sofisticadas e aceitas pela comunidade científica”.

O conceito ou o entendimento empírico que o indivíduo carrega consigo sobre determinados assuntos construídos durante sua vivência fora do mundo científico pode não ser algo fácil para que seja mudado de forma repentina. Pois a aquisição dessas informações acerca de um assunto pode estar internalizado na mente do indivíduo, o que dificulta a mudança de conceito. E esse processo a mudança conceitual, de acordo com Carretero e Castorina (2012, p. 67) “é um processo de duas fases. A primeira fase, a da assimilação, é aquela na qual são empregados os conceitos existentes para interpretar os novos fenômenos. Nesta primeira fase, se agrega uma nova informação à estruturação de conhecimento do sujeito”. Nessa divisão de etapas na qual acontece a transformação conceitual do conhecimento os autores indicam como segunda etapa a fase de acomodação. Onde de acordo com Carretero e Castorina (2012, p. 68) “são substituídos e reorganizados os conceitos centrais das teorias do sujeito, para explicar de modo satisfatório os novos fenômenos que antes não podiam ser explicados”.

² Peter W. Hewson é Professor de Ciência da Educação da Universidade de Wisconsin-Madison.

³ N. Richard Thorley. Professor da Universidade de Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, Estados Unidos.

No mundo do conhecimento científico a sabedoria empírica ou experiências populares foram perdendo suas forças em meados do século XX. Todavia, as justificativas para a delimitação de datas específicas do início dessa mudança de um pensamento utópico, para o conhecimento real e concreto. Contudo, o que se percebe é que alguns pesquisadores ainda não entraram num consenso, haja vista, que esses movimentos nas afirmações de Moraes (2000, p. 147) “iniciou no final da década de 70, e a teoria da mudança conceitual originada a partir dele como modelo de ensino para lidar com estas concepções e modificá-las, tiveram implicações fundamentais no desenvolvimento desta área de estudo”. Entretanto, de acordo com Carretero e Castorina (2012, p. 64) “os termos ‘mudança conceitual’ ou ‘mudança cognitiva’ surgem pela primeira vez nos estudos psicológicos e educativos no começo dos anos de 1980 (Carey, 1985; Posner et al., 1982) e, desde então a influência dessas ideias não parou de aumentar”. Em conformidade com Nardi e Gatti (2005, p. 27) “a partir da década de 70, pôde-se observar entre os investigadores em Ensino de Ciências um grande empenho em estudar mais profundamente as noções prévias ao ensino formal que os estudantes trazem para a sala de aula”.

Mesmo não havendo esse consenso histórico acredita-se que o auge primário desse movimento de mudança conceitual tenha acontecido em meados da década de 1980. Período que começou a serem realizados estudos, abordando a consistência da mente humana em conceber ideias para questionar mudanças. Não só no âmbito das ciências como a matemática ou a física, mas também, em diversas áreas de conhecimento, como por exemplo, o estudo das artes. Nesse contexto, durante os anos de 1980, de acordo com Carretero e Castorina (2012, p. 64, 65) “começa a se desenvolver a pesquisa sobre o conhecimento ‘experiente’ e o conhecimento ‘novato’ ou seja, o foco de interesse é a comparação entre os indivíduos experientes em um campo do conhecimento e os que estão começando a se tornar peritos nesta área”. Durante esse período, conforme Nardi (2007, p. 275) “o argumento principal parecia ser o da busca de um caminho que facilitasse a mudança conceitual visando à superação das chamadas concepções alternativas”.

Não muito diferente da década de 1980, nos anos 90 também foram enfatizadas pesquisas com intuito de oferecer suporte pedagógico, no meio acadêmico e principalmente no ensino da ciência como forma subsidiária na abordagem de conteúdo científico. Os estudos realizados nesta época tinham por finalidade dispor de modo conjunto de vários princípios metodológicos de aporte, para uma ação didática de aceitação do conhecimento dos alunos acerca de suas concepções e sua capacidade de evoluir. Entre essas ações destaca-se, segundo

Caldeira e Araújo (2009, p. 24) “reflexões epistemológicas, estudos sobre resolução de problemas etc., em propostas de modelos de ensino, tais como o ensino por mudança conceitual, o ensino por pesquisa, o ensino por investigação-estruturação e o ensino baseado na noção de perfil conceitual”.

Muito embora os pesquisadores tenham criado um enorme arcabouço de estudos, cujos resultados indiquem metodologias e os meandros na busca pela concretização de mudanças de um conceito por parte de estudantes acadêmicos, segundo Santos (2002, p. 28) um dos principais aspectos para que haja mudança conceitual, “é a oportunidade de interação entre os estudantes e estes com seus professores. O processo de aquisição de conhecimento poderia ser entendido como uma estranha luta entre mestres e aprendizes para compartilhar significados e observações”. Para Castro et al. (2002, p. 130) “a mudança conceitual implica, portanto, em mudanças de ordem metodológicas e epistemológica (Gil Perez e Carrascosa, 1985). Esse processo é social. Dá-se no diálogo, na partilha de ideias com os colegas, nos confrontos de pontos de vista, nas negociações, etc.”.

A mudança das concepções ou do entendimento sobre algo por meio do senso comum vem sendo estudados há muito tempo por vários pesquisadores, dentre eles pode-se destacar os trabalhos de Posner e seus colaboradores. Que em meado da década de 1980, apresentaram propostas para promover a mudança conceitual, ou simplesmente, a troca ou a substituição das concepções espontâneas ou o conhecimento empírico por conceitos explicáveis por meio da ciência, e que possuía, de acordo com Caldeira (2009, p. 82) “como objetivo final do processo de ensino e aprendizagem, sugerindo que essa mudança seria a própria aprendizagem”.

Nesse contexto das mudanças conceituais, principalmente em acadêmicos calouros, vale ressaltar as teorias da base construtivista dos conhecimentos não científicos adquiridos no princípio do existencialismo, oriundos de um paralelismo da visão de Piaget e Vygotsky. A teoria de Vygotsky, por exemplo, advoga que os estímulos aos conhecimentos são provenientes das contribuições que acontecem no ambiente de convívio entre os indivíduos, e que nesse alicerce construtivo de determinados conhecimentos empíricos surgem a partir da convivência do sujeito com diversos objetos, onde pode tornar-se incluso, os livros, os acontecimentos cotidianos, o relacionamento com outras pessoas e a interação de atividades cooperativas entre os sujeitos.

Um dos conceitos mais conhecidos acerca da construção do conhecimento formulado por Vygotsky é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), onde é postulado que um

indivíduo adolescente, por exemplo, não consegue de forma autônoma dominar o conhecimento sobre determinado assunto. Ou seja, a dominância do conhecimento sobre determinada temática depende das informações que primeiro chega ao sujeito. Explicada de forma mais coesa a ZDP é, de acordo com Meira e Spinillo (2006, p. 191, 192) “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto”.

Diferente de Vygotsky, a construção do conhecimento na visão de Piaget segue uma cronologia do desenvolvimento biológico do indivíduo. Haja vista, que para ele os principais processos onde o indivíduo se apropria do conhecimento, são frutos da mudança cognitiva durante seu desenvolvimento. Onde essas fases no desenvolvimento desde o nascimento até a idade adulta ele denominou de estágios de desenvolvimento cognitivo. Ou seja, evolução da inteligência. Onde o primeiro estágio chamado de sensório-motor vai do nascimento até 2 anos de idade, nele a criança constrói seu conhecimento através das ações físicas. O segundo estágio é chamado pré-operatório vai de 2 a 7 anos, e nele o indivíduo começa a compreender o mundo por meio das representações mentais. O terceiro estágio é conhecido como operatório concreto e vai de 7 a 11 anos de idade, nessa fase o indivíduo já possui um raciocínio lógico. O último estágio criado por Piaget são as operações concretas, que vai de 11 anos até a idade adulta, no início dessa fase o indivíduo começa a raciocinar de forma mais abstrata, idealista e lógica. Ainda nessa perspectiva de desenvolvimento, Piaget enfatiza que tanto as crianças como os adolescentes se adaptam ao meio por via de dois esquemas chamados de assimilação e acomodação. Segundo Santrock (2012, p. 118) “assimilação é a incorporação de novas formações ao conhecimento já existente. Acomodação é a adaptação de um esquema às novas informações. Na acomodação, o esquema se altera”.

Na construção do conhecimento não científico por meio da vivência diária postulado por Piaget e Vygotsky também são passíveis de uma mudança conceitual.

Embora as duas teorias sejam construtivistas, a de Vygotsky é uma abordagem construtivista social que enfatiza os contextos sociais da aprendizagem e a construção do conhecimento através da interação social. Passando de Piaget para Vygotsky, a mudança conceitual é do individual para colaboração, interação social e atividade sociocultural (Gauvin, 2011). O ponto final do desenvolvimento cognitivo para Piaget é o pensamento operatório-formal. Para Vygotsky, o ponto final pode diferir, dependendo de quais habilidades são consideradas como mais importantes em uma cultura particular. Para Piaget, as crianças constroem o conhecimento transformando, organizando e reorganizando o conhecimento anterior. Para Vygotsky, crianças e adolescentes constroem conhecimentos por meio da interação social (Holzman, 2009).

3.2 Concepções Espontâneas: Estudos contemporâneos

O conhecimento empírico, o senso comum, as concepções alternativas ou concepções espontâneas de alunos calouros dos cursos de física ofertados pelas universidades brasileiras vêm sendo observados há bastante tempo. O exemplo disso são os estudos apresentados a seguir:

Estudo 01:

Uma pesquisa intitulada Concepções espontâneas em física: Calouros de um curso de licenciatura, realizado por Clement, Duarte e Fissmer (2010). Cujos todos os participantes eram calouros acadêmicos recém-ingressados em um Curso de Licenciatura em Física. Esta pesquisa tinha o intuito de mensurar as concepções alternativas conceituais que os acadêmicos possuíam com relação à mecânica e a eletrodinâmica.

Inicialmente os pesquisadores fizeram um levantamento junto aos acadêmicos, sobre vários tópicos relativos aos conceitos de mecânica e eletrodinâmica, para posteriormente, com a aplicação do teste comparar os resultados com algumas evidências manifestadas sobre o assunto proposto na literatura. No estudo de Clement, Duarte e Fissmer (2010), os autores elaboraram um instrumento de pesquisa composto por 07 questões (Ver anexo I), e aplicaram aos calouros acadêmicos da disciplina de Introdução à Física, do curso de licenciatura.

Após a aplicação do questionário teste e a comparação dos resultados com outros estudos encontrados na literatura, os pesquisadores concluíram dizendo que:

Constatamos que os alunos, mesmo já tendo passado por uma escolarização formal e estudado os princípios físicos investigados, utilizam concepções tidas como de senso comum para explicar as situações problematizadas. Portanto, reforçamos a posição de que as concepções espontâneas dos alunos não podem ser ignoradas durante o processo de escolarização, seja ele de ensino básico ou de nível universitário (CLEMENT, EDUARTE e FISSMER, (2010, p. 76).

Estudo 02:

Gravina e Buchweitz (1994), no Rio Grande do Sul fizeram um estudo chamado de Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade.

A pesquisa tinha por finalidade a identificação de concepções alternativas de acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Fundação Universidade do Rio Grande do Sul (FURG) envolvendo o conhecimento em circuitos elétricos elementares. A pesquisa se desenvolveu da forma seguinte:

1. Foi feita a identificação das concepções dos acadêmicos relacionadas com diferença de potencialidade elétrica e resistência elétrica.
2. Foi efetuada as atividade e estratégias de ensino com base no conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos envolvidos e das ideias 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.

Estratégias e materiais instrucionais foram preparados usando o conhecimento prévio dos estudantes e ideias de aprendizagem como uma mudança nas concepções dos estudantes (GRAVINA e BUCHWEITZ, 1994). O teste aplicado consistia em um questionário contendo 09 perguntas (Ver anexo II).

Neste estudo após o teste proposto ter sido aplicado aos alunos, foi concluído, segundo Gravina e Buchweitz (1994, p. 110) “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”.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como sendo de natureza bibliográfica e de pesquisa de campo, com método descritivo, onde o papel do pesquisador é apenas observar e registrar descrevendo os fatos ocorridos sem fazer interferência. O método descritivo, de acordo com Prodanov (2013, p. 52) “visa a descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume em geral, a forma de Levantamento”.

Neste estudo foi utilizada a abordagem quali-quantitativa. A pesquisa de abordagem quantitativa caracteriza-se pelo uso de quantificação na coleta e no tratamento das informações. Ela tem o intuito de garantir resultados e evitar distorções de análise e de interpretação, traduzindo em números as informações analisadas e dados coletados (REIS, 2008, p. 58). Na abordagem quantitativa, conforme Prodanov (2013, p. 128) “requer o uso de recursos e técnicas de estatística, procurando traduzir em números os conhecimentos gerados pelo pesquisador”.

Este método possibilitará avaliar se ocorreram mudanças conceituais nos alunos participantes da pesquisa, ao final da disciplina de Física Fundamental. Por tratar-se de uma disciplina com alta densidade de conteúdo e curta carga horária, durante as aulas foram utilizadas de forma exaustiva muitas simulações e animações para tentar uma efetiva mudança conceitual.

4.2 Local da pesquisa

A pesquisa de campo foi realizada nas dependências da Universidade Federal do Ceará – UFC, campus do Pici, localizado na Av. Mister Hull, 2977, na cidade de Fortaleza – Ceará.

4.3 População e amostra

Neste estudo participaram alunos de ambos os sexos pertencentes aos cursos de Agronomia, e de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará. Todos devidamente matriculados em seus respectivos cursos, e regularmente frequentando a disciplina de Física Fundamental, pertencente à matriz curricular de ambos os cursos.

Tabela 1 - Número de alunos que participaram do Pré-Teste e Pós-Teste

Tipo	Nome	Nº de Alunos participantes
Pré-Teste	Turma I	43
Pós-Teste	Turma I	07

4.4 Critérios de inclusão

Como critério de inclusão na pesquisa, foi observado na lista de chamada se todos os alunos que participariam do estudo estavam devidamente matriculados na disciplina dos cursos citados no subitem 4.3.

4.5 Procedimentos éticos

Todos os alunos na condição de voluntários foram informados da relevância de suas participações para o desenvolvimento da pesquisa, e que a qualquer momento poderiam desistir de participar do estudo sem sofrer qualquer penalidade na disciplina. Foi garantida a total preservação da identidade de cada um dos acadêmicos voluntários envolvidos na pesquisa.

4.6 Coleta de dados

Os dados coletados na pesquisa obedeceram (06) seis critérios metodológicos especificados a seguir:

Inicialmente foi feita uma pesquisa literária sobre concepções alternativas em Eletricidade, a escolha das concepções em eletricidade foi motivada por minha experiência de doze anos em sala de aula, ministrando aulas de Eletricidade e Eletrônica, e ao longo dos anos observei que alguns alunos carregam consigo algumas concepções espontâneas. O segundo passo, foi a escolha de algumas concepções para a criação de um pré-teste a ser aplicado aos voluntários participantes da pesquisa. A escolha de concepções em eletricidade foi feita com base em outras pesquisas anteriores de pesquisadores e revistas renomadas (Anexos I e II). O terceiro passo foi a elaboração e aplicação do pré-teste (Apêndice I), contendo três questões com base nas concepções de eletricidade escolhidas nas fontes de pesquisa indicadas pelo orientador e citadas nos Anexos I e II.

Dando continuidade ao trabalho, em nosso quarto passo, foi feita a elaboração de 3 questões animadas em Flash (Apêndice II), o Flash é um software de gráfico vetorial. Embora o mesmo suporte imagens bitmap e vídeos, é utilizado geralmente para a criação de animações interativas que funcionam embutidos em um navegador WEB em desktops, celulares, smartphones e tablets. Em cada questão elaborada, existem itens interativos, mas apenas uma concepção científica (Alternativa Correta) e uma concepção espontânea (Alternativa criada com base no pré-teste). No quinto passo, foi efetuada a aplicação das questões animadas desenvolvidas no flash, como um pós-teste, aplicado na Turma I. No sexto e último passo foi feita à análise dos dados.

Muito embora as literaturas sobre concepções alternativas e mudança conceitual sejam bem amplas, não foram encontradas muitas pesquisas correspondentes às concepções espontâneas em Eletricidade.

Com base no que foi pesquisado em testes já aplicados, foi elaborado um pré-teste com três questões de Eletricidade que envolveu os assuntos de eletrostática e eletrodinâmica. O pré-teste foi aplicado na Turma I quando estava iniciando seus estudos na disciplina de Física Fundamental, ministrada pelo Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho, que gentilmente cedeu momentos preciosos de sua aula para a aplicação do pré-teste, e posteriormente para a continuidade dos trabalhos.

Um total de 43 alunos dos cursos de Engenharia de Pesca e Agronomia participaram do pré-teste que foi aplicado em sala de aula, em um momento cedido pelo professor, antes do início da aula.

Em conformidade aos procedimentos éticos, à tabela 02 mostra somente as iniciais dos nomes dos alunos. A tabela 2 apresenta a questão que houve concepção espontânea por parte do aluno. Ver pré-teste (Apêndice I).

Tabela 2 - Questão do pré-teste que houve concepção espontânea por parte do aluno.

Aluno	Questão		
	1	2	3
A.B.C.B			
A.S.Q	X		
B.A.S			X
C.S.P		X	X
C.N.B			
D.A.S			
F.I.F	X	X	X
F.E.R			
G.V			
G.L.L	X		X
G.P.L			X
I.S			X
I.B.R	X	X	X
J.F(01)		X	X
J.F		X	X
J.N		X	
J.P.S.B			
K.L.C	X		X
L.C.M			X
L.J.P			X
L.M.S			
M.F	X		X
M.S.M			X
M.L		X	X
P.I.G			X
P.R.D			X
R.M.O	X		X
R.M			X
R.B(01)	X		
R.S			
R.B			
S		X	
S.W			X
S.D	X		
T	X		X
T.K		X	
V.R			X
V.S		X	X
V.D	X		
Y.V	X		
Y.K	X		X
W.O			
W.E	X		

Após listar todos os alunos que se enquadravam na pesquisa (Tabela 02), cada aluno recebeu uma letra do alfabeto português, e após o seu término, continuando com o alfabeto Grego. As letras foram utilizadas para maior simplificação, de modo que fosse fácil sua colocação dentro do diagrama de Venn, conforme tabela abaixo:

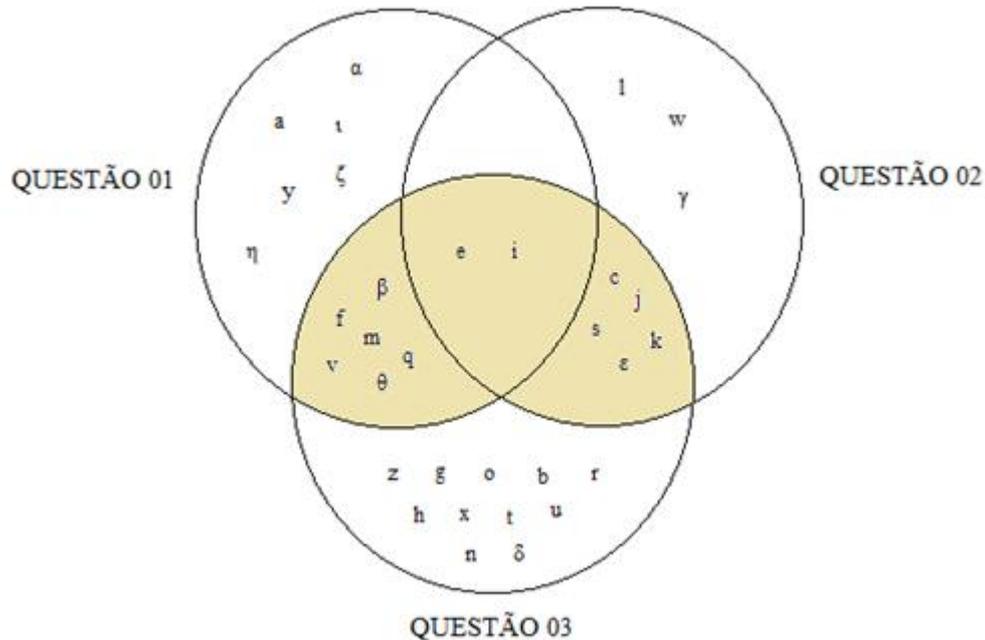
Tabela 3 - Identificação através de letras para cada aluno da pesquisa.

Iniciais dos Alunos	Letra
A.S.Q.	A
B.A.S.	B
C.S.P.	C
D.A.S.	D
F.I.F.	E
G.L.L.	F
G.P.L.	G
I.S.	H
I.B.R.	I
J.F. (01)	J
J.F.	K
J.N.	L
K.L.C.	M
L.C.M.	N
L.J.P.	O
L.M.S.	P
M.F.	Q
M.S.M.	R
M.L.	s
P.I.G.	t
P.R.D.	u
R.M.O.	v
R.M.	x
R.B.	y
S	w
S.W.	z
S.D.	α
T	β
T.K.	γ
V.R.	δ
V.S.	ε
V.D.	ζ
Y.V.	H
Y.K.	Θ
W.E.	I

O estudo e desenvolvimento da Estatística requer um planejamento organizacional, em razão da importância significativa de uma pesquisa. O matemático inglês John Venn, criou um sistema de representação de diagramas no intuito de determinar uniões e intersecções, facilitando a organização e interpretação de dados pesquisados.

Aproveitando-se da facilidade de utilização do diagrama de Venn, foi feito um diagrama para selecionar os alunos com maior número de concepções espontâneas para fazerem parte, no momento oportuno, do pós-teste.

Figura 1- Diagrama de Venn dos alunos com concepções espontâneas.



Fonte: Próprio autor

Através do diagrama de Venn foi possível fazer a seleção dos alunos que estão com duas ou mais concepções espontâneas, identificadas no pré-teste aplicado. As áreas mais escuras do diagrama representam os alunos que foram selecionados para serem acompanhados mais de perto durante toda a pesquisa.

Após aplicação do pré-teste e análise dos dados, iniciou-se a elaboração através do software Flash, de um pós-teste que contivesse questões com itens animados. Através das animações desenvolvidas, que fosse possível apresentarem a concepção espontânea e o conceito científico, de uma forma bem lúdica, ao final da disciplina. Dessa forma, será possível constatar algumas mudanças conceituais após um semestre de aulas ministradas com o auxílio de muitos objetos de aprendizagem e simulações de eletricidade.

No Apêndice II encontram-se imagens das telas do pós-teste que foram desenvolvidas no flash. A primeira questão aborda o assunto de eletrostática e possui três itens: A, B e C. Cada item, possui uma animação relacionada ao movimento das cargas elétricas que ocorrerá ao provocarmos a aproximação e conseqüentemente o contato das esferas condutoras. As esferas condutoras A e B de cada item, estão sobre bastões de vidro e

possuem uma base com rodinhas para fácil movimentação do conjunto, tornando bem real a animação. A questão tem o objetivo de identificar se o aluno reconhece que nos processos de eletrização e condução de corrente elétrica em meios sólidos, as cargas que se movimentam são os elétrons. Como concepção espontânea, espera-se uma resposta baseada na movimentação de cargas positivas.

A questão de número dois, também possui os itens A, B e C. Cada item elaborado possui um circuito elétrico mais completo, apresenta interruptores e vários voltímetros para a medição da diferença de potencial em diversos pontos do circuito.

Essa animação possui dois momentos distintos, no primeiro momento a lâmpada estará inicialmente apagada e será solicitado ao aluno que marque o item em que a indicação de tensão esteja correta em cada voltímetro.

No segundo momento da animação, a lâmpada estará acesa, também será solicitado ao aluno que marque o item em que os voltímetros estejam marcando os valores corretos de tensão em cada ponto do circuito. A questão proposta tem o objetivo de identificar se o aluno tem alguma concepção espontânea sobre a diferença de potencial 'ddp'. O aluno tem a crença de que a 'ddp' é considerada uma consequência da corrente elétrica, e quando a corrente é igual a zero, a ddp também é igual a zero.

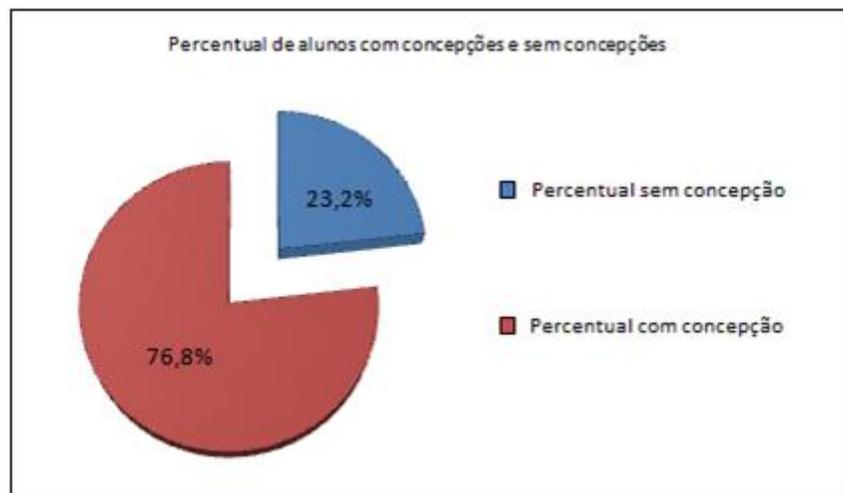
A última questão, questão número três, trata do assunto de eletrodinâmica e envolve conceitos básicos de circuitos elétricos, contém os itens A, B e C. Cada item possui uma animação relacionada à forma de ligação dos elementos básicos de um circuito elétrico, tais como: Gerador, Condutor e Carga. A questão proposta tem o objetivo de identificar se o aluno tem alguma concepção espontânea sobre um circuito elétrico simples, onde o mesmo precisa ter todos os seus componentes (Bateria, fios e lâmpada) ligados em série e formando um caminho fechado para que a lâmpada acenda. O aluno deverá marcar o item que representa a forma correta de ligação dos elementos do circuito. Na visão do aluno com concepção espontânea, espera-se como resposta a ligação da lâmpada fora do circuito fechado, ou seja, para que a lâmpada acenda é necessária apenas a circulação de corrente elétrica entre os terminais da pilha.

5 RESULTADOS E ANÁLISE DA PESQUISA

5.1 Resultados do Pré-Teste

Um total de 43 alunos respondeu ao pré-teste. Através da análise da tabela 02 e construção do gráfico abaixo, foram obtidos os seguintes resultados: 10 alunos (23,2%) não apresentaram nenhuma concepção espontânea, ou seja, não marcaram nenhum item das questões referentes a uma concepção espontânea esperada como resposta, conforme descrito na página anterior deste trabalho. No entanto, 33 alunos (76,8%) apresentaram concepções espontâneas.

Gráfico 1- Porcentagem de alunos que possuem e não possuem concepções espontâneas.



Fonte: Próprio autor

A tabela abaixo representa a quantidade de alunos com concepções espontâneas em cada questão do pré-teste aplicado.

Tabela 04 - Quantidade de alunos com concepções espontâneas por questão.

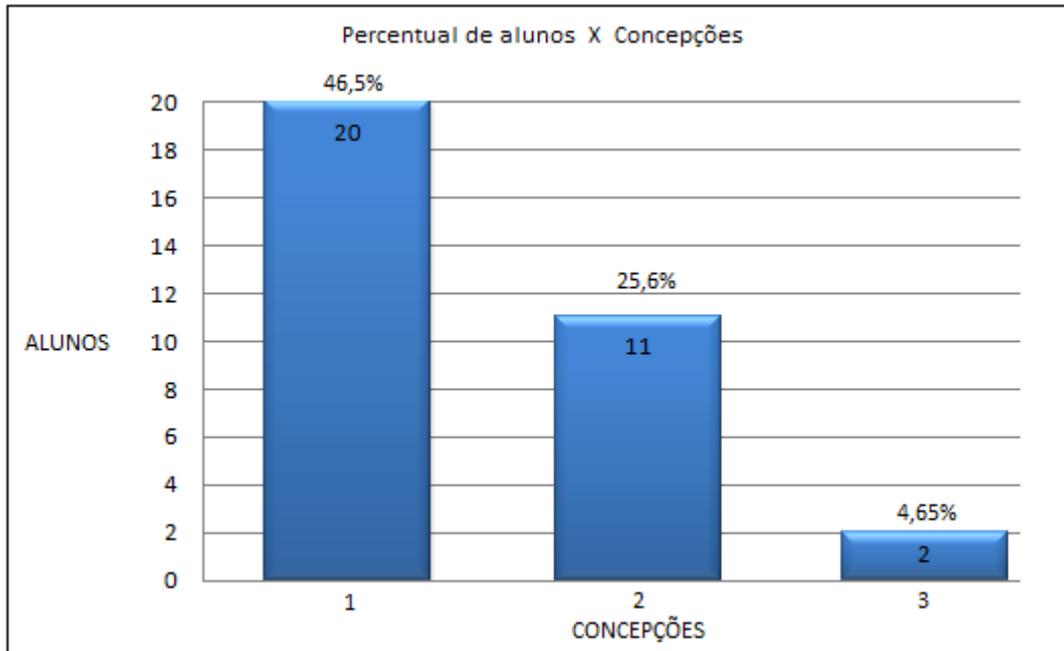
Questão	Nº de alunos com concepções espontâneas
1	14
2	10
3	24

Através do pré-teste e posterior análise da tabela 2, foram obtidos os seguintes resultados:

- 20 alunos (46,5%) do total de alunos participantes da pesquisa apresentaram apenas uma concepção espontânea.
- 11 alunos (25,6%) apresentaram duas concepções espontâneas.
- 02 alunos (4,65%) apresentaram três concepções.

No gráfico abaixo, temos a representação gráfica da quantidade de alunos com uma, duas ou três concepções espontâneas.

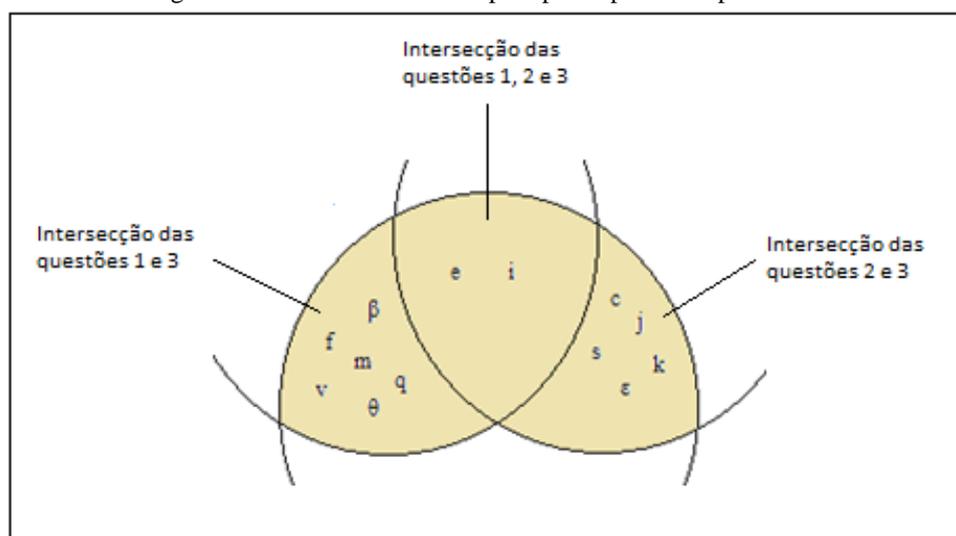
Gráfico 2 - Total de alunos *versus* quantidade de concepções espontâneas.



Fonte: Próprio autor

Utilizando-se do Diagrama de Venn (Fig. 02) foram selecionados os alunos que apresentaram concepções em duas ou mais questões, isso representa um total de 13 alunos, de acordo com as intersecções da figura abaixo.

Figura 2 - Alunos selecionados para participarem do pós-teste



Fonte: Próprio autor

Durante a aplicação do pós-teste, dos 13(treze) alunos que deveriam participar, apenas 07(sete) alunos estavam presentes na data de aplicação do mesmo.

5.2 Apresentação das respostas dos alunos no pré-teste

Os dados do pré-teste foram analisados na tentativa de compreender as explicações dos alunos e enquadrá-las nas concepções espontâneas já pesquisadas e esperadas como resposta (Ver pag. 32). A seguir, apresentam-se as respostas dos alunos da forma como foram escritas no pré-teste.

Quadro 1 - Resposta do pré-teste para o aluno c.

Aluno	Questão	Resposta
c	1	Movimento de elétrons de B para A , o corpo B ficará carregado positivamente porque os elétrons que estão dentro de B irão se mover para A que ficará Neutro.
	2	Chave aberta: Não, pois como o circuito está aberto não existe ddp, logo também não há resistência, sem corrente elétrica passando por ele. Chave fechada: Sim, pois existirá ddp. Logo irá ter resistência e correntes elétricas diferentes.
	3	Circuito C , o fio que sai do polo negativo vai transportar os elétrons até o polo induzido positivo, fazendo com que a lâmpada acenda.

Observa-se que na primeira questão o aluno “c” respondeu corretamente no que diz respeito ao movimento dos elétrons da esfera B para a esfera A, mas na distribuição de cargas errou ao dizer que a carga da esfera A será neutra após o contato. Na segunda questão, afirma que só existe ‘ddp’ se o circuito estiver com a chave fechada e circulando corrente elétrica. Na terceira questão, acredita que para a lâmpada acender é necessário simplesmente fazer com que uma corrente elétrica circule entre os polos positivo e negativo da pilha.

Quadro 2 - Resposta do pré-teste para o aluno i

Aluno	Questão	Resposta
i	1	Ocorrerá movimentação dos prótons e os elétrons ficam parados. A esfera B fica carregada positivamente.
	2	Chave aberta: existirá ddp entre os pontos a e b e não existirá entre os outros pontos. Chave fechada: Não existirá ddp entre os pontos a e b e existirá entre c e d e entre e e f , pois fechando a chave a corrente circulará.
	3	Circuito C , para acender a lâmpada os dois terminais podem ser conectados.

O aluno “i” afirmou que ocorreria movimentação de prótons da esfera B para a esfera A, e mesmo assim o corpo B ainda ficaria com carga positiva. Na segunda questão, com a chave aberta, o aluno afirma que existe ‘ddp’ entre os terminais da chave, mas não existe entre os terminais da pilha. Com a chave fechada, acertou em todos os pontos. Na terceira questão, o aluno afirma que para a lâmpada acender é necessário apenas unir os dois terminais da pilha.

Quadro 3 - Resposta do pré-teste para o aluno k

Aluno	Questão	Resposta
k	1	Elétrons de B para A , e B ficará eletrizado positivamente.
	2	Chave aberta: Não existirá ddp em nenhum dos pontos Chave fechada: Não existirá ddp entre os pontos a e b e existirá entre c e d e entre e e f .
	3	Circuito C , pois o movimento dos elétrons será pelos fios.

O aluno “**k**” acertou completamente a primeira questão ao afirmar que elétrons saem da esfera **B** para a esfera **A**, e o corpo **B** ficará eletrizado positivamente. Na segunda questão, a resposta dada é totalmente equivocada ao afirmar que não existe ‘ddp’ entre os pontos indicados, simplesmente pelo fato da chave estar aberta. Entretanto, acertou todos os itens relacionados a ‘ddp’ quando a chave estava fechada. Na terceira questão, o aluno afirma que a lâmpada acenderá apenas com a colocação do fio entre os polos positivo e negativo da pilha.

Quadro 4 - Resposta do pré-teste para o aluno q

Aluno	Questão	Resposta
q	1	Ocorre movimentação de prótons de A para B . B ficará eletrizado positivamente já que A é positiva, buscando assim uma estabilidade.
	2	Chave aberta: Existirá ddp entre a e b e não existirá nos outros pontos. Chave fechada: Não existirá ddp entre os pontos a e b , existirá ddp na lâmpada e não existirá entre e e f .
	3	Circuito C , ao unir os condutores a ddp vai fazer a lâmpada acender.

O aluno “q”, acha que é necessário um equilíbrio entre as esferas. Afirma que a esfera A doa prótons para a esfera B para que as duas fiquem com a mesma carga. Na segunda questão, é possível perceber que o aluno não sabe o conceito de ‘ddp’, e em nenhum dos circuitos aponta os pontos referentes à pilha como aqueles que possuem ‘ddp’. Na terceira questão, cita a pilha como a “possuidora” de ‘ddp’ e responsável pelo acendimento da lâmpada.

Quadro 5 - Resposta do pré-teste para o aluno s

Aluno	Questão	Resposta
s	1	Ocorre movimentação de elétrons de B para A . B ficará eletrizada positivamente. Esfera A atrai os elétrons que são negativos.
	2	Chave aberta: Não existirá ddp entre a e b e existirá nos outros pontos. Chave fechada: Existirá ddp entre os pontos a e b , existirá ddp na lâmpada e existirá também entre e e f .
	3	Circuito C , o fio utilizado na bateria serve para conduzir a corrente elétrica até a lâmpada.

O aluno “s” afirmou corretamente na primeira questão o que ocorre no processo de eletrização entre as duas esferas. Na segunda questão, o aluno acredita que para haver ‘ddp’ na chave, é necessário que a mesma esteja fechada e circulando uma corrente elétrica pela mesma. Na terceira questão, assim como os demais, acredita que a lâmpada acenderá apenas com a circulação de corrente entre os terminais da pilha.

Quadro 6 - Resposta do pré-teste para o aluno β

Aluno	Questão	Resposta
β	1	Ocorre movimentação de prótons de A para B porque A é positivo, se B também fosse positivo não haveria eletrização.
	2	Chave aberta: Existirá ddp entre a e b , não existirá entre d e c e existirá entre e e f . Chave fechada: Não existirá ddp entre os pontos a e b , existirá ddp na lâmpada e também existirá entre e e f .
	3	Circuito C , porque o fio vai fazer o transporte de elétrons entre uma extremidade e outra da pilha.

Na primeira questão, o aluno “ β ” afirma que a movimentação é de prótons e só ocorre porque **B** não é positivo também. Na segunda questão, o aluno acertou todos os pontos com a chave aberta e com a chave fechada. Na terceira questão, o aluno também acredita que é necessário apenas um caminho fechado entre os terminais da pilha para a lâmpada acender.

Quadro 7 - Resposta do pré-teste para o aluno ε .

Aluno	Questão	Resposta
ε	1	Ocorre movimentação de elétrons de B para A . B fica com carga positiva
	2	Chave aberta: Não existirá ddp entre os pontos, pois a chave está aberta, não há corrente elétrica. Chave fechada: Não existirá ddp entre os pontos, apesar da chave fechada o circuito está em série e não existe ddp.
	3	Circuito C , devido ao fio que sai do polo negativo e fica entre a pilha e a lâmpada havendo corrente elétrica e fazendo a lâmpada acender.

A primeira questão foi respondida corretamente pelo aluno “ ε ”. Na segunda questão, com a chave aberta, o aluno afirma que não existe ‘ddp’ porque não existe corrente elétrica. Logo em seguida, com a chave fechada, afirma que mesmo existindo corrente, não existe ddp porque é um circuito série. Na terceira questão, afirma que a colocação do fio entre os terminais da pilha já é o suficiente para a lâmpada acender.

5.3 Análises das concepções dos alunos obtidas através do pré-teste

Após análise das respostas dadas no pré-teste, foram encontradas exatamente algumas concepções esperadas. Na primeira questão, vários alunos responderam que o movimento das cargas entre as esferas se dá através da movimentação de prótons e não de elétrons. A primeira animação para o pós-teste foi elaborada na tentativa de apresentar o processo de eletrização por contato entre as esferas.

Para a segunda questão, a resposta que mais se assemelha a concepção esperada é de que só existe 'ddp' nos pontos questionados se existir corrente elétrica. A segunda questão animada, foi elaborada na tentativa de explicar a diferença de potencial nos diversos pontos do circuito nas duas alternativas possíveis: Quando o circuito está com a chave aberta e quando o circuito está com a chave fechada.

Na terceira questão, foi unanime a marcação do item C como respostas dos alunos, e era essa a resposta esperada como concepção. A terceira questão foi elaborada na tentativa de mostrar aos alunos, que para a lâmpada acender, é necessária à ligação correta dos terminais da lâmpada no circuito fechado, e não simplesmente um circuito fechado entre os terminais da pilha.

5.4 Resultados dos alunos quando submetidos ao pós-teste

Através da aplicação do pós-teste foram obtidos os seguintes resultados:

Questão animada 01 – Movimentação de cargas no processo de eletrização por contato:

Dos 07(sete) alunos participantes, 03(três) afirmaram no pré-teste que o processo ocorria através da movimentação de prótons entre as esferas. Observou-se que todos os alunos após análise do pós-teste, fizeram menção ao movimento de elétrons entre as esferas, e não mais ao movimento de prótons. Isso nos mostra que as aulas com animações foram eficazes na evolução nos conceitos dos alunos no conteúdo referente aos processos de eletrização.

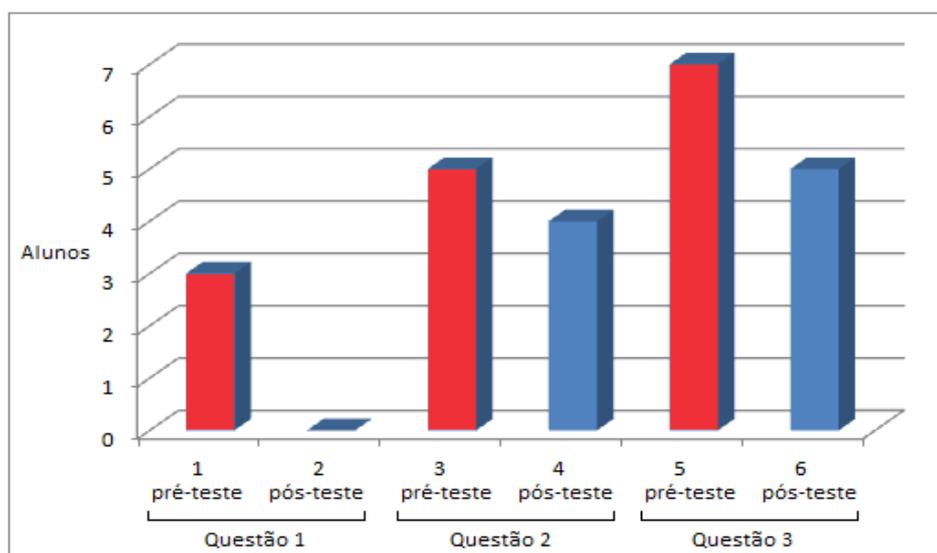
Questão animada 02 – Medição da ddp em diversos pontos do circuito:

Dos 07(sete) alunos participantes, apenas 01(um) aluno entre os 05(cinco) que erraram no pré-teste, acertou a questão no pós-teste. Os outros 04(quatro) alunos marcaram as opções erradas e não descreveram em suas folhas o motivo para que se pudesse analisar se houve alguma mudança conceitual.

Questão animada 03 – Ligação correta de uma lâmpada em um circuito elétrico simples:

Dos 07(sete) alunos participantes, todos eles tiveram a mesma concepção espontânea no pré-teste. Apenas 02(dois) alunos marcaram a opção correta referente à forma de ligação de uma lâmpada em um circuito elétrico que contem os elementos básicos para o acendimento da mesma.

Gráfico 3 – Quantidade de alunos com concepções no pré-teste e depois do pós-teste



Fonte: Próprio autor

Através da análise dos dados do pós-teste em comparação com o pré-teste, é possível observar que a quantidade de alunos com concepções espontâneas diminuiu. Houve uma maior mudança conceitual dos estudantes em algumas questões e uma menor mudança conceitual em outras, conforme o gráfico 3.

6 CONCLUSÕES

A proposta deste trabalho foi verificar se a utilização de simulações contribui de forma positiva para uma efetiva mudança conceitual ao final de uma disciplina que possui alta densidade de conteúdo e curta carga horária.

A interatividade e a participação mais ativa de cada aluno durante a apresentação das simulações tornou o ambiente de sala de aula mais dinâmico e mais propício a uma evolução dos conceitos de eletricidade.

Algumas dificuldades foram encontradas no momento da apresentação do pós-teste, por se tratar de uma tela cheia de animações, talvez isso tenha gerado um desconforto visual no primeiro momento, alguns alunos questionaram se existia de fato algum item correto na animação da primeira questão.

Os confrontos das respostas do pré-teste e pós-teste mostraram que em alguns conteúdos foi possível uma maior evolução dos conceitos científicos e uma real mudança conceitual, foi o caso da primeira questão em que todos os alunos passaram a falar sobre o movimento de elétrons no processo de eletrização entre as esferas. Em outras questões, observa-se uma baixa evolução nos conceitos científicos, isso se deve muito provavelmente ao tempo de aula muito curto em certos tópicos da disciplina, devido a alta densidade de conteúdo que deve ser ministrado no semestre.

A baixa evolução dos conceitos em alguns tópicos não pode ser creditada ao número de faltas dos alunos, uma vez que foi feita uma análise na lista de frequência e todos os alunos participantes estavam com o índice de presença igual ou superior a 85%.

A presente pesquisa constatou que a utilização de objetos de aprendizagem e simulações, auxilia de forma positiva na mudança conceitual dos estudantes de graduação. Através do presente estudo, e de outros do mesmo caráter no futuro, será possível gerar uma reflexão sobre a distribuição de conteúdos programáticos em disciplinas com curta carga horária e elevada quantidade de conteúdo a ser ministrado em um semestre.

Diante de tudo que foi exposto neste trabalho, constatou-se que as concepções espontâneas perderam *status* e o conhecimento científico ganhou *status* através da mudança conceitual. O ganho de *status* científico poderia ser maior, caso houvesse mais tempo de aula para alguns conteúdos dentro da disciplina de Física Fundamental dos cursos de Agronomia e Engenharia de pesca.

REFERÊNCIAS

- BEM-DOV, Yoav. **Convite à física**. Rio de Janeiro: Zahar, 1996.
- BIANCHETTI, Lucídio.; MEKSENAS, Paulo (Org.). **A trama do conhecimento: teorias, métodos e escrita em ciência e pesquisa**. Campinas, SP: Papirus, 2008.
- BORGES, Regina Maria Rabelo. **Em debate científicidade e educação em ciência**. 2º ed. ver. Ampl. Porto Alegre: Edipurs, 2007.
- BURATTINI, Maria Paula T. de Castro. **Energia: única abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2008.
- CALDEIRA, Anna Maria de Andrade (Org.). **Ensino de ciências e matemática II: Temas sobre a formação de conceito**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2009.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2004.
- CERVENY, Ceneide Maria de Oliveira. **Família e-**. São Paulo: Casa do psicólogo, 2006.
- CHERMAM, Alexandre. **Sobre os ombros de gigantes: uma história da física**. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.
- CIRIBELLI, Marilda Corrêa. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7 letras, 2003.
- CLEMENT, Luiz.; DUARTE, Diego A.; FISSMER, Sara F. **Concepções Espontâneas em Física: Calouros de um Curso de Licenciatura**. R.B.C.E.T., vol 3, num 2, mai./ago. 2010.
- FERRER, Jorge José.; ALVAREZ, Juan Carlos. **Para fundamentar a bioética: Teorias e paradigmas e teorias da bioética contemporânea**. São Paulo, SP: Loyola, 2005.
- GRAVINA, M.H.; BUCHWEITZ, B. **Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 16, nºs (1-4) 1994.
- HENGEMÜHLE, Adelar. **Desafios educacionais na formação de empreendedores**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- HEWSON, P. e BEETH, M. **Enseñanza para un Cambio Conceptual: Ejemplo de Fuerza y de Movimiento**. *Enseñanza de las Ciencias*, 1995.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da Educação**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- LIMA, Erondina Azevedo de. **Educação Científica & Física Ambiental**. Ed. Barauna, 2011.

MARTINS, Jorge Santos. **Projeto de pesquisa: Estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula**. 2 ed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores associados), 2007.

MORAES, Roque. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: 2000.

MOURA, Cássio Stein. **Física para o ensino médio: gravitação, eletromagnetismo e física moderna**. Porto Alegre: Edipucrs, 2011.

NARDI, Roberto (Org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras editora, 1998.

NARDI, Roberto.; BASTOS, Fernando.; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. **Pesquisas em ensino de ciências: Contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras editora, 2004.

OLIVEIRA, Ivan S. **Física moderna para iniciados, interessados aficionados**. Vol. I. São Paulo: Ed. Livraria da física, 2005.

OLIVEIRA, Marta Kohl de.; DANTAS, Heloysa.; DE LA TAILLE, Yves. **Piaget, Vygotsky, Wallon: Teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.

PERUZZO, Jucimar. **Física quântica: conceito e aplicações**. Ironi (SC), 2014.

PIRES, Antônio S.T. **Evolução das ideias da física**. São Paulo: Ed. Livraria da física, 2008.

PRODANOV, Cleber Cristiano.; FREITAS, Ernane Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. 2013.

SILVA, Mary Aparecida Ferreira da. **Métodos e técnicas de pesquisa**. 2 ed. ver. Atual. Curitiba: Ibpex, 2005.

SMOLKA, Ana Luisa.; GÓES, Maria Cecília Rafael de (Org.). **A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento**. Campinas, SP: Papyrus, 1993.

APÊNDICE I – Questionário (Pré-teste)



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

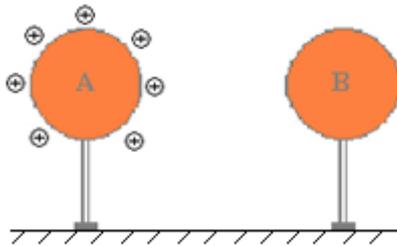
Centro de Ciências

Questionário para identificação de concepções alternativas em Eletricidade (Turma I)

Aluno: Robney Freitas Fiuza

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

01. Um condutor A eletrizado positivamente é colocado em contato com outro condutor B, inicialmente neutro.



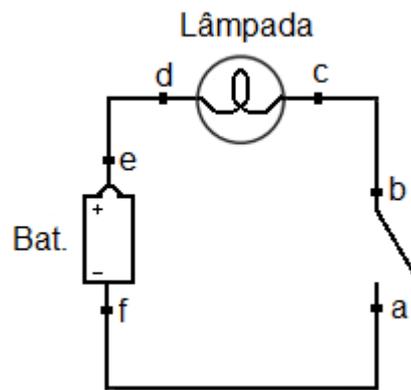
Durante a eletrização de B ocorre uma movimentação de prótons ou de elétrons? De A para B ou de B para A? B se eletriza positiva ou negativamente? Explique.

02. No circuito abaixo 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:

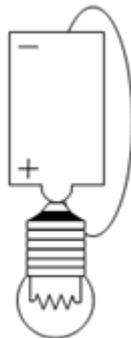
- Existe diferença de potencial entre **a** e **b**?
- E entre **c** e **d**?
- E entre **e** e **f**?



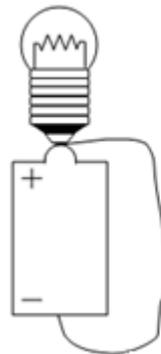
03. Qual dos desenhos abaixo representa um circuito elétrico em que a lâmpada acende?
Explique como a lâmpada acende no circuito escolhido por você.



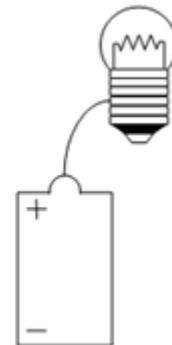
Circuito A



Circuito B



Circuito C



Circuito D

APÊNDICE II – Imagem das telas das animações desenvolvidas em Flash – (pós-teste).

The screenshot shows a web browser window displaying a Flash animation. At the top, it identifies the institution as 'Universidade Federal do Ceará Departamento de Física - UFC' and the student as 'Robney Freitas Fiuza'. The title of the animation is 'Concepções alternativas em Eletricidade'. The question text is: '3.2 Um condutor "A" eletrizado positivamente é colocado em contato com outro condutor "B", inicialmente neutro. Durante a eletrização de "B" ocorre uma movimentação de prótons ou de Elétrons? De "A" para "B" ou "B" para "A"? "B" se eletriza positivamente ou negativamente? Explique.' Below the question are three panels, A, B, and C, each showing two spheres on stands. Panel A shows sphere A with positive charges and sphere B with negative charges. Panel B shows both spheres with positive charges. Panel C shows both spheres with negative charges. Each panel has a play button. At the bottom, there are three buttons labeled A, B, and C, and an 'Imprimir' button. The student's name is entered in a field.

Fig 1. Animação da questão 01.

The screenshot shows a web browser window displaying a Flash animation. At the top, it identifies the institution as 'Universidade Federal do Ceará Departamento de Física - UFC' and the student as 'Robney Freitas Fiuza'. The title of the animation is 'Concepções alternativas em Eletricidade'. The question text is: '3. Qual das animações abaixo representa um circuito elétrico em que a lâmpada acende? Clique nos botões play para animar e assinale em sua folha o item correto.' Below the question are three panels, A, B, and C, each showing a battery and a light bulb. Panel A shows the battery and bulb connected in a simple loop. Panel B shows the battery and bulb connected in a loop with a switch. Panel C shows the battery and bulb connected in a loop with a switch that is open. Each panel has a play button. At the bottom, there are three buttons labeled A, B, and C, and an 'Imprimir' button. The student's name is entered in a field.

Fig 2. Animação da questão 03.

Universidade Federal do Ceará
Departamento de Física - UFC

Concepções alternativas em Eletricidade
Aluno: Robney Freitas Fiuza
Orientador: Prof. Dr. Afranio de Araújo Coelho
Questionário animado

3.1 Nos circuitos abaixo os interruptores das Lâmpadas estão inicialmente abertos.
O item que representa as medições corretas das tensões em cada Voltímetro é:
Obs: ligue todos os interruptores dos voltímetros.

Diagração e revisão técnica por:
Robney Freitas Fiuza-SENAI.Ce
Animado por: Fernandes- UFC-SENAI.Ce
fernandesfo@yahoo.com.br
13 de Maio de 2014

Lâmpadas Apagadas
 Lâmpadas Acesas

A B C

Opções

Aluno:

Imprimir

imprima em PDF e salve o resultado

13:03
28/10/2014

Fig 3. Animação da questão 02. (Lâmpada apagada)

Universidade Federal do Ceará
Departamento de Física - UFC

Concepções alternativas em Eletricidade
Aluno: Robney Freitas Fiuza
Orientador: Prof. Dr. Afranio de Araújo Coelho
Questionário animado

3.2 Nos circuitos abaixo os interruptores das Lâmpadas estão inicialmente fechados.
O item que representa as medições corretas das tensões em cada Voltímetro é:
Obs: ligue todos os interruptores dos voltímetros.

Diagração e revisão técnica por:
Robney Freitas Fiuza-SENAI.Ce
Animado por: Fernandes- UFC-SENAI.Ce
fernandesfo@yahoo.com.br
13 de Maio de 2014

Lâmpadas Apagadas
 Lâmpadas Acesas

A B C

Opções

Aluno:

Imprimir

imprima em PDF e salve o resultado

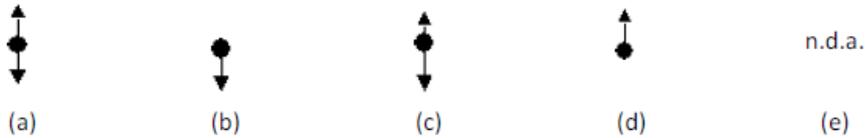
13:04
28/10/2014

Fig 3. Animação da questão 02. (Lâmpada acesa)

ANEXO I

Questões utilizadas para realização do levantamento de concepções espontâneas utilizadas por Clement, Duarte e Fissmer (2010).

1. Joga-se uma bola verticalmente para cima. Desprezando-se a resistência do ar, assinale a alternativa que melhor representa o esquema de forças que atuam sobre a bola, pouco antes dela atingir a altura máxima.



Grau de confiança na sua resposta: _____ .

2. Um homem empurra um caixote em um assoalho plano com uma força horizontal F . Sabendo que o caixote move-se com velocidade constante, pode-se afirmar que:

- (a) não existe atrito entre o assoalho e o caixote;
- (b) a intensidade da força de atrito entre o assoalho e o caixote é menor do que a intensidade de F ;
- (c) intensidade da força de atrito entre o assoalho e o caixote é igual à intensidade de F ;
- (d) intensidade da força de atrito entre o assoalho e o caixote é maior do que a intensidade de F .

Grau de confiança na sua resposta: _____ .

3. A força resultante sobre um objeto, que cai dentro de um lago de águas paradas, torna-se nula a partir de um determinado instante. Pode-se afirmar que, a partir desse instante, a velocidade do objeto:

- (a) é nula;
- (b) é constante;
- (c) cresce;
- (d) decresce.

Grau de confiança na sua resposta: _____ .

4. Um bloco de madeira é jogado, de baixo para cima, ao longo de um plano inclinado. Sabendo que o bloco chega até o ponto B, represente e identifique a(s) força(s) atuando sobre o bloco quando o mesmo passa pelo ponto A, durante a subida.



Grau de confiança na sua resposta _____.

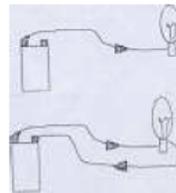
5. Um jogador de golfe dá uma tacada numa bola. Represente e identifique a(s) força(s) atuando sobre a bola quando ela está passando pelo ponto A da sua trajetória.



Grau de confiança na sua resposta: _____

6. Assinale com X qual das situações seguintes descreve corretamente o que ocorre com a corrente elétrica.

(a) A corrente sai de um pólo da bateria e se consome na lâmpada;



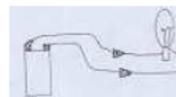
(b) A corrente sai de um pólo da bateria, passa pela lâmpada, e retorna menos corrente para a bateria, entrando pelo outro pólo;



(c) A mesma corrente que sai de um pólo da bateria, passa pela lâmpada, e retorna para a bateria, entrando pelo outro pólo;



(d) A corrente sai de ambos os pólos da bateria e se consome na lâmpada.



Grau de confiança na sua resposta: _____ .

7. Ao acionarmos o interruptor, com finalidade de acender uma lâmpada, observamos que esta acende imediatamente. Isso ocorre porque:

(a) as cargas elétricas, que constituem a corrente elétrica, se deslocam pelo fio com velocidade da luz;

(b) as cargas elétricas se deslocam pelo fio com enorme velocidade, mas sem atingir a velocidade da luz;

(c) ainda com que os elétrons se desloquem muito devagar pelo fio, a velocidade com que se desloca a energia elétrica é praticamente igual a velocidade da luz no vácuo;

(d) n.d.a.

Grau de confiança na sua resposta: _____ .

Observação Importante: Estas questões foram extraídas integralmente e/ou re-laboradas a partir dos seguintes trabalhos:

CARRASCOSA, J.; FERNANDEZ, I.; GIL, D. e OROZCO, A. Diferencias en la evolucion de las preconcepciones en distintos domínios científicos. Revista de Ensino de Física, São Paulo, v. 13, 1991.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em mecânica. In: Pietrocola, M. (org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC. 2001.

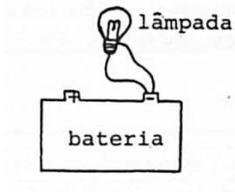
OSBORNE, R. e FREYBERG, P. El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de las “ideas previas” de los alumnos. Madrid: Narcea, 1998.

Fonte: R.B.C.E.T., vol 3, num 2, mai./ago. 2010

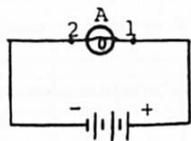
ANEXO II

Tarefas propostas na entrevista realizada por Gravina e Buchweitz (1994).

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



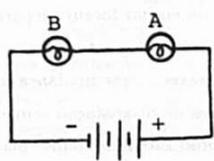
(a) Explique porque a lâmpada acende. (b) A corrente elétrica em (1) é maior, menor ou igual a corrente elétrica em (2)?



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

As lâmpada A e B brilham igualmente ou diferencialmente?

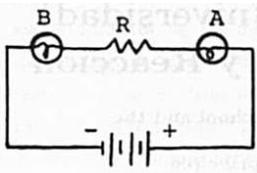
Compare o brilho da lâmpada A neste circuito com o brilho de A no circuito da figura (2).



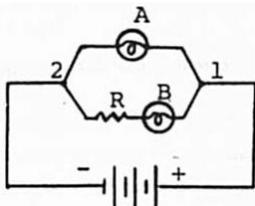
No circuito da figura (3), colocamos entre A e B um resistor com resistência R.

As lâmpadas A e B brilharam igual ou diferentemente?

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

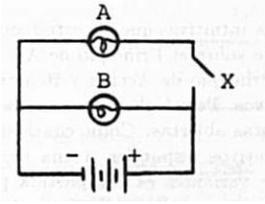


No seguinte circuito as lâmpadas A e B brilham com intensidade igual ou diferente?

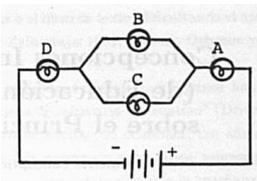


No seguinte circuito a chave interruptora X está inicialmente aberta.

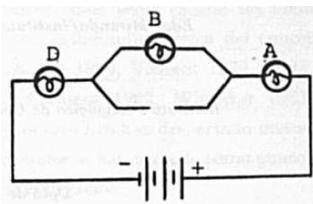
- A lâmpada A brilha ou não?
- E a lâmpada B? – Ao fecharmos a chave, o brilho da lâmpada B se altera ou não?



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



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



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:

