



Serviço Público Federal

Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências



Aprendizagem Significativa e Mudança Conceitual: utilização de um ambiente virtual para o ensino de Circuitos Elétricos na Educação de Jovens e Adultos.

Eliéverson Guerchi Gonzales

Campo Grande – MS

Maio 2011



Serviço Público Federal

Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências



Aprendizagem Significativa e Mudança Conceitual: utilização de um ambiente virtual para o ensino de Circuitos Elétricos na Educação de Jovens e Adultos.

Eliéverson Guerchi Gonzales

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Ricardo da Silva Rosa.

Campo Grande – MS

Maio 2011

“O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (saber) que envolve a interação entre as ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz e o “mecanismo” mental do mesmo para ele aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.”

David P. Ausubel

Dedico este trabalho à minha filha Samara
e ao meu avô paterno João Gonzales (*in
memorian*).

Agradecimento

Agradeço...

... aos meus pais, pela compreensão de não poder contar comigo em alguns momentos durante o período que me dediquei aos estudos.

... aos meus amigos pelos incentivos.

... aos alunos da segunda fase da EJA que participaram desta pesquisa.

... aos professores do Programa de Pós – Graduação em Ensino de Ciências da UFMS, em especial às professoras Ângela Zanon, Maria Celina, Shirley Gobara e ao professor Rodolfo Langi.

... à minha irmã, pelas noites em claro que passamos estudando, pelas discussões sobre meu trabalho e por outras colaborações imensuráveis.

... aos meus tio Valdecir e Marina, que me acolheram em sua casa assim que cheguei em Campo Grande.

... à diretora da escola Alice Nunes Zampiere, Vera Galvan, à diretora adjunta Márcia e à coordenadora da EJA Maria Izabel, que cederam a escola para realização desta pesquisa.

... aos meus colegas do grupo de estudo, Kamilla, Ronaldo e Victor pelas críticas, sugestões e incentivos.

... à minha namorada Aline, pela compreensão e pelas ajudas durante esse período.

... e um agradecimento especial ao meu orientador, professor Paulo Rosa, pela dedicação nas orientações, pelas discussões pontuais nas etapas mais difíceis da pesquisa e acima de tudo, por ter dado oportunidade desta pesquisa acontecer.

Resumo

Neste trabalho é apresentada a elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática que trabalhou os conceitos fundamentais de eletricidade para o entendimento dos conceitos de circuitos elétricos simples na Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escolha se deu por dois motivos: a falta de material destinado aos alunos da EJA que cursam o ensino médio e pelo fato de haver poucos trabalhos na literatura com foco nesta modalidade de ensino. A elaboração da sequência didática e das ferramentas de coleta de dados foi guiada pela Teoria da Aprendizagem Significativa. O material instrucional utilizado na sequência didática foi um Ambiente Virtual de Ensino (AVE), contendo assuntos relacionados aos circuitos elétricos simples. A lógica da elaboração do AVE teve por base os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Outro referencial que fundamentou o trabalho é o Modelo de Mudança Conceitual de Posner e colaboradores. Segundo este modelo, o aluno, ao se defrontar com situações nas quais suas concepções prévias não conseguem resolver, tende a buscar uma nova concepção para resolvê-las. A metodologia utilizada teve natureza qualitativa e quantitativa. Para isso, as duas salas da EJA de segunda fase da escola foram denominadas de grupo controle e grupo experimental. O grupo experimental utilizou o AVE para acessar o conteúdo, enquanto o grupo controle acessou o conteúdo no formato das aulas tradicionais. A coleta de dados ocorreu em três etapas: entrevista clínica semi-estruturada, teste dissertativo com imagens que representam os objetos reais dos circuitos elétricos simples e teste dissertativo com imagens dos circuitos representadas por símbolos utilizados na Física, antes e depois da aplicação da sequência didática proposta. Os resultados, tanto quantitativos quanto qualitativos, apontam uma diferença significativa dos pós - testes do grupo experimental em relação aos pós – testes do grupo controle, mostrando indícios de aprendizagem significativa pelo grupo que utilizou o AVE.

Abstract

In this work we report an investigation aimed to develop, implement and evaluate a teaching sequence in physics classes working the fundamental concepts of electricity to the understanding of the concepts of simple electrical circuits in the Education of Young and Adults. This choice has been made for two reasons: the lack of material intended for adult education students who attend high school and because there are few studies in literature with focus on this type of education. The instructional material used in the teaching sequence was a Virtual Teaching Environment (VTE). The Virtual Teaching Environment includes issues related to simple electric circuits and the logic of its development was found on the principles of progressive differentiation and integrative reconciliation. To prepare the teaching sequence and tools for data collection, we rely on the Meaningful Learning Theory. Another reference point basing this work is the Conceptual Change Model of Posner and colleagues. In order to evaluate the impact of the proposed teaching sequence on the students' learning of the subject we made use of qualitative and quantitative analysis. For this, two rooms in the second phase of Education of Young and Adult were divided into control and experimental groups. The experimental group had access to the content through the VTE, while the control group accessed the content in the format of the traditional classroom. Data collection occurred in three stages: semi-structured clinical interview, test dissertational with images representing the real objects of simple electric circuits and test circuits dissertation image represented by symbols used in physics. All tests were applied before and after instruction. These tests were designed to search for evidence to the promotion of meaningful learning and conceptual change in students' beliefs. The results, both quantitative and qualitative, indicate a significant difference in the post-tests of the experimental group in relation to the post-tests the control group which points out to the positive effect of the proposed teaching sequence in to develop significative of learning by the experimental group.

Sumário

1	Introdução	13
2	Referencial Teórico.....	19
2.1	Modelo de Mudança Conceitual.....	19
2.1.1	Primeiro Modelo de Mudança Conceitual.....	19
2.1.2	Revisão da Teoria da Mudança Conceitual	22
2.1.3	Críticas ao Modelo de Mudança Conceitual.....	23
2.2	Teoria da Aprendizagem Significativa	25
2.2.1	Princípio da assimilação	26
2.2.2	Aprendizagem Significativa	28
2.2.3	Aprendizagem Receptiva versus Aprendizagem por descoberta.....	29
2.2.4	Aprendizagem Receptiva Significativa	29
2.2.5	Aprendizagem Mecânica	33
2.2.6	Condições para ocorrência da Aprendizagem Significativa.....	33
2.2.7	Organizador prévio	35
2.2.8	Papel do professor.....	35
2.2.9	Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa	37
2.2.10	Aprendizagem Significativa Crítica	37
3	Revisão da bibliografia.....	42
3.1	Teoria da Aprendizagem Significativa	42
3.2	Circuitos elétricos.....	44
3.3	Uso da informática no Ensino de Física.....	46
4	Material e métodos	51
4.1	Ambiente Virtual de Ensino	52
4.2	Estrutura do AVE	55
4.3	Delineamento da pesquisa.....	60
4.4	Procedimentos da pesquisa com o grupo experimental	63
5	Análise dos Resultados	70
5.1	Análise dos testes subsunçores.....	70

5.2	Análise quantitativa dos questionários.....	71
5.3	Análise qualitativa dos dados.....	73
5.3.1	Análise das entrevistas.....	73
5.3.2	Análise dos questionários I do pré-teste e pós – teste.	79
5.3.3	Análise dos questionários I do pré-teste e pós – teste.	83
5.4	Atividade experimental.....	88
6	Conclusões.....	90
7	Referências.....	93
8	Apêndices.....	100
8.1	Apêndice A – Questionário I pré – teste.....	100
8.2	Apêndice B – Questionário pré – teste I.....	106
8.3	Apêndice C – Teste subsunçores.....	113
8.4	Apêndice D – Planos de aula.....	118
8.5	Apêndice E – Guias de navegações.....	130

Lista de tabelas

Tabela 5.1. Resultado da fidedignidade dos questionários do pré – teste e pós – teste.
..... 71

Tabela 5.2. Análise do resultado do pré – teste I do grupo experimental e grupo controle 71

Tabela 5.3. Análise do resultado do pré – teste II do grupo experimental e grupo controle 72

Tabela 5.4. Análise do resultado do pós – teste I do grupo experimental e grupo controle 72

Tabela 5.5. Análise do resultado do pós – teste II do grupo experimental e grupo controle 72

Lista de quadros

Quadro 3.1 Sínteses das concepções espontâneas e as dificuldades conceituais em circuitos elétricos.....	44
Quadro 5.1. Resultado do teste dos conceitos subsunçores do grupo experimental e grupo controle.....	70
Quadro 5.2. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à primeira tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.	74
Quadro 5.3. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à segunda tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.	75
Quadro 5.4. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à terceira tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.	76
Quadro 5.5. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à terceira tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.	77
Quadro 5.6. Análise das respostas da questão um do questionário I do pós-teste referente à primeira tarefa da entrevista.	80
Quadro 5.7 Análise das respostas da questão um do questionário I do pós-teste referente à primeira tarefa da entrevista.	81
Quadro 5.8. Análise das respostas da questão sete do questionário I referente à terceira tarefa realizada na entrevista.	82
Quadro 5.9. Análise das respostas da questão cinco do questionário I referente à quarta tarefa realizada na entrevista.	83
Quadro 5.10. Análise das respostas da questão três dos questionários II, referente à primeira tarefa da entrevista.	84
Quadro 5.11. Análise das respostas da questão três dos questionários II, referente à segunda tarefa da entrevista.....	85
Quadro 5.12. Análise das respostas da questão três dos questionários II, referente à terceira tarefa da entrevista.....	86
Quadro 5.13 Análise das respostas da questão cinco do questionário I referente à quarta tarefa realizada na entrevista.	87

Lista de figuras

Figura 2.1- Diagrama com as quatro maneiras que um aluno pode aprender uma nova informação.....	28
Figura 4.1 - Mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos simples.....	53
Figura 4.2- Página da seção sobre condutores ôhmicos.....	54
Figura 4.3 - O mapa conceitual no lado direito superior da tela faz o papel de <i>link</i> para promover a reconciliação integrativa.....	55
Figura 4.4 - <i>Layout</i> da simulação utilizada para buscar as concepções prévias dos alunos.....	57
Figura 4.5 - A bateria libera uma fumaça e um fluido de coloração verde para representar o aquecimento interno devido ao curto - circuito.	57
Figura 4.6 - Mapa conceitual das seções do conteúdo sobre circuitos elétricos simples.....	59
Figura 5.1. Simulação do aluno A _{e8} para cumprir a tarefa I no simulador.....	88
Figura 5.2. Simulação da tarefa proposta no quinto encontro do aluno A _{8e}	89
Figura 1.....	101
Figura 2.....	101
Figura 3.....	102
Figura 4.....	102
Figura 5.....	103
Figura 6.....	103
Figura 7.....	104
Figura 8.....	104
Figura 9.....	105
Figura 10.....	107

1 Introdução

No Estado de Mato Grosso do Sul, a Educação de Jovens e Adultos (EJA) é oferecida em nível médio gratuitamente pela Secretaria Estadual de Educação. A carga horária total, até o ano de 2009, era de 1.080 horas, divididas em duas fases de 540 horas. Eram oferecidas quatro aulas no período noturno, com duração de 45 minutos cada, sendo a frequência mínima exigida de 60 % durante os 180 dias letivos, conforme a Deliberação do Conselho Estadual Educação do Estado de Mato Grosso do Sul (CEE/MS 2001). No entanto, no término do ano de 2009, algumas mudanças foram feitas na legislação da EJA, as quais passaram a vigorar no início do ano de 2010. A carga horária do ensino médio passou de 1.080 horas para 1.200 horas, acrescentando uma aula na grade curricular diária, totalizando cinco aulas no período noturno. Além disso, a frequência mínima exigida foi mudada de 60 % para 75 % e a idade mínima para ingressar no ensino médio, que antes era de dezesseis anos, passou a ser dezoito anos (CEE/MS 2009).

Dentro da proposta curricular são destinadas duas aulas semanais de Física para cada fase da EJA. Os conteúdos propostos seguem basicamente os sugeridos para o ensino regular, com algumas alterações devido à redução da carga horária.

Na primeira fase, é trabalhada a História da Física, Cinemática, Dinâmica, Leis de Conservação, Estática e Ondulatória. Na segunda fase o ano letivo é iniciado com noções de Óptica, Termologia, Eletrostática, seguido da Eletrodinâmica, Eletromagnetismo e noções de Física Moderna.

A maioria dos alunos da EJA são alunos que abandonaram seus estudos no período propício para realização dos mesmos e, frequentemente, o retorno à sala de aula é uma necessidade para poder ter espaço no mercado de trabalho que se torna cada vez mais competitivo. A utilização da metodologia tradicional, entendida como aulas expositivas com o uso de recursos que se limitam ao uso de giz e lousa, é desmotivadora e não promove a Aprendizagem Significativa dos conceitos de Física, tanto para alunos do ensino regular quanto para alunos da EJA. Como o foco desta pesquisa é a modalidade de ensino EJA, há necessidade do desenvolvimento e avaliação de novas metodologias para o ensino voltado para a EJA (MERAZZI e OAIGEN 2008; KRUMMENAUER, 2009).

Por esse motivo, a escola necessita motivar esses alunos de modo que os levem ao interesse pelos conteúdos ensinados. Para que esse objetivo seja alcançado nas aulas de Física, em especial nas aulas que envolvem o conteúdo de circuitos elétricos, uma estratégia que

pode ser relevante é o aproveitamento das experiências e perspectivas de vida do aluno como ponto de partida.

A experiência de vida do aluno é fator importante nesta pesquisa, pois são pessoas que já tiveram, de maneira formal ou informal, acesso ao conteúdo programado a ser ensinado. A maneira formal pode ser entendida como o período em que o aluno frequentou a escola antes de abandonar os estudos. Outra condição em que o aluno da EJA pode ter contato de maneira formal com o conteúdo é por meio de cursos técnicos que são oferecidos na área de eletrotécnica e manutenção elétrica. Quanto à maneira informal, o aluno da EJA pode ter noções de circuitos elétricos devido suas experiências empíricas.

Segundo Merazzi e Oaigen (2008), os conhecimentos dos alunos, construídos em suas vivências dentro e fora da escola, podem, progressivamente, desenvolver situações de aprendizagem que exigirão reflexões cada vez mais complexas e diferenciadas para identificação de respostas, re-elaboração de concepções e construção de conhecimentos. Por isso, o professor precisa identificar aquilo que o aluno sabe e elaborar um material que seja potencialmente significativo de modo que facilite a aprendizagem do aluno, e essa, por sua vez, se torne significativa (AUSUBEL, 1980).

Para trabalhar com circuitos elétricos simples na EJA, foi elaborado um material instrucional com uso dos recursos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). *Os ambientes de aprendizagem com as TIC possibilitam a promoção, representação, a articulação entre pensamentos, a realização de ações e o desenvolvimento de reflexões que questionam as ações* (ALMEIDA, 2008).

Os conteúdos que compõem o material foram elaborados de tal maneira que pudessem ser relacionados com o cotidiano do aluno, pois fortalece o elo entre os conceitos aprendidos na escola com os fenômenos físicos envolvendo eletricidade que são encontrados em seu dia a dia. Isso não quer dizer que no ensino médio regular essa estratégia não deva ser utilizada.

Contudo, é sabido que apenas o uso do computador não garante a aprendizagem (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002). Por isso, o objetivo da pesquisa foi de verificar quais as possibilidades e limitações do uso de um Ambiente Virtual de Ensino (AVE) no ensino de circuitos elétricos simples.

O material instrucional produzido para ser utilizado durante a aplicação da sequência didática foi ambiente virtual de ensino e ficou disponível na Internet para os alunos do grupo experimental. A lógica pedagógica de organização do conteúdo encontrada no portal é

fundamentada no princípio da diferenciação progressiva e no princípio da reconciliação integrativa, propostos na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Outro aspecto de caráter pedagógico usado para elaborar o AVE fundamentado no Modelo de Mudança Conceitual de Posner e colaboradores. A estrutura desse modelo consiste em quatro etapas pelas quais o aluno passará para modificar suas concepções prévias em concepções científicas. Essas etapas são: insatisfação da concepção existente, plausibilidade, inteligibilidade e fertilidade da nova concepção.

Para provocar a insatisfação do aluno frente à sua concepção, os alu realizaram duas atividades em um simulador. Este simulador foi produzido para que o aluno pudesse construir circuitos elétricos, com objetos virtuais, que representavam os elementos reais dos circuitos elétricos como lâmpadas, fios condutores de eletricidade, fonte de energia elétrica e um interruptor.

As atividades propostas no simulador foram embasadas nas pesquisas de GRAVINA, e BUCHWEITZ (1994) e DORNELES (2006), que fizeram levantamentos das concepções alternativas em eletricidade. Na seção 4.2 do capítulo quatro será discutida a estrutura do simulador.

O Ambiente Virtual de Ensino (AVE) foi denominado deste modo porque o aluno estudou no mundo virtual situações de ensino que poderiam ocorrer em sala de aula. No AVE foram disponibilizados textos, animações, vídeos e simulações. A função das animações, simulações e dos vídeos foi de facilitar a abstração dos conceitos ensinados. Como exemplo, pode ser citada uma animação que mostra o comportamento dos elétrons livres em um fio condutor de eletricidade quando sujeito a um campo elétrico gerado por uma fonte de energia elétrica. Os cinco encontros com o grupo experimental foram realizados na Sala de Tecnologia Educacional (STE) da escola escolhida para o desenvolvimento da pesquisa, enquanto os encontros com o grupo controle foram realizados em sala de aula.

Foram utilizados dois questionários e entrevistas clínicas semiestruturadas como ferramentas para coleta de dados (GOUVEIA, 2007). O emprego dessas ferramentas propiciou a análise do nível de compreensão dos alunos quando colocados na mesma situação-problema. Os dois grupos responderam os mesmos questionários.

No primeiro nível de compreensão, o aluno participou da entrevista e nesta teve contato com os elementos concretos dos circuitos elétricos. No segundo nível de compreensão, o aluno respondeu um questionário, no qual as imagens representavam os elementos concretos dos circuitos elétricos. Por fim, no último nível de compreensão, o aluno respondeu outro questionário, no qual as imagens eram símbolos que representam os

elementos dos circuitos elétricos. A entrevista e os questionários foram aplicados antes e depois da instrução, tanto ao grupo controle quanto ao grupo experimental.

Esta pesquisa teve por finalidade investigar a eficiência de uma sequência didática que fora desenvolvida para ensinar o conteúdo de eletrodinâmica, particularmente, os circuitos elétricos simples.

Assim, esta pesquisa buscou investigar as contribuições que um Ambiente Virtual de Ensino, produzido à luz dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa e do Modelo de Mudança Conceitual, propiciou na aprendizagem de circuitos elétricos simples aos alunos da Educação de Jovens e Adultos.

Não é difícil encontrar na literatura trabalhos que foram realizados com o tema circuitos elétricos simples. Contudo, esta pesquisa não buscou apenas analisar as concepções espontâneas dos alunos da EJA em relação ao tema, ou a dificuldade de compreensão dos alunos frente aos formatos diferentes de situações-problema envolvendo circuitos elétricos. Esta pesquisa procurou mostrar as diferenças nas estruturas das concepções dos alunos de grupos que estudaram o conteúdo com a mesma sequência didática, mas com material instrucional diferente.

O uso do AVE como material instrucional para o grupo experimental partiu da escassez de materiais destinados aos alunos da EJA, principalmente para os alunos do ensino médio. A escola na qual a pesquisa foi aplicada não possui laboratório para práticas de ensino de ciências nem livros ou apostilas destinadas aos alunos da EJA do ensino médio.

Os alunos do ensino médio da EJA, diferentemente dos alunos do ensino médio regular, não recebem livros didáticos. Desta forma, o professor de cada disciplina precisa produzir materiais de ensino para serem utilizados em aula e, na maioria das vezes, os alunos precisam custear parte da reprodução desses materiais.

Em contrapartida a essa realidade, todas as escolas da rede estadual de educação de Mato Grosso do Sul têm uma sala de tecnologia, composta por computadores ligados em rede e com acesso a Internet. Os professores de cada disciplina podem utilizar a sala de tecnologia, desde que agendem com antecedência. Para cada período de funcionamento da escola há um professor disponível na sala de tecnologia. Esse professor tem como função dar suporte técnico durante as execuções das aulas.

De posse desse quadro, foi criada a possibilidade de construir um Ambiente Virtual de Ensino e assim utilizar os recursos disponíveis na sala de tecnologia. Esse Ambiente Virtual de Ensino (AVE) possui características singulares em sua estrutura, devido a lógica da elaboração.

A proposta foi confeccionar o AVE embasado nas características da Teoria da Aprendizagem Significativa e no Modelo de Mudança Conceitual. A prioridade quanto ao uso do AVE é favorecer a aprendizagem do conteúdo dos circuitos elétricos simples. Foram considerados aspectos ergonômicos e pedagógicos na produção do AVE, descritos no capítulo quatro desta dissertação.

As simulações dinâmicas¹ apresentadas nas primeiras páginas do portal serviram para provocar a insatisfação dos alunos frente às suas concepções sobre circuitos elétricos. O uso de animações serve para diminuir o nível de abstração de conceitos que exigem do aluno um alto grau de interpretação. Também foram utilizadas simulações para poder construir modelos de circuitos elétricos textos de apoio, exercícios e *links* que proporcionaram a navegação em outras páginas sobre o assunto abordado.

O ambiente virtual proposto, por necessitar do uso da Internet, apresenta outra característica que pode beneficiar o aluno da EJA: a descentralização. Com isso, o *locus* do ensino deixa de ser exclusivamente o ambiente da escola, podendo o aluno acessar o conteúdo de outro local que tenha sinal de Internet.

Segundo Eichler e Del Pino (2006), são encontrados recursos tecnológicos disponíveis para utilização em sala de aula que, tecnicamente, apresentam estruturas espetaculares relativos aos efeitos e *design*. No entanto, em sua maioria, esses recursos apresentam carências pedagógicas e nem sempre têm o foco no objetivo principal que é a aprendizagem de quem os está utilizando.

Veit e Teodoro (2002) ressaltam que o uso de novas tecnologias em cada área específica do conhecimento deve se adequar às orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

O uso da informática, ou outra ferramenta audiovisual, tem suas potencialidades no ensino, porém, cabe ao professor adequar à melhor maneira de sua utilização. Para isso, o professor deve procurar se capacitar para entender a parte técnica do recurso, planejar e utilizar o recurso como ferramenta pedagógica, não como um atrativo sem mínima relação com o conteúdo em questão (ROSA, 2011).

No AVE, os alunos foram norteados por um mapa conceitual que ficou disponível em todas as páginas. Esse mapa indicou aos alunos quais conceitos já foram estudados e qual

¹ Simulação dinâmica exige dos estudantes a criação de modelos ou, ao menos, a definição dos valores dos parâmetros de uma dada situação (GOBARA *et al*, 2002).

a sequência que isso ocorreu. Essa organização dos *links* nas páginas possibilitou aos alunos a promoção da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa (AUSUBEL, 1980).

O mapa conceitual é uma ferramenta para organizar de maneira hierárquica os conceitos que serão apresentados ao aluno, (ALMEIDA e MOREIRA, 2007) e pode também ser utilizado também como instrumento de avaliação (KRUMMENAUER e COSTA, 2009). A estrutura, em geral de um mapa conceitual é de diagramas bidimensionais que relacionam hierarquicamente os conceitos de uma disciplina (MOREIRA e ROSA, 1986).

No capítulo 2 serão apresentados os referenciais que nortearam a pesquisa, que foram a Teoria da Aprendizagem Significativa e o Modelo de Mudança Conceitual. No três foi destinado à revisão bibliográfica. Este capítulo foi dividido em três seções. A primeira seção trata dos resultados obtidos por pesquisas que utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico. A segunda seção aborda as pesquisas cujos objetos de pesquisa foram os circuitos elétricos e, por fim, a terceira seção tratará de resultados de trabalhos que usaram a informática no Ensino de Física.

A metodologia, AVE, o delineamento da pesquisa e as atividades realizadas com o grupo experimental serão descritas no capítulo 4. As análises dos resultados, tanto qualitativa quanto quantitativa, obtidos pelos grupos controle e experimental, serão apresentadas no capítulo 5. O capítulo 6 foi destinado para apresentar as conclusões.

2 Referencial Teórico

Os referenciais teóricos utilizados para embasar a pesquisa foram o Modelo de Mudança Conceitual, de Posner e colaboradores, e a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Na seção 2.1, serão apresentadas as etapas pelas quais o aluno deverá passar caso suas concepções prévias falhem ao tentar explicar o mundo (POSNER *et al.*, 1982). Embora as concepções prévias, que foram elaboradas devido às experiências empíricas do aluno com o mundo no qual está inserido, consigam explicar algumas situações referentes ao mundo no qual o aluno está inserido, essas concepções apresentam falhas em determinadas situações – problema que envolve níveis de compreensão mais elevados (DRIVER, 1973; VIENNOT, 1979; VILLANI, 1989). Na seção 2.2 serão descritas quais são as condições, segundo Ausubel (1980), para promover a aprendizagem significativa.

2.1 Modelo de Mudança Conceitual

O *Modelo de Mudança Conceitual (MMC)* foi um dos referenciais que deu embasamento à realização desta pesquisa. Nas próximas seções, será descrito como o modelo foi elaborado, quais as colaborações para sofisticar o modelo e as críticas recebidas quanto ao uso do MMC no ensino.

2.1.1 Primeiro Modelo de Mudança Conceitual

O Modelo de Mudança Conceitual (MMC) foi proposto por Posner e colaboradores no início da década de oitenta. A pesquisa realizada pelos pesquisadores foi direcionada para o mais amplo estudo das “falsas concepções” estudantis. Em trabalhos desenvolvidos por Driver (1973) e Viennot (1979) foi possível detectar a força dessas concepções em relação ao conhecimento do aluno.

Os autores do MMC buscaram fundamentar o trabalho na epistemologia da ciência e assim proporcionar a evolução das concepções prévias para uma concepção científica. A escolha da filosofia da ciência como embasamento da teoria foi devido ao modo como os modelos científicos mudaram ou foram modificados diante do impacto de novos modelos. A questão básica do modelo foi relacionada com a maneira que os estudantes mudam suas concepções sob o impacto de novas ideias ou novas evidências.

Os autores propõem, embasados na epistemologia da ciência, duas fases distintas para ocorrerem essas mudanças. A primeira parte da premissa de que o trabalho científico é feito diante do compromisso central do programa de pesquisa de Lakatos, que orienta uma estrutura para pesquisas futuras, seja de forma positiva ou negativa (CHALMERS, 1993).

Esses compromissos centrais definem problemas, indicam estratégias para lidar com esses problemas e especificam critérios para aceitação das possíveis soluções. A segunda fase ocorre quando esses compromissos centrais requerem modificação, ou seja, a investigação procede e o cientista precisa adquirir novos conceitos e um novo jeito de observar o mundo.

Para Kuhn, esse tipo de mudança envolve uma “revolução científica”. Para Lakatos, isso é um preço da estrutura dos programas de pesquisa. Segundo Chalmers (1993), a chave da teoria de Kuhn é a ênfase dada ao caráter revolucionário do progresso científico, uma vez que uma revolução implica no abandono de uma estrutura teórica e, em consequência, uma nova teoria é adotada.

Em Lakatos é encontrada a estrutura que orienta uma futura pesquisa, seja de um modo positivo, quanto negativo. O modo positivo compõe a maneira que a pesquisa deve ser desenvolvida no programa de pesquisa. Essa estratégia busca explicar fenômenos previamente conhecidos e prever novos fenômenos. O modo negativo propõe que as suposições básicas do programa de pesquisa tenham um núcleo irreduzível, de maneira a ser rejeitadas ou modificadas (CHALMERS, 1993).

Para os autores da Teoria da Mudança Conceitual, ao se deparar com uma nova situação o aluno usa dois mecanismos para buscar o entendimento. O primeiro consiste em utilizar os seus conhecimentos prévios. Com o não sucesso, o aluno busca redirecionar e reorganizar seus conhecimentos para conseguir o entendimento da situação.

O trabalho de Posner e colaboradores foi direcionado para o segundo mecanismo. Para construir o modelo, os pesquisadores levantaram duas questões. A primeira agrega as condições sobre as quais uma mudança radical da concepção toma espaço, ou seja, a forma com que os alunos deixam de utilizar suas concepções prévias.

A segunda busca o entendimento dos tipos de conceitos que tendem ao direcionamento do processo de mudança da concepção. Isso é, quais são os aspectos da ecologia conceitual² que direcionam a seleção de novos conceitos.

Para responder aos questionamentos, os autores propuseram quatro condições para a promoção da seleção de novos conceitos. Na primeira deve ocorrer a *insatisfação* do aluno quanto às suas concepções existentes. O aluno precisa ser colocado frente a uma situação na qual sua ecologia conceitual falha ao tentar resolver um problema, caso contrário o aluno não

² Ecologia conceitual é o conjunto de concepções, crenças e emoções que estruturam o conhecimento do aluno (HEWSON, 1981).

encontrará motivos para buscar mudanças em seus conceitos, pois os mesmos satisfazem suas necessidades.

Uma fonte principal da insatisfação é a anomalia. A cada momento que o aluno tenta assimilar uma experiência de seu mundo diário a uma concepção, e nessa tentativa não alcança o resultado esperado, esse aluno está frente a uma anomalia.

Contudo, algumas possibilidades podem influenciar a busca de uma nova concepção pelo aluno. Para Posner et al. (1982), a mudança conceitual se torna difícil se o aluno:

- rejeitar o problema;
- insistir em descobertas experimentais irrelevantes às concepções comuns de alguém;
- evitar o conflito da nova concepção junto à concepção existente;
- tentar assimilar a nova informação às concepções existentes.

A segunda condição sugere que o novo conceito deve ser *inteligível*. O aluno deve estar apto a entender como é estruturado o novo conceito para explorar as possibilidades inerentes a ele. Para o aluno considerar uma concepção alternativa, ele deve achá-la inteligível. A inteligibilidade é necessária, mas não equivalente ou suficiente para a mudança conceitual.

Por isso, além de inteligível a nova concepção deve aparecer inicialmente *plausível*. A plausibilidade é a terceira condição para a mudança conceitual. O novo conceito adotado deve ter a capacidade de resolver problemas que os conceitos da ecologia conceitual não conseguiram, caso contrário, não será uma escolha plausível. A plausibilidade é também o resultado da consistência de conceitos com outros conhecimentos.

Plausibilidade inicial pode ser pensada como uma etapa que antecede a nova concepção. Desta forma, aparecem pelo menos cinco caminhos pelos quais uma concepção pode se tornar inicialmente plausível:

- Encontrar a coerência com atuais crenças metafísicas;
- A concepção ser coerente com outras teorias ou conhecimentos;
- Concepção de ser coerente com experiências passadas;
- Criar imagens que combinam com o sentido de mundo;
- Deve ser capaz de resolver problemas relacionados à mesma.

Por fim, a última condição do primeiro Modelo de Mudança Conceitual proposta por Posner e colaboradores sugere a possibilidade que a nova concepção venha ser *fértil*. Assumindo a inteligibilidade e plausibilidade da nova concepção, esta precisará resolver anomalias aparentes. Para isso, o aluno tem que tentar ativamente mapear suas novas

concepções para o mundo, ou seja, ele deve tentar interpretar as novas experiências com o novo corpo de conhecimento adquirido e então a nova concepção parecerá fértil.

2.1.2 Revisão da Teoria da Mudança Conceitual

Após uma gama de críticas recebida, tanto pelos próprios autores quanto por outros pesquisadores, o Modelo de Mudança Conceitual passou por algumas revisões sendo representado no início da década de noventa do século XX (HEWSON, 1981; HEWSON e THORLEY, 1989; HEWSON, 1992; STRIKE e POSNER, 1992:);,

Segundo Strike e Posner (1992), as principais modificações no Modelo de Mudança Conceitual foram:

- A necessidade de conhecer a ecologia conceitual dos alunos, considerando seus motivos, objetivos, as fontes institucionais e sociais;
- Atuais concepções científicas e pré-concepções são partes da ecologia conceitual do aluno, portanto, devem ser vistas com outras componentes.
- As concepções científicas e concepções alternativas podem existir em diferentes modos de representações e diferentes graus de articulação;
- A necessidade do desenvolvimento da concepção do ponto de vista da ecologia conceitual;
- A necessidade da interação da concepção do ponto de vista da ecologia conceitual.

Strike e Posner indicam a necessidade de reforçar a interação entre a tendência de ver a ciência como uma interpretação racional e o ensino de Física.

Os elementos da ecologia conceitual (artefatos cognitivos, anomalias, analogias, metáforas, conhecimentos epistemológicos, conhecimentos metafísicos, conhecimentos em outras áreas de investigação e conhecimento das concepções concorrentes) são importantes pedagogicamente por dois motivos.

O primeiro aponta aspectos potenciais existentes na estrutura cognitiva do aluno e que devem ser identificados pelo professor. O segundo motivo indica que esses aspectos são do tipo que leva o professor a providenciar instruções a fim de facilitar a mudança conceitual.

Os autores enfatizaram desde o início que não há razões para rejeitar a base epistemológica do modelo. Contudo sua elaboração ou formulação original sobre a teoria da mudança conceitual contém pressupostos implícitos que agora parecem ser questionáveis. Os autores citam três pressupostos.

O primeiro refere - se à formulação original do modelo. Nesta formulação, a teoria explicava como uma concepção alternativa poderia mudar para concepção científica. O segundo pressuposto implica na forma com que a mudança conceitual age sobre as concepções espontâneas encontradas na ecologia conceitual. Ao reconhecer que estas concepções espontâneas desempenham um papel generativo nos pensamentos dos alunos, os autores conseguiram notar que a teoria inicial da mudança conceitual geralmente vê que as concepções espontâneas são objetos influenciados pela ecologia conceitual do estudante, mas não se atentaram muito com maneira pelas quais as concepções espontâneas interagem com a ecologia conceitual.

O terceiro pressuposto indica que a mesma tem uma tendência excessivamente racional. Essa tendência enfraquece alguns fatores que fazem parte da ecologia conceitual e, dentre esses fatores, que deveriam ser agentes facilitadores da mudança conceitual, destaca-se a maneira com que o aluno aceita a concepção científica ensinada pelo professor apenas para obter boas notas, mesmo que o conteúdo fosse ininteligível.

Segundo Strike e Posner (1992), a revisão da teoria pode ser compreendida de duas maneiras. A primeira é dirigida para articulação teórica do programa de investigação e a segunda aponta a necessidade de preencher a lacuna entre o programa de ensino e as situações encontradas em sala de aula.

Em relação à primeira, os autores ressaltam a importância de conhecer as variáveis cognitivas do aluno, principalmente as variáveis que envolvem a ecologia conceitual. Também assumem que o modelo não é uma teoria de aprendizagem.

Quanto à segunda maneira de compreensão da teoria, os autores fermentam a primeira ação do professor antes da instrução em sala de aula é investigar as concepções espontâneas e a ecologia conceitual dos alunos.

Por fim, há a necessidade de investigar a maneira racional da percepção de mundo do aluno, pois assim passará a ser significativo o trabalho do professor em provocar a mudança de conceitual.

2.1.3 Críticas ao Modelo de Mudança Conceitual

Muitos pesquisadores apresentaram críticas em relação ao Modelo de Mudança Conceitual. Dentre esses pesquisadores, Arruda e Villani (1994) apontam que o modelo apresenta falhas por se apoiar em bases epistemológicas, pois a teoria de Kuhn sobre as mudanças de paradigmas é incapaz, na maioria das vezes, de proporcionar condições ao

aluno, em uma situação pedagógica, de conflitar as velhas concepções com as novas concepções.

Outra crítica apontada pelos autores é que as condições propostas pelo modelo, insatisfação da velha concepção, inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade da nova concepção aparentam ser uma “camisa de força”. Estudos de Chinn & Brower, *apud* Arruda e Villani (1994) e Villani e Orquiza (1993), mostram que as relações entre os dados experimentais e a teoria poderiam trabalhar melhor as anomalias e, conseqüentemente, a dinâmica das condições do MMC.

Outra contribuição importante ao MMC foi o estudo de Hewson (1981), pesquisador membro da equipe de Posner na elaboração do primeiro MMC. Hewson seguiu outra direção quanto ao processo de mudança conceitual e propôs novos termos que geraram uma maneira alternativa de interpretar o modelo. Um dos termos foi o *status de uma concepção* que corresponde ao nível que a concepção desenvolve em relação às condições de inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade.

Outro termo utilizado por Hewson (1981) foi à *troca conceitual*, que é oriunda do enfraquecimento da concepção existente ao conflitar com a nova concepção. Em outro trabalho, Hewson e Thorley (1989), observaram que a mudança conceitual ocorria devido à dinâmica de abaixar o status das concepções alternativas e elevar as concepções científicas.

Segundo Arruda e Villani (1994) as condições de insatisfação das concepções já existentes e a utilização das novas concepções devem ser alcançadas pelo próprio aluno, ou seja, o aluno precisa reconhecer e reconstruir suas concepções.

Villani e Cabral (1997) criticam a dinâmica do MMC, pois essa não releva a experiência do aluno, via certa persistência da concepção, mesmo após os sucessos e insucessos parciais da ecologia conceitual.

Hewson (1992) reforça que o conhecimento existente e os acordos sociais sobre o significado não só limitarão as novas experiências interpretadas, mas também influenciarão na percepção da situação. Desta maneira, conclui que duas pessoas expostas à mesma situação podem percebê-la e interpretá-la de maneiras diferentes, dependendo de seu conhecimento individual e de suas crenças. Por fim, o autor ressalta que a mudança conceitual contribui consideravelmente na maneira de pensar ao trabalhar com problemáticas no processo de aprendizagem.

Outro pesquisador que apresenta sua crítica quanto ao MMC é Mortimer (1996). Segundo ele, o processo de aprendizagem de ciências, está muito mais relacionado a adentrar em um mundo que é ontológica e epistemologicamente diferente do mundo cotidiano.

Embasado nesse ponto de vista, Mortimer propõe a teoria do *perfil conceitual*. A noção de perfil conceitual apresenta fundamentos para entender a permanência das ideias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas. Simultaneamente, muda-se a expectativa em relação ao destino dessas ideias, já que se reconhece que elas podem permanecer e conviver com as ideias científicas, cada qual sendo usada em contextos apropriados. Assim, o perfil conceitual buscar estabelecer estratégias de ensino e para a análise do processo de evolução conceitual em sala de aula.

Mesmo com as críticas sobre o MMC, esta pesquisa partiu da premissa que o aluno precisa ser estimulado para buscar uma nova concepção que lhe dê condições de interpretar o mundo no qual está inserido. Para estimular o aluno na busca da nova concepção, que no caso particular deste trabalho é estimulá-lo a estudar circuitos elétricos simples, foi adotada a estratégia do conflito conceitual, ou seja, a insatisfação do aluno com suas concepções prévias (POSNER *et al.*, 1982).

Para provocar o conflito conceitual foi utilizado um simulador dinâmico de circuitos elétricos simples, disponibilizado na primeira etapa do portal³. No simulador dinâmico, o aluno precisará resolver duas tarefas que envolvem a construção de circuitos elétricos simples.

Como foi descrito, na revisão do MMC, Strike e Posner (1992) assumem que o modelo não é uma teoria de aprendizagem, por isso, a Teoria da Aprendizagem Significativa forneceu o suporte teórico na elaboração do material instrucional e das ferramentas de coletas de dados.

2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa

O foco da Teoria da Aprendizagem Significativa são as modificações sofridas pela estrutura cognitiva do aluno quando uma nova informação se relaciona com uma informação já existente, conhecida como *subsunçor*. Ausubel define estrutura cognitiva como estrutura de ideias já existentes em sua estrutura de conhecimentos com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação.

O termo subsunçor é uma denominação dada por Ausubel ao conjunto organizado de conceitos, proposições ou ideias já existentes na estrutura cognitiva, (MOREIRA 1983). Os subsunçores são de suma importância na teoria, uma vez que a aquisição do conhecimento depende da maneira pela qual a informação do material instrucional será relacionada com os subsunçores presentes na estrutura cognitiva. O papel do subsunçor é servir de “âncora” para as novas informações contidas no material instrucional.

³ A estrutura do portal e a elaboração do simulador serão detalhadas no capítulo 4.

Quando as novas informações interagem com os subsunçores existentes e, em decorrência deste processo a estrutura cognitiva é modificada de tal modo que o indivíduo passa a resolver problemas mais gerais que não conseguia resolver anteriormente (AUSUBEL, 1980).

Um exemplo de subsunçor pode ser o conceito corrente elétrica. Se a intenção do professor for ensinar este conceito, o subsunçor carga elétrica precisará fazer parte da estrutura cognitiva do aluno.

Uma vez que o conceito de carga elétrica não esteja bem definido na estrutura cognitiva do aluno, provavelmente a informação do sentido da corrente elétrica será aprendida mecanicamente, ou seja, de maneira arbitrária e não relevante ao aluno.

A teoria da Aprendizagem Significativa, porém, não deixa muito claro o surgimento dos primeiros subsunçores. Segundo Ausubel (1980) os primeiros conceitos aparecem em crianças através de experiências diretas com o objeto e seus respectivos símbolos. Conforme o vocabulário da criança aumenta, novos conceitos são adquiridos por meio do processo de assimilação de conceitos. Desta maneira, quando a criança atinge a idade escolar, já há um conjunto de conceitos que propicia a aprendizagem significativa de novos conceitos por recepção.

Enquanto que o suporte concreto-empírico auxilia na assimilação de conceitos no caso de crianças novas, é possível utilizar-se de conceitos importantes já adquiridos para acelerar o processo de definição dos atributos essenciais dos novos conceitos. Nas crianças maiores e adultos poucos são os conceitos novos aprendidos pelo processo de formação de conceitos (AUSUBEL, 1980).

Assim, para que o aluno aprenda significativamente os novos conceitos ensinados, é preciso que ocorram os processos de aquisição e organização dos significados na estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999). A esses processos que envolvem diretamente a modificação dos subsunçores e, conseqüentemente, da estrutura cognitiva, Ausubel denomina *assimilação*⁴, (AUSUBEL, 2003).

2.2.1 Princípio da assimilação

A assimilação ocorre quando um novo conceito potencialmente significativo interage com um subsunçor ou um conjunto de subsunçores que servem de âncora para a nova informação. Enquanto ocorre a interação do novo conceito com o conceito já adquirido,

⁴ Apesar de o termo ser o mesmo do utilizado na teoria piagetiana, seu significado na Teoria da Aprendizagem Significativa é diferente.

ambos são modificados e dão origem a uma nova estrutura que, estará pronta para receber novos conceitos.

Segundo Ausubel (2003, p. 8), devido à dinâmica de aprendizagem, que é o produto da interação da nova informação com subsunçores já existentes, a nova estrutura cognitiva tende a se tornar cada vez mais estável para servir de âncora para informações futuras “[...] estes novos significados desempenham um papel no aumento da estabilidade, bem como no aumento da força de dissociabilidade associada, que resulta da ligação dos mesmos às ideias ancoradas mais estáveis”.

Portanto, antes que a nova estrutura cognitiva fique estável, o novo conhecimento fica sujeito às influências de uma redução na organização cognitiva. Assim, surge um segundo estágio de assimilação denominado *assimilação obliteradora* (MOREIRA, 1999).

A assimilação obliteradora ocorre após a interação da nova informação com os subsunçores específicos, a estrutura cognitiva será reorganizada e, o que sobrar da interação, será o resíduo da assimilação obliteradora, que é o produto mais estável da interação. Na verdade, esse resíduo da assimilação é um subsunçor modificado (MOREIRA, 1999, 2006; AUSUBEL, 2003).

Para Ausubel (1980), um conceito abstrato torna-se mais manipulável e mais funcional na estrutura cognitiva quando for preciso aprender ideias futuras ou solucionar problemas. Ou seja, a nova informação adquirida, tende, gradualmente e espontaneamente, a se tornar menos dissociável de suas ideias básicas, formando a base da assimilação obliteradora.

Para entender quais são os elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa, primeiramente há que saber como Ausubel define a aprendizagem.

Ausubel acredita que o aluno pode aprender o conteúdo em sala de aula dentro de duas dimensões independentes: a dimensão mecânica – significativa e a dimensão receptiva – descoberta. Assim, o aluno pode acessar uma nova informação de modo mecânico - receptivo; mecânico - descoberta; significativa - receptiva ou significativa - descoberta. A teoria ausubeliana preza pelos dois últimos. No entanto, a aprendizagem significativa - receptiva é de grande aplicabilidade em sala de aula e desta forma, a teoria da Aprendizagem Significativa dará maior enfoque nos processos de aprendizagem que envolvem a aprendizagem receptiva. Na Figura 2.1 podem ser observadas as relações existentes entre as dimensões de aprendizagens às quais o aluno estará sujeito quando tiver acesso a uma nova informação.

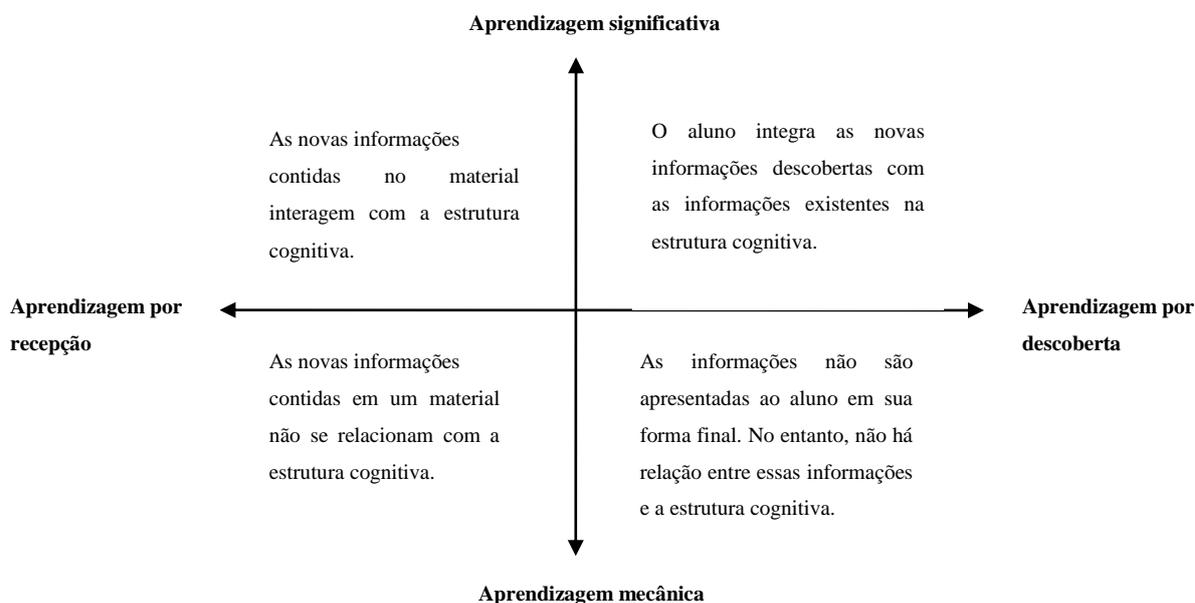


Figura 2.1- Diagrama com as quatro maneiras que um aluno pode aprender uma nova informação.

2.2.2 Aprendizagem Significativa

Segundo Ausubel, para que a aprendizagem se torne significativa, deve haver três condições:

- A disposição para aprender;
- Dispor dos conceitos que estão organizados na estrutura cognitiva, ou seja, dos *subsunçores*;
- Ter um material que seja potencialmente significativo.

Contudo, não basta apenas organizar condições que venham contribuir para promoção da aprendizagem significativa, há a necessidade de construir mecanismo que busque indícios de aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel (1980), o método válido para buscar evidências de aprendizagem significativa é a solução criativa de problemas:

A solução criativa de problemas é, em geral, a única maneira válida de testar se os estudantes realmente compreendem significativamente as ideias que são capazes de verbalizar. Podemos dizer que a solução de problema é um método válido e prático de medir a compreensão significativa das ideias. (AUSUBEL, 1980, p. 122)

2.2.3 Aprendizagem Receptiva versus Aprendizagem por descoberta

Com a definição de subsunçores descrita em parágrafos anteriores, é oportuno apresentar outra dimensão de aprendizagem. A *aprendizagem receptiva* é a denominação dada ao processo no qual o conteúdo é apresentado em sua forma final. Assim, cabe ao aluno internalizar ou incorporar o material a ele apresentado.

Para que a aprendizagem receptiva possa ser significativa, o material ou a apresentação do conteúdo deve ser potencialmente significativo⁵. Caso o procedimento adotado pelo professor para a internalização não seja potencialmente significativo, a aprendizagem será receptiva e mecânica.

É válido ressaltar que, tanto a aprendizagem receptiva significativa quanto a aprendizagem receptiva mecânica não estão em polos opostos, pois, ambas podem ocorrer na mesma atividade.

Para Ausubel, a aprendizagem também pode ocorrer por *descoberta*. Desta maneira, o aluno tem o papel de protagonista, pois, o conhecimento adquirido por ele tem como principal característica a não apresentação do conteúdo, mas sim, a descoberta deste.

O interesse pela descoberta dos conceitos aparece a partir do momento que o aluno se propõe a buscar melhor entendimento sobre um assunto específico. Todavia, o aluno deverá agrupar as novas informações e integrá-las à estrutura cognitiva, conectando as informações que foram descobertas com os respectivos subsunçores presentes na sua estrutura cognitiva. Dessa forma, a aprendizagem é classificada como aprendizagem por descoberta significativa, pois há interação das informações descobertas com as informações existentes na estrutura cognitiva.

Caso as informações descobertas não encontrem uma ligação com as informações existentes na estrutura cognitiva, a aprendizagem será por descoberta – mecânica. De maneira geral, a maioria das instruções em sala de aula está ligada com a aprendizagem receptiva.

2.2.4 Aprendizagem Receptiva Significativa

A aprendizagem receptiva significativa pode ocorrer de três maneiras quanto ao nível de abstração: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional.

⁵ O termo material potencialmente significativo será detalhado mais adiante. No entanto, neste momento é importante frisar o papel do material instrucional, pois é uma das condições impostas por Ausubel para que o aluno aprenda significativamente.

Entende-se por *aprendizagem representacional* a equivalência entre os símbolos e seus significados. É uma aprendizagem significativa porque as novas ideias representacionais podem ser relacionadas de forma não arbitrária e a partir daí serem generalizadas.

Um exemplo da aprendizagem representacional é palavra automóvel. O símbolo (palavra) pode se relacionar com o objeto de diferentes formas, cores e marcas.

Para Ausubel, o ser humano tem potencial para aprender de maneira representacional. Ainda no término do primeiro ano de vida, a criança já consegue relacionar um símbolo ao significado.

A *aprendizagem de conceitos* ocorre quando a criança passa a ter contato com grande quantidade de palavras novas e, consegue relacioná-las a um significado existente em seu cognitivo. Segundo Ausubel (1980), a aprendizagem de conceitos ocorre por meio da formação de conceitos entre novas palavras e seus objetos. Por isso, aprender o significado de uma palavra exige um conhecimento prévio de seus correspondentes.

Há algumas diferenças entre aprendizagem dos significados dos conceitos e aprendizagem dos significados das palavras - conceitos. Dentre elas, destacamos que aprender o significado de uma palavra-conceito, exige um conhecimento prévio, enquanto a aprendizagem do significado da palavra não.

A aprendizagem de conceitos pode ser descrita de duas maneiras: na formação de conceitos e na assimilação de conceitos, que é a maneira predominante de aprendizagem de conceitos. Este processo ocorre tanto em crianças em idade escolar quanto em adultos.

A *formação de conceitos* é um processo de aprendizagem por descoberta e ocorre a partir de experiências diretas, sucessivas etapas de formulação, testagem e generalização. Nesse ponto, a criança desenvolve alguns processos psicológicos subjacentes como: diferenciação, formulação e testes de hipóteses e generalização.

A *assimilação de conceitos* ocorre sem que o sujeito tenha necessidade de passar pela experiência e pela explicação pelas quais o conceito aparece. Com crianças mais novas, a assimilação de conceitos ocorre devido a agentes facilitadores.

A palavra é um símbolo que, ao se relacionar com um objeto, ou “coisas” origina um significado. No entanto, a palavra significado é composta por elementos que exprimem o seu sentido. O significado pode ser tanto lógico quanto psicológico.

O significado lógico é peculiar do material instrucional, pois os conceitos contidos no material devem ser relacionados de forma não arbitrária e não literal aos subsunçores presente na estrutura cognitiva. Já o significado psicológico é propriedade idiossincrática da estrutura cognitiva do aluno. A interação entre novos significados potenciais e ideias

relevantes presentes na estrutura cognitiva do aluno dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos (AUSUBEL, 2003). Para melhor entender os dois sentidos do significado, Ausubel (1980) faz uma distinção entre significado real e significado potencial.

O significado lógico depende da natureza do material e da maneira que ele está organizado. A função do significado lógico é evidenciar condições substantivas e não arbitrárias entre os conceitos presentes no material e as ideias que fazem parte da estrutura cognitiva. Por sua vez, o significado lógico não é idiossincrático.

Todo símbolo tem um significado potencial e cabe a cada indivíduo assimilar a ideia que o símbolo traz. Assim, a partir do momento que o significado potencial passa a interagir com o cognitivo do aluno e este, por sua vez, consegue fazer relação do símbolo com o objeto, o significado deixa de ser potencial e se torna real. Claro que esse processo é idiossincrático e deve ocorrer de maneira não arbitrária e substantiva.

Quanto ao significado psicológico, o aluno precisa apresentar disposição em aprender, pois para Ausubel (1980) o significado psicológico é idiossincrático. Outro ponto importante do significado psicológico condiz com a relação na qual os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno devem ter com as informações que compõem o material potencialmente significativo. Como mencionado anteriormente, essa relação deve ser substantiva e não arbitrária.

A *aprendizagem proposicional* envolve aprender ideias em forma de proposições, ou seja, aprender as inter - relações entre conceitos (ROSA, 2011). O entendimento desse nível de aprendizagem é dividido em: aprendizagem proposicional superordenada, aprendizagem proposicional subordinada e aprendizagem proposicional combinatória.

A *aprendizagem proposicional superordenada* ocorre quando uma série de conceitos estabelecidos na estrutura cognitiva forma um novo conceito, que os abrange e reúne. Nesse caso a aprendizagem ocorre de forma indutiva, quando o material é organizado indutivamente ou envolvendo síntese de ideias (MOREIRA, 1983).

Por exemplo: o aluno que tem bem organizado na estrutura cognitiva o conceito de energia mecânica, conseguirá relacionar o conjunto energia potencial gravitacional, energia potencial elástica e energia cinética, ao conceito mais geral, que é o de energia mecânica.

A *aprendizagem proposicional subordinada* ocorre quando a nova informação se relacionada com os conceitos mais relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, a estrutura cognitiva do aluno tende a ficar hierarquicamente organizada em relação ao nível de abstração dos conceitos. De acordo com Ausubel (1980) quando as ideias,

informações ou conceitos são agrupados de modo subordinativo, a estrutura cognitiva passa a ter relevância específica e direta para as atividades de aprendizagem posteriores.

Outra característica da aprendizagem proposicional subordinativa é a condição para representar fatos potencialmente significativos, que em outra situação, seriam arbitrários. Também, as informações agrupadas hierarquicamente geram estabilidade interna suficiente para proporcionar uma ligação mais forte entre os conceitos contidos na estrutura cognitiva e os conceitos aprendidos recentemente. Por fim, este agrupamento das ideias de maneira hierárquica estabelece adequadamente a organização dos elementos que compõem a nova informação.

A aprendizagem proposicional subordinada em dois tipos: derivativa e correlativa.

Entende-se como *aprendizagem subordinada derivativa* aquela em que o material aprendido é entendido como um exemplo específico de um conceito estabelecido, ou uma forma de ilustrar uma proposição geral previamente adquirida. Esse material a ser aprendido, relaciona implicitamente com os conceitos mais inclusivos da estrutura cognitiva.

O conceito clássico de corrente elétrica em um condutor sólido pode ser utilizado para exemplificar uma situação de aprendizagem significativa subordinada derivativa. Do ponto de vista clássico, a corrente elétrica é estabelecida devido à ação de um campo elétrico interno no condutor, direcionando os elétrons livres. Neste caso, a corrente elétrica é o conceito específico e será relacionada com o conceito de campo elétrico, que já faz parte da estrutura cognitiva do aluno.

Quanto à *aprendizagem proposicional subordinada correlativa*, o novo conteúdo é uma extensão, modificação ou elaboração de proposições adquiridas anteriormente. O novo conteúdo apresentado irá interagir com os conceitos subordinados mais inclusivos. No entanto, seu significado não está implícito e não são representados pelos mesmos (AUSUBEL, 1980).

Um bom exemplo de aprendizagem proposicional significativa subordinada correlativa é a definição do sentido da corrente elétrica no condutor sólido. Este novo conceito apresentado é uma extensão dos conceitos de corrente elétrica, portadores de carga elétrica e vetor campo elétrico.

A *aprendizagem proposicional combinatória* acontece quando há o armazenamento de muitas proposições ou ideias sem que haja relações específicas subordinativas ou superordenadas entre as mesmas. A relação existente entre esse conjunto de novas ideias consiste de combinações sensíveis, que se relacionarão de maneira não arbitrária com a estrutura cognitiva existente.

As associações em série, paralela ou mista de resistores em um circuito elétrico simples de corrente contínua pode ser citada como exemplo. Esse conjunto de ideias se relaciona entre si e com conceitos organizados na estrutura cognitiva do indivíduo, como corrente elétrica, resistência elétrica, potência dissipada e circuitos elétricos.

2.2.5 Aprendizagem Mecânica

A *aprendizagem mecânica* ocorre de acordo com a maneira que o aluno internaliza os conceitos. As informações incorporadas de forma arbitrária não estabelecem relação com a estrutura cognitiva.

A aprendizagem mecânica pode ocorrer tanto de maneira receptiva como por descoberta. É válido esclarecer que a proposta da Teoria da Aprendizagem Significativa é oposta à aprendizagem mecânica.

Há duas condições para que as novas informações não venham interagir com a estrutura cognitiva: o material instrucional que contém a informação não está organizado de tal maneira que as informações possam se relacionar com os subsunçores do aluno e a falta de pré-disposição do aluno em aprender o que lhe será ensinado.

A primeira condição é diretamente ligada ao papel do professor. O professor precisa preparar um material potencialmente significativo para ensinar o conteúdo previsto. A segunda condição implica na pré-disposição do aluno em aprender as informações que estão contidas no material instrucional. Caso o aluno não apresente intenção de relacionar as informações de maneira não arbitrária e substantiva com sua estrutura cognitiva, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (MOREIRA, 1999).

2.2.6 Condições para ocorrência da Aprendizagem Significativa

Conforme foi mencionado no início da seção, existem três condições para que o aluno possa aprender de forma significativa: a disposição do aluno em relacionar o novo material de maneira não arbitrária e substantiva em sua estrutura cognitiva, a existência de informações prévias adequadas pelo aluno e o material a ser apresentado ao aluno deve ser potencialmente significativo.

Essas são as condições que Ausubel aponta para que o aluno possa aprender de maneira significativa aquilo que a ele será ensinado. No entanto, é oportuno entender porque Ausubel aponta essas três condições.

A disposição do aluno em relacionar a nova informação significativamente de maneira substantiva e não arbitrária é elementar para promoção da aprendizagem

significativa. Para isso, o material apresentado a ele precisa conter informações relevantes de acordo com seu nível cognitivo. Ausubel (1980) parte da premissa que é mais fácil o aluno memorizar a informação apresentada do que incorporá-la a sua estrutura de conhecimento, ou seja, para Ausubel, o aluno tende a aprender de maneira mecânica aquilo que lhe é apresentado (AUSUBEL, 1980).

Essa tendência para a aprendizagem mecânica pode ser explicada devido às experiências mal sucedidas pelo aluno em dada disciplina ou também, à falta de confiança em sua capacidade de aprender significativamente ou até mesmo pela não adequação do material.

A segunda condição para a aprendizagem significativa é de conhecer aquilo que o aluno já conhece. Não há como apresentar um material que seja potencialmente significativo se não souber como as informações, ideias ou proposições contidas no material irão se relacionar com os conceitos que estão na estrutura cognitiva do aluno.

Caso o material seja apresentado sem definir os subsunçores necessários para que a nova informação contida no material possa ser relacionada com esses subsunçores, o aluno tenderá a memorizar esta nova informação, característica da aprendizagem mecânica, pois não haverá relação alguma entre as informações contidas no material e os conceitos da estrutura cognitiva.

Por fim, após estabelecer aquilo que o aluno conhece e perceber que o mesmo apresenta pré-disposição em aprender o que será proposto, chega a hora de apresentar o material, que para Ausubel (1980), deve ser potencialmente significativo.

Entende-se por material potencialmente significativo um material que satisfaz três condições:

- O interesse do aluno pelo assunto;
- Definir os subsunçores necessários para aprender o conteúdo proposto no material;
- A organização adequada do material.

“[...] o material de aprendizagem logicamente significativo, pode relacionar-se, de modo não arbitrário, às ideias especificamente mais relevantes, como exemplo, derivados, casos especiais, extensões, elaborações, modificações, qualificações e, mais particularmente, generalizações; ou relacionável a um conjunto mais amplo de ideias relevantes, no sentido de ser mais coerente com elas de uma maneira geral”.

(AUSUBEL, 1980, p.37)

Uma vez que o material seja potencialmente significativo dentro dos critérios lógicos, esse irá se relacionar com a estrutura cognitiva do aluno, de maneira substantiva e

não-arbitrária. Segundo Moreira (1980), por mais que o significado psicológico seja idiossincrático, não há como excluir a existência de relações sociais, ou questões culturais que envolvem o aluno.

Para Ausubel (1980), os três elementos comentados acima, disposição do aluno, a existência de subsunçores e o material, são fundamentais para promoção da Aprendizagem Significativa.

2.2.7 Organizador prévio

O organizador prévio é um material que deve ser utilizado quando não for detectada presença de subsunçores na estrutura cognitiva. Esse material, não é o material instrucional que conterá as novas informações que serão ensinadas ao aluno.

Ausubel (1980) descreve que o organizador prévio deve apresentar informações detalhadas, ou específicas, que leve o aluno a relacionar especificações mais facilmente esquecidas com generalizações mais facilmente lembradas.

Diferentemente de resumos que, de um modo geral, tem o mesmo nível de abstração e generalidade em certos momentos do material instrucional, os organizadores devem ser apresentados em um nível mais alto de abstração e generalidade.

Moreira (2008) destaca três características que os organizadores prévios devem ter. A primeira está associada à tarefa de identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material. A segunda característica dos organizadores prévios é de dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes. Por fim, os organizadores prévios devem prover elementos organizacionais inclusivos que destaquem o conteúdo específico do novo material.

2.2.8 Papel do professor

A promoção da Aprendizagem Significativa envolve elementos que intervêm durante o processo, dentre esses, o professor.

Para Ausubel (1980) o professor é diretamente responsável pela aprendizagem por três fatores: do ponto de vista cognitivo, deve dominar o assunto que leciona. Em relação ao conteúdo apresentado, o professor tem que organizá-lo com clareza, explicar as ideias de maneira incisiva e lúcida. Por fim, a comunicação com o aluno deve acontecer de tal modo que o conteúdo apresentado ao aluno esteja de acordo com a maturidade cognitiva do mesmo.

Moreira (1983) descreve quatro tarefas fundamentais que envolvem a participação do professor no processo da promoção da Aprendizagem Significativa.

A primeira envolve a determinação da estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino. É nesse momento que o professor vai mapear⁶ a estrutura cognitiva do aluno e organizá-la para ensinar os conceitos contidos no material potencialmente significativo.

A segunda é o ato de identificar os subsunçores relevantes para que o conteúdo específico a ser ensinado seja significativo para o aluno. A terceira tarefa é determinar, dentre os subsunçores relevantes, quais estão disponíveis na estrutura cognitiva. Por fim, o professor deve ensinar de tal maneira que facilite a passagem da estrutura de conhecimento do material de ensino para a estrutura cognitiva do aluno.

A respeito da relação entre professor e aluno, Ausubel (1980) aponta que o aluno responde às características positivas de personalidade do professor, assim como repudia as características negativas. Porém, independente da relação mantida entre professor e aluno, a eficiência instrucional apresentada pelo professor é que ditará o relacionamento com a turma que trabalha. A personalidade do professor é uma variável importante no processo de aprendizagem, pois esse deve instigar e motivar o aluno a aprender novas ideias ou novos conceitos.

Em relação ao estilo de ensino adotado por cada professor, Ausubel afirma que tanto o método de exposição quanto o método de problematização podem ser eficazes desde que seja feita uma leitura prévia das características da turma trabalhada.

Geralmente, em uma sala com grande número de alunos, optar pela aula expositiva é uma boa estratégia de ensino. No entanto, deve ser levado em consideração o assunto que será abordado em aula e também à confiança do professor para lidar com situações em que dado assunto é levado a uma discussão (AUSUBEL, 1980).

Para optar por uma aula na qual a discussão seja utilizada como método de ensino, os alunos devem ter no mínimo algumas informações prévias sobre o assunto, para que a discussão possa fluir de forma produtiva e inteligível.

⁶ Segundo Moreira (1983), essa é a atividade mais difícil, pois o aluno precisa ter um corpo de conhecimento claro, estável e organizada para aprender significativamente as novas informações. Porém, devido aos extensos conteúdos programáticos que fazem parte do currículo essa ação pode ser inviável.

2.2.9 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

Conforme descrito em seções anteriores, para a promoção da Aprendizagem Significativa é necessário que uma série de ações sejam intercaladas, dentre elas, a organização e apresentação do material de aprendizagem.

Contudo, existem dois processos fundamentais que facilitam a aprendizagem: a *diferenciação progressiva*, que está diretamente ligada com a programação do conteúdo a ser ensinado e a *reconciliação integrativa*, cujo processo é o delineamento explícito de diferenças e similaridades entre as ideias relacionadas (MOREIRA, 1983).

Segundo Ausubel (2003), a diferenciação progressiva, notória na aprendizagem subordinada, ocorre quando há um processo de assimilação sequencial de novos significados modificando assim a estrutura cognitiva, para que esta seja suporte para conhecimentos futuros.

No entanto, para promover a diferenciação progressiva, os conceitos contidos no material de aprendizagem devem estar organizados de tal maneira que os conceitos mais inclusivos sejam apresentados desde o início (MOREIRA, 2006).

A reconciliação integrativa, também característica do material de ensino, está fortemente relacionada com as aprendizagens superordenada, combinatória e subordinada, pois, alguns elementos presentes na estrutura cognitiva vão se reorganizar ao interagirem com as novas informações e, nesse processo, podem adquirir novos significados (AUSUBEL, 1980).

2.2.10 Aprendizagem Significativa Crítica

Nesta última seção sobre Aprendizagem Significativa, será apresentada a aplicabilidade da teoria como ferramenta de transformação da realidade do sujeito. Segundo Moreira (2006), conforme o aluno aprende significativamente o que lhe é ensinado, a maneira que ele enxerga sua realidade deve ser modificada.

Também dentro de uma óptica contemporânea, é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva, antropológica. Quer dizer, na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. *Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo* (MOREIRA, 2006, p.11).

Embasado na proposta de levar o aluno a analisar sua realidade, ou seja, as questões culturais, sociais, políticas e econômicas que envolvem o sujeito, a teoria de Ausubel é enriquecida de tal forma que o aluno passa a ser um indivíduo dinâmico no processo de aprendizagem que, de certa maneira, é uma das condições que leva o aluno a aprender significativamente.

Porém, para a promoção da Aprendizagem Significativa Crítica, a escola precisa adotar uma postura que dê suporte ao aluno para que este possa aprender a trabalhar com as incertezas, com as probabilidades e, principalmente, que leve o aluno a entender que o conhecimento é uma construção e não algo pronto e moldado. Para facilitar a aprendizagem significativa crítica, Moreira (2006) propõe os seguintes princípios:

- Da interação social e do questionamento;
- Da não centralidade do livro de texto;
- Do aluno como um perceptor e representador;
- Da linguagem;
- Da consciência semântica;
- Da aprendizagem pelo erro;
- Da desaprendizagem;
- Da incerteza do conhecimento;
- Da não utilização do quadro-de-giz.

O *princípio da interação social e do questionamento* sugere que o professor busque ensinar o aluno a aprender a perguntar, no lugar de dar apenas respostas. Desta maneira, haverá uma negociação de significados entre professor e aluno, o que acarretará em permanentes trocas de perguntas.

O *princípio da não centralidade do livro de texto* destaca que o livro texto representa uma “autoridade” em sala de aula, uma verdade absoluta. Por isso, o professor deve fazer uso de artigos científicos, poesias, relatos, dentre outros materiais que ilustram a produção do conhecimento humano. Com uso destes materiais diversificados, o professor facilitaria o processo de aprendizagem.

Outro princípio sugerido vai ao encontro do papel do *aluno como um perceptor e representador*. Como foi descrito em seções anteriores, dentro da proposta da Teoria da Aprendizagem Significativa, o aluno tem contato com o novo conteúdo em um formato pronto, já definido pelo professor. Todavia, como esse conhecimento ajuda o aluno a perceber o mundo e representá-lo? Segundo Moreira (2006, p.25) “[...] a ideia de que a aprendizagem significativa é idiossincrática não é nova, mas considerar o aluno como um

perceptor/representador ao invés de um receptor é um enfoque que vem da Psicologia Cognitiva contemporânea que não é a Psicologia Educacional de Ausubel [...]”.

Por isso, a escola deve preparar o aluno para que este possa adquirir o discernimento sobre a realidade na qual está inserido, uma vez que aquilo que é visto, ou sentido, é produto do que se acredita, ou seja, a escola, por meio do trabalho do professor, que está sempre lidando com as percepções dos alunos, deve desconstruir a percepção do mundo físico absoluto.

Ao trabalhar as percepções dos alunos, o professor desenvolverá outra função facilitadora da aprendizagem: *o princípio da linguagem*. Cada linguagem incorpora um corpo de palavras que representa uma maneira singular para perceber o mundo. Por isso, o principal elemento para adquirir o conhecimento é a linguagem.

Aprender a linguagem de uma disciplina significa adquirir um corpo de conhecimento por meio de símbolos e isso implica em novas formas de percepção, pois a linguagem é a mediadora de toda percepção humana, uma vez que aquilo que se observa é inseparável do que se fala ou do que se abstrai.

Fortemente ligado com o princípio da linguagem, temos o *princípio da consciência semântica* que implica em várias conscientizações. A primeira consiste em que o significado de algo está nas pessoas e não nas palavras, pois as pessoas não podem dar às palavras os significados que estejam além de suas experiências. Essa conscientização é uma das condições da aprendizagem significativa, todavia, se o aluno não tiver condições ou simplesmente não quiser dar significados às palavras, a aprendizagem não será significativa, mas sim mecânica.

A segunda conscientização mostra que as palavras não são objetos, ou conceitos, mas sim, a representação desses. A outra conscientização condiz aos níveis de abstração das palavras. As palavras estão relacionadas com a direção dos significados, pois aquelas palavras que exigem maiores níveis de abstração têm seus significados direcionados de fora do cognitivo para dentro do cognitivo, enquanto as palavras mais facilmente verificáveis apresentam a direção do significado de dentro do cognitivo para fora do cognitivo.

O *princípio da aprendizagem pelo erro* indica que a escola tem que parar de punir o aluno quando o mesmo erra. Esse erro não pode ser confundido com a aprendizagem por ensaio e erro, mas sim como o resultado de uma estrutura cognitiva ainda em elaboração. Moreira (2006) coloca que a escola não pode ignorar o erro, pois este faz parte do mecanismo humano por excelência. Como exemplo, o autor cita o método científico. Apesar de não caber uma explanação mais detalhada no assunto, pois seria necessário entrar no campo da

epistemologia da ciência, de uma maneira geral, o modelo de mundo físico aceito hoje na comunidade científica é resultado de teorias passadas que não foram sucedidas.

Segundo Moreira (2006) o *princípio da desaprendizagem* é um princípio importante para a aprendizagem significativa crítica por duas razões:

Relação com a aprendizagem significava subordinada: é por meio da interação dos significados lógicos, que compõe o material de aprendizagem, com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva que os mesmos passam a ter significados psicológicos para o aluno.

O desaprender não pode ser entendido como ter que apagar algum conhecimento da estrutura cognitiva, mas sim não usar esse conhecimento prévio como subsunçor, uma vez que subsunçores e conhecimentos prévios são conceitos bem diferentes.

Transformação do ambiente de sobrevivência: uma vez que o meio está em constantes mudanças, surge a necessidade de saber quais conceitos existentes são relevantes para as novas estratégias de sobrevivência. Neste caso particular, é considerável desaprender aquilo que se torna irrelevante.

É importante realçar que todos os princípios da Aprendizagem Significativa Crítica foram propostos por Moreira (2006). Segundo o autor, o desaprender significa distinguir o relevante do conhecimento prévio de seu irrelevante, abrir mão do irrelevante, pois assim poderão ser criadas condições de aprendizagem.

O penúltimo princípio da aprendizagem significativa foca a *incerteza do conhecimento*. Isso quer dizer que não tem sentido ensinar dogmaticamente. Como o conhecimento humano evolui, os modelos que temos hoje darão origem a outros mais elaborados. Assim, é preciso aprendê-los sobre uma perspectiva crítica e não dogmática. Este princípio tem uma grande relação com a linguagem, pois desenvolve a habilidade da definição, perguntas e metáforas.

Por fim, o *princípio da não utilização do quadro-de-giz*. É o princípio que desenvolve a participação ativa do aluno, que propõe uma diversidade para as estratégias de ensino.

Este princípio propõe minimizar o uso da lousa, do giz e dos livros textos. A lousa e o giz carregam consigo a autoridade do professor e em situações mais agravantes leva o professor a parafrasear ou simplesmente copiar o que está no livro.

Quando apenas usa o livro texto, o aluno é levado a acreditar em verdades absolutas. O uso excessivo do livro faz com que o aluno se torne apenas receptor de um conhecimento pronto, inalterado.

O uso de técnicas diversificadas de ensino é fundamental para que o aluno possa aprender de maneira significativa e crítica os conceitos que serão ensinados pelo professor. Dentre essas técnicas, podemos citar o uso das novas tecnologias e até mesmo o desenvolvimento de projetos e seminários.

Porém, é válido realçar que, de nada adianta promover estratégias de ensino que minimizam o uso do quadro e do livro se o professor não elaborar o conteúdo de tal forma que venha facilitar a aprendizagem do aluno.

3 Revisão da bibliografia

A revisão da bibliografia foi realizada em três seções. A seção 3.1 apresenta resultados de trabalhos que utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico. A seção 3.2 será destinada a resultados obtidos em trabalhos que investigaram estratégias de ensino que envolve circuitos elétricos. Por fim, a seção 3.3 tratará do uso da informática como ferramenta para ensinar Física.

Para fazer o levantamento desses trabalhos, foi realizada uma busca nas principais revistas de circulação nacional de ensino de Física e ensino de Ciências, em dissertações de mestrado e teses de doutorado.

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi o referencial norteador para organizar o conteúdo do material instrucional e analisar os dados obtidos nesta pesquisa. Algumas pesquisas que utilizaram como referencial teórico Teoria da Aprendizagem Significativa apresentam resultados satisfatório na aprendizagem dos alunos (SILVA e SOUSA, 2007; NUNES e DEL PINO, 2008; MARTINS *et al.*, 2009; RAZERA *et al.*, 2009).

Silva e Sousa (2007) apresentaram o conteúdo de calorimetria aos estudantes do ensino médio por meio de um mapa conceitual. Os autores destacaram a hierarquia conceitual do corpo de conteúdo em questão, procurando promover, neste contexto, os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Em cada encontro os alunos construam mapas conceituais.

Os critérios de análise dos mapas conceituais foram: estrutura do mapa conceitual, hierarquia conceitual do mapa, relações apresentadas entre os conceitos, formação de proposições entre os conceitos.

Os mapas foram classificados em categorias. As categorias foram: sugerem a ocorrência da aprendizagem significativa, que sugerem ocorrência relativa de aprendizagem significativa, não sugerem a ocorrência de aprendizagem significativa (ou que configuraram aprendizagem mecânica) e diagramas que não apresentaram estrutura de mapas conceituais.

Após as análises dos mapas, os autores fecham o artigo afirmando que a estratégia elaborada contribuiu para a promoção da aprendizagem significativa, pois os alunos conseguiram assimilar os significados cientificamente aceitos e utilizá-los na situação na qual são pertinentes. O mesmo resultado pode ser observado no trabalho de Filho (2007), em que o

autor ressalta a potencialidade do mapa conceitual em evidenciar a aprendizagem significativa quando estudado o conteúdo.

O mapa conceitual também pode ser utilizado como ferramenta de avaliação diagnóstica ou formativa (ROSA, 2011). A busca das concepções espontâneas do aluno ou a avaliar a aprendizagem do aluno após a instrução foi investigada por vários pesquisadores (FILHO, 2007; TOIGO e MOREIRA, 2008; ALMEIDA e MOREIRA 2008; KRUMMENAUER e COSTA, 2009; RAZERA *et al*, 2009; MARTINS *et al.*, 2009).

Almeida e Moreira (2008) pediram aos alunos que elaborassem mapas conceituais que envolvessem apenas os conteúdos de óptica física, que já haviam estudado em semanas anteriores. Em uma aula seguinte, os mapas eram apresentados pelos estudantes, momento no qual as relações e os conceitos apresentados eram discutidos.

Os autores chamam a atenção que a problemática do processo ensino-aprendizagem em sala de aula pode ser caracterizada pela dificuldade na assimilação significativa de novas informações, possivelmente relacionada à falta de conhecimento prévio adequado e que através da elaboração e discussão dos mapas conceituais foi possível elucidar dúvidas e reforçar o processo de mudança conceitual.

Um critério imprescindível para a promoção da Aprendizagem Significativa é o conhecimento dos conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno. Para conhecer esses conceitos, o professor precisa formular estratégias para o aluno expor seu conhecimento (ESPÍNDOLA e MOREIRA, 2006; ASSIS e TEIXEIRA, 2007; MERAZZI e OAIGEN, 2008).

Assis e Teixeira (2007) usaram um texto composto por cinco capítulos, apresentando um apêndice ao final de cada um deles, em que constam informações adicionais acerca de alguns conceitos abordados, bem como sugestões de pesquisas em sites, filmes e leituras de livros. O texto, trabalhado com alunos do supletivo, articula os conhecimentos científicos com o cotidiano. Segundo as autoras, em seus argumentos, os alunos demonstraram que estabeleceram relações entre as novas informações, presentes no texto, e os seus conhecimentos prévios de forma crítica e reflexiva.

Segundo Moreira (2006), não basta apenas que a aprendizagem seja significativa, há necessidade de levar o aluno a refletir sobre a sua realidade. Para isso, a aprendizagem precisa ser significativa e crítica. Alguns trabalhos que foram revisados para compor essa seção indicam ocorrência da aprendizagem significativa crítica e apontam resultados satisfatórios no quesito mudança de postura do aluno frente a determinado problema (ASSIS e TEIXEIRA, 2007; MERAZZI e OAIGEN, 2008; WATANABE, 2010).

Assis e Teixeira (2007) utilizaram um texto que articula os conhecimentos científicos com o cotidiano, abordando vários conteúdos relacionados à Física de forma desfragmentada e não linear. A atividade foi desenvolvida com alunos do supletivo, da terceira série do período noturno, com faixa etária de 18 a 45 anos. Segundo as autoras, em seus argumentos os alunos demonstraram que estabeleceram relações entre as novas informações, presentes no texto, e os seus conhecimentos prévios de forma crítica e reflexiva. As autoras indicam que a ocorrência da aprendizagem significativa crítica sucedeu pelo fato de os alunos apresentarem pré – disposição em aprender, participando ativamente das discussões, por meio de perguntas relevantes, elaborando argumentações, contra-argumentações, bem como inserindo novos elementos e problemas.

3.2 Circuitos elétricos

Nesta seção serão discutidos os resultados de alguns trabalhos produzidos na última década que focaram o ensino de circuitos elétricos. A discussão permeará o campo das concepções alternativas dos alunos e as estratégias de ensino investigadas.

O ambiente de ensino propicia aos alunos usar suas concepções alternativas para explicar determinadas situações-problema que não aparecem no cotidiano. Conhecer as concepções alternativas dos alunos favorece a elaboração de estratégias de ensino (TALIM e OLIVEIRA, 2001; PACCA *et al.*, 2003; MORAES, 2005; DORNELES *et al.*, 2006; COELHO, 2007; GOUVEIA, 2007; PESSANHA *et al.*, 2010).

Dentre as citações acima, serão destacadas as categorias das concepções espontâneas referentes à corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica mostrada no Quadro 3.1. Esse quadro se encontra na revisão da literatura de DORNELES *et al.* (2006).

Quadro 3.1 Sínteses das concepções espontâneas e as dificuldades conceituais em circuitos elétricos.

Conceitos	Dificuldades conceituais	Concepções alternativas
Corrente elétrica	1. Compreender que a intensidade da corrente elétrica em um circuito depende das características da fonte, mas também da resistência equivalente do que foi acoplado entre os seus terminais.	a) A bateria é uma fonte de corrente elétrica constante. b) A corrente se desgasta ao passar por uma resistência elétrica.
	2. Considerar a conservação espacial da corrente elétrica.	c) A ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente elétrica são relevantes.
	3. Reconhecer que a intensidade da corrente elétrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito e nem do sentido da corrente.	d) A fonte fornece os portadores de cargas responsáveis pela corrente elétrica no circuito.

Diferença de Potencial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dificuldades em diferenciar os conceitos: diferença de potencial e corrente elétrica. 2. Dificuldades em diferenciar os conceitos de diferença de potencial e de potencial elétrico. 3. Deficiência para reconhecer que uma bateria ideal mantém uma diferença de potencial constante entre seus terminais. 4. Calcular a diferença de potencial entre pares de pontos ao longo do circuito. 	<ol style="list-style-type: none"> a) A bateria é uma fonte de corrente elétrica constante e não como uma fonte de diferença de potencial constante. b) A diferença de potencial como uma propriedade da corrente elétrica. c) As diferenças de potencial entre pares de pontos ao longo do circuito permanecem constantes. d) O brilho de uma lâmpada é associado com o valor do potencial em um dos terminais da lâmpada.
Resistência elétrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dificuldades para distinguir resistência equivalente de uma parte do circuito e a resistência elétrica de um elemento individual. 2. Perceber que a resistência equivalente é uma abstração útil para obter a corrente total ou a diferença de potencial em uma parte do circuito. 3. Compreender que as divisões de correntes elétrica em um ponto de junção do circuito dependem da configuração do circuito. 4. Entendimento da associação em série de resistores como um impedimento a passagem de corrente; e da associação em paralelo como um caminho alternativo, para a passagem de corrente. 5. Identificar associações em série e em paralelo. 	<ol style="list-style-type: none"> a) A resistência equivalente no circuito como se fosse uma propriedade de um elemento individual do circuito. b) Ao determinar como se divide a corrente elétrica em ramos paralelos de um circuito, consideram somente o número de ramos e não as resistências elétricas relativas dos vários ramos. c) Se um resistor reduz a corrente por x, dois resistores vão reduzi-la por $2x$, independentemente do arranjo dos resistores. d) Os resistores alinhados em série estão associados em série quer haja uma junção ou não entre eles e que resistores alinhados geometricamente em paralelo estão associados em paralelo mesmo se há uma bateria no ramo

Na investigação das concepções espontâneas dos alunos, Dorneles *et al.* (2006) apresentam os dados obtidos no teste de concepções espontâneas aplicados aos alunos de sua

amostra. A concepção de que a bateria é uma fonte constante de corrente elétrica transparece quando os alunos ignoram a importância da resistência equivalente para obter a corrente elétrica no circuito.

Quanto à relação entre potência dissipada e diferença de potencial, mais da metade dos alunos não foi capaz de ordenar corretamente o brilho das lâmpadas quando há resistores conectados de maneira mista.

No trabalho de Pacca *et al* (2006), foram buscadas as concepções prévias dos alunos utilizando como ferramenta duas tarefas em forma de duas questões de natureza dissertativa. Na segunda tarefa, foco da investigação das autoras, os alunos precisavam desenhar a corrente elétrica no trecho de um fio. Neste desenho, os alunos precisavam destacar quais eram os elementos condutores da corrente elétrica e sua a estrutura dos elementos da corrente elétrica. Após analisar os desenhos, as autoras encontraram as mesmas concepções espontâneas que aparecem no Quadro 3.1.

Gouveia (2007) investigou o ensino de circuitos elétricos utilizando como ferramentas o uso de desenhos. Neste trabalho, o pesquisador trabalhou com imagens de elementos reais que constituem um circuito elétrico simples. Após a instrução, o pesquisador construiu circuitos elétricos, em diferentes configurações, e pedia aos alunos para representar o circuito elétrico com desenhos.

Foram verificadas que dificuldades quanto às representações simbólicas apontam problemas conceituais graves. Os erros de esquematização gráfica foram motivados pelo não domínio dos conceitos científicos.

Quanto às dificuldades conceituais, o trabalho demonstra que o uso de desenhos é um instrumento auxiliar para explicitar e acusar as dificuldades dos alunos. Além disso, o professor pode atuar prontamente no sentido de ajudar a superar esses obstáculos, numa linguagem mais próxima dos alunos, em vez de os conceitos serem tratados junto com uma codificação mais abstrata, exigindo um esforço cognitivo maior que, em um primeiro momento, seria bom evitar.

3.3 Uso da informática no Ensino de Física

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos por trabalhos que utilizaram o computador como ferramenta pedagógica. Também serão destacados trabalhos que apresentaram críticas com relação ao uso da informática no ensino de Física.

O uso do computador no ensino de Física é discutido desde os anos noventa, porém, neste trabalho, serão discutidos apenas trabalhos publicados a partir do ano 2000 e que

contribuíram para o avanço dessa linha de investigação. Em algumas pesquisas os pesquisadores confeccionaram os ambientes virtuais, dentre os trabalhos (GOBARA *et al.*, 2002; COELHO, 2002; MONTEIRO *et al.*, 2006; HECKLER *et al.*, 2007, SOUZA, 2008; TAVARES, 2008).

No trabalho de Gobara *et al.* (2002), os autores confeccionaram um software como ferramenta para confrontar as concepções espontâneas apresentadas pelo estudante envolvendo o conteúdo de mecânica. No software, o aluno escolhe uma dada situação e o programa a simulava. Após algum tempo, o programa para e congela a imagem na tela, perguntando ao aluno sobre as forças responsáveis pelo movimento observado, apresentando ao aluno afirmações, retiradas da pesquisa em concepções espontâneas, para que esse pudesse escolher uma correta. Após alguns segundos simulando o comportamento do sistema caso a resposta do aluno fosse verdadeira, o software pergunta ao estudante se deseja continuar utilizando aquela simulação ou trabalhar em outra situação. O programa em nenhum momento revelava a resposta correta, mesmo sendo certa a opção de simulação escolhida pelo aluno. O objetivo dos autores era que os alunos confrontassem suas concepções com o que observam.

Coelho (2002) trabalhou com um grupo de professores de física. Na investigação, o pesquisador procurou obter alguma compreensão sobre como professores de Física de nível médio concebem e usam a Informática em sua prática pedagógica, bem como sobre suas expectativas e necessidades sobre esta tecnologia. As conclusões obtidas pelo autor, após apresentar aos professores objetos virtuais de aprendizagem, foi que há a necessidade de os professores que atuam no ensino médio conscientizarem-se da necessidade da discussão crítica e profunda dos objetivos de sua prática e do papel das tecnologias digitais nesta, uma vez que a função das novas tecnologias não se resume apenas em transmitir o conhecimento, mas sim favorecer a construção do mesmo.

Monteiro *et al.* (2006) apoiaram-se na Teoria da Aprendizagem Significativa para elaborar o ambiente. O assunto abordado no ambiente foram as Leis de Newton. Foram utilizados textos, animações. Quando o aluno clicava no do mapa conceitual, que serviram como *link*, uma caixa na tela era aberta e apresentava a descrição do conceito.

Outros trabalhos utilizaram softwares que já apresentavam objetos de aprendizagem para serem desenvolvidos nas sequências didáticas (CAMILETTI e FERRACIOLI, 2001; DORNELES *et al.* 2006; WEISS e NETO, 2006; CENNE, 2007; REBELLO e RAMOS, 2009).

Na investigação de Camiletti e Ferracioli (2001), os autores utilizaram o Ambiente de Modelagem Computacional STELLA em um curso de extensão intitulado Representação e

Modelagem de Sistemas Físicos com o Computador. No ambiente, após a construção do modelo, é possível também visualizar as equações matemáticas de diferenças, geradas pelo STELLA. Segundo os autores, durante o processo de desenvolvimento do modelo computacional, várias dificuldades foram encontradas pelos alunos e, entre as principais, pode-se citar a falta de entendimento do conteúdo em estudo e do ambiente computacional. Um resultado obtido na investigação apontou um indicativo de que alguns alunos tentaram representar por expressões matemáticas os conceitos trabalhados, tais como foram apresentadas no material instrucional, porém alguns alunos buscaram estabelecer conexões entre variáveis no sentido de representar a dependência entre elas. Apesar das dificuldades levantadas pelos autores, os mesmos concluem que a estratégia aplicada no curso propiciou ao estudante construir seus próprios modelos e discutir ideias que os levaram a progredir no processo de construção dos modelos.

O trabalho de Dorneles *et al.*(2006) fez o uso simulações para trabalhar com circuitos elétricos. O software utilizado foi o *Modellus*. Na investigação realizada, foi verificado que o desempenho no âmbito de domínio de situações – problema dos alunos que desenvolveram atividades de modelagem e simulação computacionais acrescidas da estratégia de ensino proposta foi superior. Os autores investigaram as concepções prévias dos alunos que fizeram parte da pesquisa e, a partir dos dados, estabeleceram os objetivos que seriam alcançados com a investigação. Na simulação dos circuitos elétricos, fora definido que os resistores eram ôhmicos e que as fontes e os fios condutores possuíam resistência elétrica desprezível. O simulador permitia obter dois ou três resistores associados em paralelo. Havia, ainda, a possibilidade de associá-los em série com um quarto resistor. Os amperímetros registram a corrente elétrica que passava em cada resistor em qualquer posição das chaves. Podia-se alterar a diferença de potencial entre os extremos da fonte e o valor da resistência elétrica nos resistores. Na investigação realizada foi verificado que o desempenho dos alunos que desenvolveram atividades de modelagem e simulação computacionais acrescidas da estratégia de ensino proposta foi superior em relação aos alunos que não tiveram contato com a metodologia aplicada.

Até aqui foram comentados trabalhos que utilizaram o computador como ferramenta pedagógica em investigações de ensino. Nesta última etapa da revisão da bibliografia, serão apontadas publicações que analisam o uso do computador no ensino de Física (ROSA, 2000; MEDEIROS e MEDEIROS, 2002; FIOLEAIS e TRINDADE, 2003; ARAUJO *et al.*, 2004; FALKEMBACH, 2005, RODRIGUES *et al.*, 2008).

Rosa (2000) indica que o professor precisa considerar, ao utilizar recursos audiovisuais, a linguagem da obra, se o nível em que as ideias são colocadas é adequado àquele grupo de sujeitos e se os exemplos apresentados são realmente significativos para aquele grupo de usuários.

Medeiros e Medeiros (2002) levaram as possibilidades e limitações em relação ao uso do computador no ensino de Física. Os autores fazem uma comparação entre o livro didático e as ferramentas disponíveis no computador. Segundo os autores, os livros-texto de Física têm recorrido, crescentemente, ao uso de um grande número de ilustrações para representar situações iniciais e finais de um processo por uma série de ações em diferentes instantes de tempo muitas das quais referentes a fenômenos dinâmicos. Já as simulações computacionais apresentam possibilidades de interação entre o aluno e o computador, além de poderem simular situações correspondentes ao mundo real. No entanto, a elaboração de uma simulação computacional pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo que lhe dá suporte e que lhe confere significado. Os autores afirmam que uma animação jamais pode substituir uma situação do mundo real e ressaltam que sem o investimento das escolas nas estruturas dos métodos de ensino, no treinamento e nas expectativas dos professores e na própria estrutura administrativa da escola, o poder educacional das ferramentas computacionais será bastante reduzido.

Araújo *et al.* (2004) classificam os trabalhos encontrados na literatura em sete categorias: instrução e avaliação mediada pelo computador; modelagem e simulação computacional; coleta e análise de dados em tempo real; recursos multimídia; recursos multimídia; resolução algébrica/numérica e visualização de soluções matemáticas; estudo de processos cognitivos. Na revisão da literatura feita pelos autores, os mesmos afirmam que os trabalhos concentram maciçamente em tópicos relacionados à Mecânica Newtoniana, utilizando principalmente modelos e simulações.

Rodrigues *et al.* (2008) analisam que um ambiente virtual de aprendizagem eficiente é composto por quatro itens:

- *Conteúdo*: refere-se à abordagem dos temas de interesse do estudante e à forma de representação do conhecimento no ambiente virtual;
- *Formato*: compreende os parâmetros curriculares determinados pelo contexto institucional e os recursos humanos;
- *Infraestrutura*: está relacionado aos recursos computacionais empregados, o que inclui os programas (“softwares”) e os equipamentos (“hardwares”) computacionais;

- *Pedagogia*: corresponde ao planejamento da abordagem didática a partir dos tópicos do conteúdo programático, visando determinar a metodologia de ensino mais adequada para ministrar um determinado curso.

Os autores fecham o trabalho apontando que os recursos computacionais são bons complementos aos métodos tradicionais de ensino, devido à interatividade, ao acesso instantâneo à enorme quantidade de material disponível através da Internet ou pela possibilidade do uso do CD-ROM.

4 Material e métodos

O material instrucional preparado para ser usado nos encontros durante a aplicação da sequência didática foi um portal colocado à disposição dos alunos na Internet produzido pelo pesquisador.

A elaboração do portal, desde a estrutura das páginas até a inserção dos conteúdos, foi embasada no Modelo de Mudança Conceitual e na Teoria da Aprendizagem Significativa. A insatisfação da pré-concepção do aluno frente a uma situação-problema, etapa importante do MMC para que o aluno busque alternativa em estudar novas concepções, foi o aspecto explorado na primeira parte do portal.

Em relação à Teoria da Aprendizagem Significativa, os conteúdos foram organizados conforme os três indicativos de Ausubel para elaboração de um material potencialmente significativo. No primeiro, os alunos precisavam apresentar pré-disposição em aprender o conteúdo. Esse indicativo foi alcançado por dois motivos: o uso do computador apresenta potencialidade no quesito motivação, uma vez que levar os alunos para a Sala de Tecnologia Educacional foge das condições cotidianas de ensino. O segundo fator é a busca de elementos para resolver o problema que fora apresentado na primeira parte do portal.

Os conceitos contidos no portal foram elaborados para interagirem com os conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno. Esses subsunçores serviram de âncora para os novos conceitos que foram mapeados antes mesmo da produção do portal.

Por fim, os conteúdos foram organizados e apresentados aos alunos de maneira hierárquica, ou seja, os conceitos mais inclusivos relativos ao estudo dos circuitos elétricos simples foram apresentados primeiros aos alunos, seguido dos conceitos mais específicos. Segundo Ausubel (2003), este tipo de organização do conteúdo do material é característica do princípio da diferenciação progressiva.

O acesso às páginas do portal se dava por meio de um mapa conceitual. Neste mapa, cada conceito correspondia a um *link* que tinha como função levar o aluno para a página do conceito escolhido.

Todavia, para o aluno acessar conceitos mais específicos, ou até mesmo conceitos do mesmo nível, era necessário voltar ao conceito mais inclusivo e acessar novamente a página do mapa conceitual. Desta maneira, o aluno era levado a promover a reconciliação integrativa.

Com isso, o mapa conceitual foi a ferramenta utilizada para permitir ao aluno a promoção da reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva dentro do portal.

4.1 Ambiente Virtual de Ensino

Para responder a questão básica de pesquisa, foi elaborado um Ambiente Virtual de Ensino (AVE), disponibilizado no endereço www.dfi.ufms.br/elierverson. Esse ambiente foi utilizado pelos alunos como material instrucional durante a aplicação da sequência didática na escola e poderia ser acessado fora do ambiente escolar. Para melhor entendimento da estrutura do portal, a sua descrição será realizada em três etapas:

- Orientação de navegação ao usuário;
- Problemas envolvendo circuitos elétricos simples;
- Apresentação dos conteúdos.

Cada etapa será descrita posteriormente. No entanto, é oportuno citar que em todas foi considerado o fator *ergonomia* do ambiente, em especial, o elemento *usabilidade*.

Segundo Fialho & Santos (1995), ergonomia trata-se da produção do conhecimento necessário em relação às concepções de instrumentos, máquinas e dispositivos, que são utilizados para propiciar o máximo de conforto, segurança e eficácia.

A usabilidade, uma das propriedades da ergonomia, norteia a qualidade da interface homem - computador em relação a um *software*, referindo-se à qualidade de uso do produto (SHACKEL, 1991). A qualidade da usabilidade, segundo Hack *et al.*, (2009), é avaliada tomando por base três critérios:

- Eficiência do *software*;
- Efetividade;
- Satisfação

De acordo com Soares (2004), a *eficiência* está ligada ao mínimo esforço que o aluno⁷ deverá fazer para executar uma determinada tarefa. Quanto à *efetividade*, a avaliação é feita de acordo com a quantidade da tarefa realizada pelo usuário, ou seja, até o ponto da tarefa o usuário conseguiu chegar.

Por fim, a *satisfação* do *software* diz respeito ao fato de o aluno conseguir cumprir a tarefa que a ele foi proposta. Portanto, o *software* não deve causar frustrações nas expectativas dos alunos, pois o efeito pode ser uma insatisfação do aluno em relação ao uso do *software*.

As páginas do AVE foram formatadas para evitar a utilização das barras de rolagens verticais e horizontais. Outro aspecto da usabilidade é relacionado à localização dos *links* nas páginas. Em todas as páginas, os *link*, para voltar às páginas anteriores foram desenvolvidos

⁷ O termo usuário é utilizado pelos pesquisadores da área da computação, porém, por esta ser uma pesquisa com foco no ensino, a partir deste momento será adotado o termo aluno.

no formato de mapa conceitual e são encontrados na parte superior direita da tela. Desta maneira, o aluno não precisa ficar procurando o *link* para voltar à página anterior.

A Figura 4.1 mostra o mapa conceitual da seção do portal que trata dos elementos dos circuitos elétricos. Por exemplo, a maneira para acessar o conceito *ôhmico* é acessar a página do mapa conceitual sobre os elementos dos circuitos elétricos.

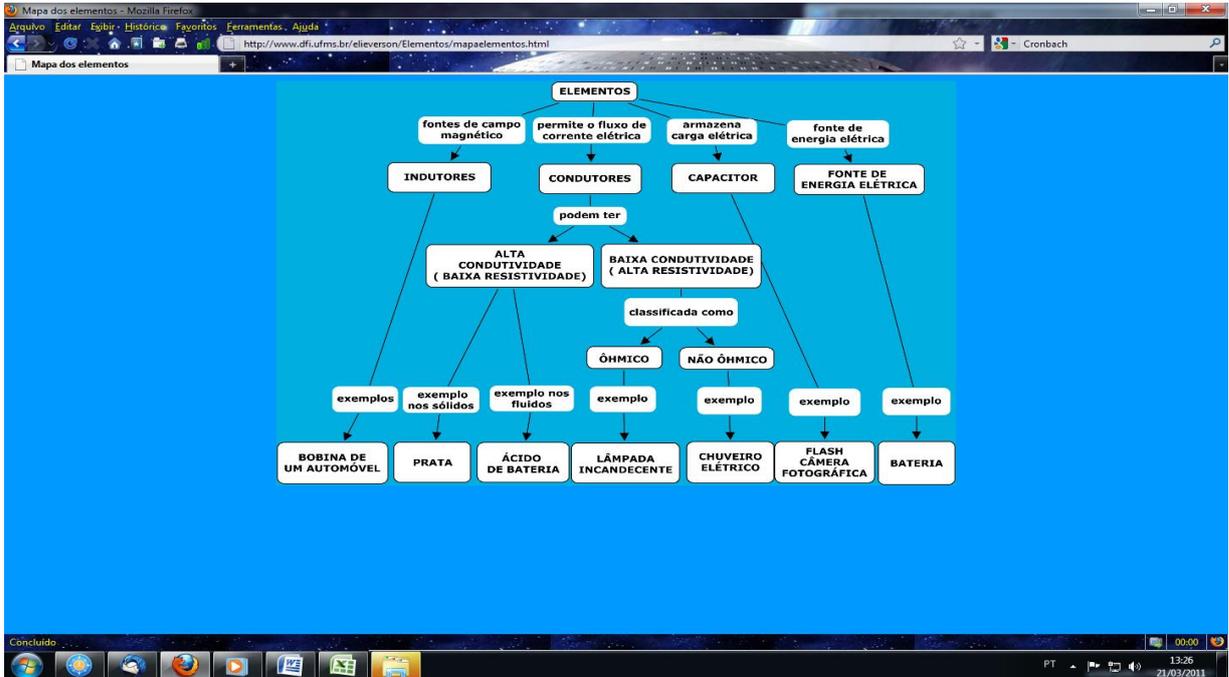


Figura 4.1 - Mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos simples.

Da mesma maneira que a organização do portal permite ao aluno promover a diferenciação progressiva do conteúdo, as páginas que apresentam os conceitos possibilitam ao aluno promover a reconciliação integrativa dos conceitos, pois para voltar aos conceitos mais inclusivos do portal, o aluno precisa passar por todas as páginas cujos conceitos já foram estudados.

A Figura 4.2 mostra uma página do portal que trata dos condutores ôhmicos. No lado direito superior há um mapa conceitual dos conceitos mais inclusivos dos elementos dos circuitos elétricos simples. Para dar continuidade à navegação, o aluno precisa acessar a página referente à baixa condutividade, em seguida a página dos condutores e por fim a página dos elementos dos circuitos elétricos. Desta maneira o aluno conseguirá voltar à página do mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos.

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'www.dfi.ufms.br/eleveron/condutoresohmicos.html'. The page content is as follows:

CONDUTORES ÔHMICOS

O que são condutores ôhmicos?

Em geral, são condutores que obedecem a Lei de [Georg Simon Ohm](#). (clique sobre o link e saiba mais sobre Ohm)

Pela Lei de Ohm, a razão da diferença de potencial (V) e a corrente elétrica (i) em um condutor deve variar proporcionalmente, assim, a resistência elétrica para dado resistor será uma constante.

Podemos também verificar se um condutor satisfaz a Lei de Ohm ao analisar sua resistividade. Neste caso, se a resistividade for constante, a resistência elétrica do condutor também será constante, o que resulta na proporcionalidade entre a diferença de potencial e a corrente elétrica.

[Próxima página](#)

Diagrama Conceitual:

```

graph TD
    ELEMENTOS --> INDUTORES
    ELEMENTOS --> CONDUTORES
    ELEMENTOS --> CAPACITOR
    ELEMENTOS --> FONTE_DE_ENERGIA_ELETRICA[FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA]
    CONDUTORES --> ALTA_CONDUTIVIDADE[ALTA CONDUTIVIDADE (BAIXA RESISTIVIDADE)]
    CONDUTORES --> BAIXA_CONDUTIVIDADE[BAIXA CONDUTIVIDADE (ALTA RESISTIVIDADE)]
    ALTA_CONDUTIVIDADE --> OHMICO[ÔHMICO]
    BAIXA_CONDUTIVIDADE --> NAO_OHMICO[NÃO ÔHMICO]
  
```

Gráfico:

Gráfico da intensidade da corrente elétrica em função da diferença de potencial aplicada em um resistor ôhmico hipotético.

V (Volts)	i (A)
0	0
2	2
4	4
6	6
8	8
10	10

Figura 4.2- Página da seção sobre condutores ôhmicos.

O mapa conceitual situado na parte direita superior foi elaborado para promoção da reconciliação integrativa dos conceitos.

Os *links* referentes à mudança para páginas posteriores são encontrados na parte direita da página, com cores das fontes realçadas, ou seja, que diferem da cor do texto. Por fim, os *links* para acessar as páginas não formatadas são encontrados na parte inferior esquerda da tela. As páginas não formatadas correspondem aos conteúdos encontrados em outros portais, ou arquivos de textos e apresentações de slides, os quais o aluno pode acessar ao clicar no *link* disponível para essa ação.

Um *software* educativo não deve ser projetado apenas com características que envolvem usabilidade, também precisa apresentar características pedagógicas, embasadas em teorias que venham facilitar a aprendizagem do aluno. Desta forma, segundo Hack *et al.* (2009), há necessidade de distinguir a aprendizagem do *software* e aprendizagem no *software*.

A aprendizagem do *software* está diretamente ligada com a usabilidade e esta precisa atender aos critérios já discutidos anteriormente. Quanto à aprendizagem no *software*, este precisa apresentar uma proposta pedagógica para facilitar a aprendizagem do aluno. Em nosso caso, nos embasamos na Teoria da Aprendizagem Significativa e na Mudança Conceitual.

4.2 Estrutura do AVE

Como mencionado anteriormente, o AVE foi dividido em três partes. Na primeira, foram construídas páginas que servem como norteadoras de navegação. Ao acessar o portal, o as páginas cujo plano de fundo é preto conterà informações necessárias para navegar no ambiente. Em todas as partes do portal, houve diferenciação dos planos de fundo para facilitar a localização e navegação do aluno no ambiente. A Figura 4.3 mostra a organização da página sobre o conceito corrente contínua. Observe que não há barras de rolamento vertical e horizontal e que os *links* estão disponíveis na parte direita superior da tela. No entanto, particularmente nesta página, o único *link* que abrirá será o *link* “SENTIDO”, pois para promoção da reconciliação integrativa, é necessário que o aluno retome hierarquicamente os conceitos estudados anteriormente.

The screenshot shows a web browser window displaying a page about continuous electric current. The page has a dark green background. On the right side, there is a conceptual map (link) with a central node 'CORRENTE ELÉTRICA' and several surrounding nodes: 'PROPRIEDADES', 'POTÊNCIA DISSIPADA', 'INSTRUMENTOS DE MEDIDA', 'SENTIDO', 'PORTADORES DE CARGA', 'CONTÍNUA', 'ALTERNADA', 'RESISTÊNCIA ELÉTRICA', 'APARELHO RÁDIO', 'LÂMPADA INCANDESCENTE', 'REAL', and 'CONVENCIONAL'. Arrows indicate relationships between these concepts. Below the map is a graph showing current i (A) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. A horizontal blue line represents constant current over time. Below the graph is the caption: 'Gráfico 1 - Corrente elétrica (i) é constante durante um intervalo de tempo (t).'. At the bottom right, there is a blue link labeled 'Próxima página'. The browser's address bar shows the URL: 'http://dfi.ufms.br/elierverson/Propriedades/correnteelétrica.continua.html'.

Figura 4.3 - O mapa conceitual no lado direito superior da tela faz o papel de *link* para promover a reconciliação integrativa.

Cada seção da etapa *apresentação dos conteúdos* inicia com um mapa conceitual dos conceitos estudados. Estes mapas têm a intenção de levar o aluno a promover a diferenciação progressiva dos conceitos. Destes mapas, foram feitos recortes que serviram como *links* nas páginas nas quais os conceitos foram inseridos.

Pode ser citado, como exemplo, a seção que trata das propriedades físicas dos circuitos, para esclarecer o procedimento da reconciliação integrativa. Ao término do estudo na página que discorre sobre corrente elétrica contínua, o aluno precisa retornar à página do mapa das propriedades dos circuitos elétricos para dar continuidade aos estudos.

Para chegar até a página desejada, é necessário fazer a reconciliação integrativa por meio dos mapas que fazem o papel de *links*. Como o conceito de corrente contínua no mapa é subordinado aos conceitos de sentido da corrente elétrica e corrente elétrica, o aluno terá que clicar nesses conceitos até chegar ao *link* “propriedades”. Ao clicar neste *link*, acessará novamente o mapa das propriedades dos circuitos elétricos.

Também na primeira parte, foi trabalhado o conceito e aplicação do mapa conceitual, pois conforme já mencionado, os conteúdos inseridos no AVE seguem uma lógica embasada nos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1980; 2003, MOREIRA, 1981, 1999, 2006). Por isso, nessa primeira etapa do AVE, houve a necessidade de um estudo sobre mapas conceituais, assim os alunos teriam condições de navegar no ambiente.

Na segunda etapa, foram apresentadas duas situações - problema para buscar as concepções dos alunos sobre circuitos elétricos simples e, conseqüentemente, provocar a primeira etapa da mudança conceitual, a insatisfação dos alunos frente às suas concepções. Para essa etapa, os alunos utilizaram um simulador dinâmico, no qual deveriam construir circuitos elétricos simples para cumprir a tarefa.

O termo *simulador dinâmico* foi adotado para diferenciar simuladores que dão liberdade à criação do aluno em criar, ou seja, expor o modelo⁸ idealizado, de simuladores que envolvem apenas mudanças de variáveis.

A escolha do simulador dinâmico vai ao encontro da perspectiva de Valente (2002), na qual o pesquisador enfatiza a potencialidade do uso de elementos do computador que podem ser explorados em situações de ensino.

Na primeira situação - problema, o aluno teria que construir um circuito elétrico de tal modo que todas as lâmpadas viessem emitir luz com a mesma intensidade, mas com o menor brilho possível. Para cumprir essa tarefa, deveria utilizar no mínimo três lâmpadas.

A segunda situação - problema proposta exigia do aluno a construção de um circuito elétrico no qual todas as lâmpadas viessem emitir luz com a mesma intensidade, mas desta vez com o maior brilho possível. Também nessa tarefa, o aluno precisava utilizar três lâmpadas. Na seção de análise dos dados serão apresentados os resultados obtidos na primeira fase da mudança conceitual. Na Figura 4.4 é apresentado o *layout* da simulação.

⁸ Este termo não deve ser confundido com seu uso na teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird.

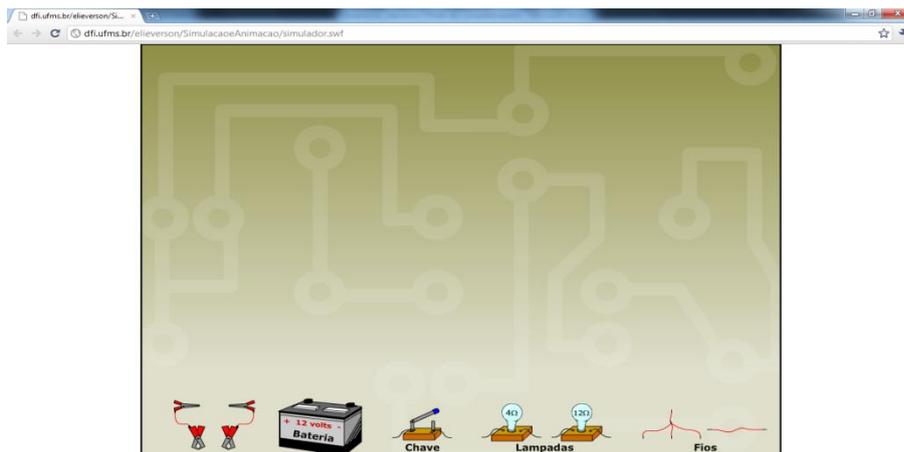


Figura 4.4 - *Layout* da simulação utilizada para buscar as concepções prévias dos alunos.

O simulador dinâmico é composto por imagens que representam objetos concretos dos circuitos elétricos (www.dfi.ufms.br/elierson/simulador). Os elementos dos circuitos elétricos representados no simulador dinâmico foram: uma bateria, fios condutores de eletricidade, conectores, um interruptor (chave) e dois tipos de lâmpadas incandescentes, cujas resistências são de quatro ohms e doze ohms.

Para mover os elementos virtuais, o aluno precisa clicar sobre o objeto do circuito e arrastá-los. A bateria é único objeto que não é móvel. No entanto, se o circuito for montado de tal maneira que um curto - circuito seja provocado, o fio condutor de eletricidade é rompido e a bateria emite um sinal, simbolizando o aquecimento do ácido sulfúrico, conforme a Figura 4.5.

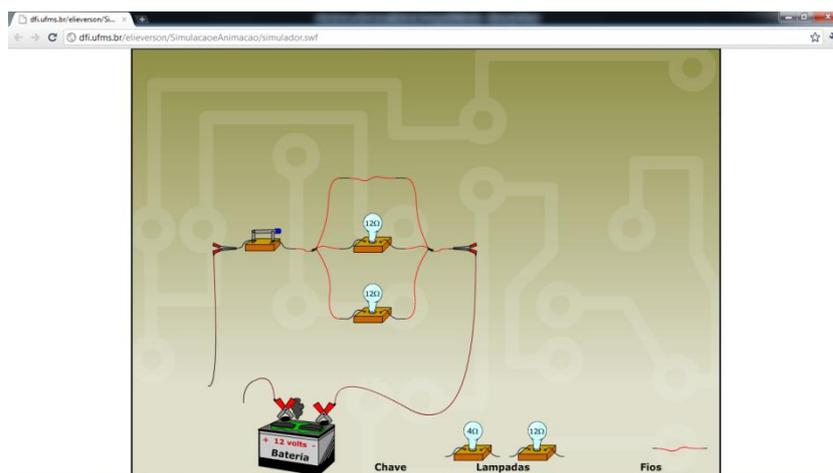


Figura 4.5 - A bateria libera uma fumaça e um fluido de coloração verde para representar o aquecimento interno devido ao curto - circuito.

Ao término da montagem do circuito, basta clicar no interruptor (chave) para fechá-lo. Porém, as lâmpadas só acenderão se o circuito for ligado corretamente, respeitando a intensidade máxima de corrente elétrica percorrida em cada resistor.

Como a simulação não apresenta o valor da corrente elétrica, o aluno foi orientado, na página de apresentação da tarefa, que a máxima intensidade de corrente elétrica suportada pelo filamento das lâmpadas é de um ampère. Desta maneira, o aluno que construir um circuito em paralelo, com três lâmpadas com resistência de quatro ohms, terá o circuito interrompido, pois os resistores fundirão devido à alta temperatura.

Com o não sucesso na resolução da tarefa, a hipótese deste trabalho é que o aluno tenderá a buscar novos modelos para explicar o mundo no qual está inserido ou, ao menos resolver a tarefa que fora proposta. Neste momento, o novo modelo deve apresentar concepções que sejam inteligíveis e plausíveis, pois assim o aluno pode demonstrar interesse em utilizá-lo (POSNER et al, 1982). Quanto à Aprendizagem Significativa, os conceitos do material instrucional devem ser acessíveis à estrutura cognitiva do aluno para que haja interesse em aprendê-lo. O aluno deve conter os subsunçores necessários para aprender o conteúdo do material instrucional e, por fim, o conteúdo do material deve ser organizado de maneira adequado à situação de ensino.

Na terceira etapa do AVE, os alunos tiveram contato com os conteúdos sobre circuitos elétricos simples. Esta etapa foi dividida em três seções: a primeira tratou de conceitos relacionados aos elementos que constituem os circuitos elétricos simples. A segunda, sobre as configurações dos circuitos elétricos e, por fim, a terceira seção foi dedicada para as propriedades físicas encontradas nos circuitos elétricos.

Foram usadas cores diferentes no plano de fundo das páginas de cada seção da terceira etapa, com finalidade de facilitar a navegação do aluno no ambiente. Desta maneira, o plano de fundo azul foi adotado nas páginas que tratavam dos elementos dos circuitos elétricos simples. O plano de fundo de cor verde com tonalidade mais fraca foi adotado para as páginas das configurações dos circuitos elétricos e, as páginas com o plano de fundo das propriedades dos circuitos elétricos teve a cor verde com a tonalidade mais forte, conforme pode ser visto na Figura 4.6. Com essa organização o aluno teria condições de associar o plano de fundo com a divisão do conteúdo proposto em cada seção desta terceira etapa do portal.



Figura 4.6 - Mapa conceitual das seções do conteúdo sobre circuitos elétricos simples.

As apresentações dos conceitos, nas três seções da etapa dos conteúdos, foram divididas em três níveis de abstração. Em todos os níveis, os textos foram usados para fundamentar os conceitos e, também, foram utilizados outros elementos que exploram o uso do computador. Esses elementos são os vídeos, simulações, animações e apresentações de slides.

No primeiro nível, o conceito foi relacionado com o cotidiano do aluno. Foram utilizados filmes ou animações como elementos facilitadores da aprendizagem. Na apresentação do conceito um questionamento ao aluno era feito na página, antes mesmo de formalizar o conceito em questão. Esse questionamento tem como premissa a busca da promoção da aprendizagem significativa crítica, pois segundo Moreira (2006) a interação social do conceito entre professor e aluno é indispensável para concretização de um episódio de ensino. Neste caso, o professor é representado pelo conteúdo disponível no AVE. O segundo nível de abstração envolvia a aplicação do conceito. Neste nível, foram usadas simulações nas quais o aluno pudesse trocar os valores das variáveis envolvidas para observar os efeitos provocados por sua intervenção na simulação. Por fim, no último nível, o aluno poderia acessar apresentações de slides trazendo a formalização matemática do conteúdo, ou *links* que o levariam para outras páginas da web, nas quais poderia obter mais informações sobre o conceito estudado. Neste nível, quando necessário, foi aplicada a linguagem matemática.

A seção *elementos* contém conceitos que envolvem os elementos dos circuitos elétricos simples. Os conceitos estudados na seção elementos foram: *materiais condutores de eletricidade, fontes de energia elétrica, condutores de alta condutividade elétrica, condutores de baixa condutividade elétrica, condutores ôhmicos e condutores não-ôhmicos.*

Para proporcionar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, os conceitos que envolvem os elementos dos circuitos elétricos foram apresentados no formato de mapa conceitual, como descrito. Assim, desde o início da instrução o aluno teria condições de visualizar o conteúdo em seu aspecto geral e, ao término da instrução, poderia relacionar o conteúdo aprendido com os conteúdos já estudados em outros momentos.

Na seção de *configurações dos circuitos elétricos*, foram estudados os seguintes conceitos: *associação em série dos resistores*, *associação em paralelo dos resistores*, *associação mista dos resistores e resistência equivalente*.

Por fim, na seção das *propriedades físicas dos circuitos elétricos simples*, os conceitos foram embasados nos subsunçores mapeados dos alunos da EJA. Os conceitos discutidos na seção foram: potência elétrica dissipada, corrente elétrica, instrumentos de medidas, portadores de cargas elétricas, sentido da corrente elétrica, corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada.

4.3 Delineamento da pesquisa

A escola na qual foi aplicada a metodologia desta pesquisa faz parte do quadro de escolas da rede de educação estadual de Mato Grosso do Sul e no período noturno, oferece turmas de EJA para alunos cuja idade deve ser acima de dezoito anos. As aulas têm início às dezenove horas e término às vinte e duas horas e trinta minutos. O conteúdo circuitos elétricos simples compõe a grade curricular da segunda fase do ensino médio da EJA. Este conteúdo é trabalhado no segundo semestre, pois com a redução da carga horária da EJA, parte dos conteúdos de segundo ano, como ondulatória e óptica, fazem parte da carga horária da segunda fase. Por ser uma escola de pequeno porte, apenas duas turmas de segunda fase foram abertas para o ano letivo de dois mil e dez, e denominadas segunda fase A e segunda fase B.

A pesquisa teve delineamento quase-experimental, com aplicação de pré-teste e pós-teste nos dois grupos envolvidos na pesquisa. Por isso, as duas fases foram divididas em segunda fase B como grupo controle (G_c) e a segunda fase A como grupo experimental (G_e), pois dessa maneira, as próprias aulas de física foram utilizadas para desenvolvimento da pesquisa.

A escolha da segunda fase B para ser o grupo experimental ocorreu devido à estrutura que a Sala de Tecnologia Educacional (STE) apresentava. Todos os encontros do grupo experimental foram realizados na STE. Contudo, a mesma não proporcionava o uso de um computador por aluno para turmas com mais de vinte alunos, pois das vinte e duas máquinas disponíveis, apenas dezesseis acessavam a Internet. Como a segunda fase A era

composta por quarenta alunos matriculados, dos quais vinte e cinco eram frequentes, não havia condições de oferecer um computador por aluno para essa turma. Por esse motivo, a segunda fase B foi escolhida como grupo experimental, pois apesar de haver quarenta alunos matriculados, apenas dezesseis eram frequentes e, desses, três eram dispensados da disciplina Física por terem feito o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja).

A escolha da segunda fase B como grupo experimental foi crucial, pois segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, a aprendizagem é idiossincrática, ou seja, a interação do aluno com o material é integralmente subjetiva, pois depende dos subsunçores disponíveis na estrutura cognitiva. Por isso, partindo da hipótese de que o aluno teria que interagir individualmente com o material instrucional, neste caso, com o AVE, o uso individual do computador permitiria acompanhar o processo de aprendizagem de cada aluno.

Neste processo de aprendizagem, funções ligadas com a maneira que o aluno interage com o computador, as dúvidas apresentadas sobre a navegação, a manipulação dos elementos das simulações, o tempo utilizado para realização das tarefas e os resultados obtidos em cada tarefa puderam ser identificadas individualmente pelo pesquisador.

O G_c teve acesso ao conteúdo por métodos tradicionais de ensino, ou seja, aulas expositivas com a utilização de giz e lousa, enquanto o G_e acessou o conteúdo pelo AVE.

O pré-teste aplicado aos grupos G_e e G_c teve como finalidade buscar as concepções prévias dos estudantes sobre circuitos elétricos e também mostrar a equivalência entre os dois grupos. A aplicação do pré-teste foi feita em três etapas. Na primeira, foi usado um kit experimental com lâmpadas, soquetes, uma bateria, fios condutores de eletricidade e conectores, para trabalhar no nível concreto com o entrevistado. De acordo com Dominguez e Moreira (1985), a entrevista clínica fornece a máxima quantidade de informações sobre o modo de pensar do aluno e permite detectar concepções espontâneas que em outras situações, como um teste escrito, não seriam possíveis.

Três alunos de cada grupo participaram da entrevista e o objetivo desta foi conseguir o máximo de informações possíveis das respostas emitidas pelos alunos sobre as soluções das situações - problema sobre circuitos elétricos simples.

Durante a entrevista, o pesquisador construía circuitos elétricos e formulava aos alunos questões sobre o funcionamento dos mesmos. Ao término de cada resposta, fechava o circuito para que o entrevistado pudesse visualizar os efeitos da montagem. Tais efeitos eram oriundos do funcionamento ou não do circuito elétrico e também da intensidade dos brilhos

emitidos pelas lâmpadas, pois as lâmpadas eram conectadas em dado momento em série ou em paralelo, dependendo da questão.

Na segunda etapa do pré-teste, na qual todos os alunos dos dois grupos participaram, os alunos responderam um questionário dissertativo. O questionário continha imagens que simbolizavam os objetos concretos usados na construção dos circuitos elétricos.

A proposta era analisar as respostas dos alunos conforme era aumentado o nível de abstração da interpretação dos circuitos elétricos, pois problemas de circuitos elétricos envolvendo imagens dos elementos dos circuitos exigem um nível maior de abstração para interpretação.

Segundo Gouveia (2007) uma imagem supõe uma matriz de contexto, uma capacidade de estabelecer a relação entre o referente e sua representação e para compreender tais imagens é indispensável um conhecimento de suas regras, códigos e significados.

As imagens utilizadas na segunda etapa do pré-teste representavam os objetos reais em sua forma original, ou seja, a lâmpada do teste era a representação de uma lâmpada em sua forma concreta, assim como a bateria, fios condutores de eletricidade e o interruptor.

Na última etapa do pré – teste, também um questionário de caráter dissertativo, os elementos dos circuitos elétricos foram representados por símbolos usados na física para construção dos circuitos. Por exemplo, o símbolo  representa o resistor e o símbolo  representa a bateria. O objetivo desse teste foi de levar o aluno ao maior nível de abstração quanto a interpretação dos problemas em relação aos fenômenos que envolvem circuitos elétricos simples.

É oportuno frisar que o nível de dificuldade dos problemas, quanto às respectivas soluções, foram equivalentes nas três etapas do pré-teste. A diferença de uma etapa para a outra foi quanto à formatação dos problemas, pois o primeiro teste envolvia objetos concretos, o segundo teste imagens que representavam os objetos concretos e o terceiro teste havia imagens que representavam os símbolos dos circuitos elétricos.

Após a busca das pré-concepções dos alunos em relação aos circuitos elétricos, foi aplicada a metodologia. Em cada grupo foram necessários cinco encontros de cem minutos. Os encontros foram ministrados pelo pesquisador, que neste período do ano letivo ocupava o cargo de professor da STE. Porém, é oportuno mencionar que nos dois primeiros bimestres do ano letivo de dois mil e dez, o pesquisador ministrava aulas de física para os dois grupos envolvidos na pesquisa.

Os conteúdos dos grupos G_c e G_e foram planejados de tal maneira que ambos iniciaram e encerraram no mesmo período. Os encontros dos dois grupos aconteciam na

mesma noite, o encontro com o G_c nos dois primeiros tempos antes do intervalo e o encontro com o G_e nos dois últimos tempos após o intervalo.

Dois dias após a realização dos encontros, foram aplicados os pós-testes. A estratégia para coleta dos dados foi a mesma do pré-teste, com uma entrevista e dois testes escritos. A estrutura dos problemas do pós-teste apresentava o mesmo nível de dificuldade em relação aos problemas do pré-teste. Os três níveis de abstração, experimento, imagens dos objetos reais e imagem dos símbolos dos elementos, foram explorados nos pós-testes, pois assim havia possibilidade de analisar a evolução da interpretação dos alunos quanto aos problemas dos circuitos elétricos simples. Um aluno de cada grupo não quis participar do pós-teste, mesmo o pesquisador argumentando a importância das respostas para fins de pesquisa.

4.4 Procedimentos da pesquisa com o grupo experimental

Como descrito anteriormente, o grupo experimental teve contato com o conteúdo sobre circuitos elétricos utilizando apenas o AVE. Em todos os encontros, foram disponibilizados guias de navegação para que os alunos pudessem navegar apenas nos conteúdos relativos ao encontro. Os encontros foram iniciados na segunda quinzena de outubro de dois mil e dez.

No primeiro encontro, os alunos tiveram uma capacitação para poderem navegar no AVE. Esse treinamento abordou assuntos relacionados ao acesso nos, mapas conceituais e organização do conteúdo no AVE.

Após a capacitação, os alunos simularam dois circuitos elétricos no simulador dinâmico. No término de cada simulação, o pesquisador era chamado para salvar a atividade. Essas simulações serviram como fontes das concepções prévias apresentadas pelos alunos quanto à estrutura e funcionamento dos circuitos elétricos simples.

Encerradas as atividades no simulador, os alunos acessaram, via mapa conceitual, a seção dos *elementos dos circuitos elétricos*. Os conceitos previstos no guia de navegação foram *condutores* e *fonte de energia elétrica*. Um mapa conceitual sobre circuitos elétricos foi projetado antes da navegação. Este mapa apresentava todos os conceitos que seriam trabalhados durante os encontros. Neste primeiro encontro o foco foi a parte do mapa conceitual que continha os elementos dos circuitos elétricos. A utilização do mapa faz parte da estratégia de aprendizagem pelo princípio da diferenciação progressiva.

Os dois primeiros conceitos, como observado anteriormente, não foram explorados. Na primeira página, que tratava dos *condutores elétricos*, além do texto os alunos teriam que acessar um vídeo que mostrava os efeitos causados por uma descarga elétrica no corpo

humano. Nesta mesma página há um *link* que ao ser acessado apresentava uma simulação sobre materiais condutores de eletricidade.

Após o estudo sobre condutores de eletricidade, o conceito *fontes de energia elétrica* foi o próximo a ser estudado. Ao acessar a página, o aluno encontrou um texto introdutório que envolvia produção de *energia elétrica* via usina hidrelétrica. Nesta página havia um vídeo sobre a produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas.

Na página seguinte havia explicações sobre outras fontes de energia elétrica e um vídeo sobre o funcionamento de uma pilha. A última página, conseqüentemente o último nível da formalização do conceito, foi apresentada a representação simbólica da fonte de energia em um circuito elétrico.

Ao final do estudo na página das fontes de energia elétrica, o aluno deveria voltar à página dos elementos dos circuitos elétricos para encerrar a navegação. Novamente, o mapa sobre os elementos dos circuitos elétricos foi projetado pelo pesquisador para promoção da reconciliação integrativa.

Para finalizar o encontro, os alunos responderam duas questões, uma que envolvia as fontes de energia elétrica e outra que tratava de materiais condutores de eletricidade. Uma observação peculiar deste encontro foi que o mesmo teve que ser realizado duas vezes, pois na primeira realização, cinco alunos não estavam presentes. No entanto, é importante frisar que o procedimento foi exatamente o mesmo nas duas realizações do primeiro encontro.

O segundo encontro, uma semana após o primeiro, iniciou com a projeção do mapa conceitual dos *elementos dos circuitos elétricos*. Logo após, o pesquisador entregou o guia de navegação para os alunos acessarem os conteúdos programados para o encontro.

Neste encontro foram trabalhados os conceitos de condutores de alta condutividade elétrica e condutores de baixa condutividade elétrica. Também condutores ôhmicos e condutores não ôhmicos foram discutidos nesse encontro.

A primeira página dos condutores de alta condutividade elétrica formalizava o conceito por meio de um texto, que foi complementado por uma imagem mostrando a presença de *elétrons livres* na estrutura de um material condutor de eletricidade.

A página seguinte, explicava a *condutividade elétrica nos materiais sólidos* e nos *fluidos*. Como exemplo, foi utilizada uma imagem de um fio de cobre e uma solução de ácido sulfúrico.

Após navegar na página dos materiais de alta condutividade, os alunos acessaram a página dos condutores de baixa condutividade elétrica. A imagem de um filamento de tungstênio da lâmpada incandescente complementava as informações contidas no texto. A

página seguinte trazia dois vídeos para mais informações da aplicabilidade dos materiais de baixa condutividade elétrica.

O primeiro vídeo tratava do *efeito joule*, fenômeno decorrente do aquecimento de um material condutor de eletricidade quando percorrido por uma corrente elétrica e o segundo vídeo explicava o aquecimento da água em um chuveiro elétrico. A última página dos elementos de baixa condutividade elétrica demonstrava a representação do símbolo de um resistor no circuito elétrico.

Ao término da navegação nas páginas dos elementos de baixa condutividade elétrica, o aluno continuaria o estudo dos elementos dos circuitos elétricos acessando as páginas dos *condutores ôhmicos*. Na primeira página, um gráfico da corrente elétrica em função da diferença de potencial representava as informações referentes à definição de condutor ôhmico contida no texto. Na segunda página havia um *link* que levava o aluno para uma simulação sobre condutores ôhmicos. Na mesma página foi retomado o conceito de resistência elétrica, para que na página posterior fosse formalizado matematicamente o comportamento de um condutor ôhmico. Também na terceira página a imagem de um resistor elétrico foi disponibilizada ao aluno.

Para finalizar os conceitos programados no segundo encontro, o aluno acessou o conceito de *condutores não ôhmicos*. Em uma única página, o conceito foi formalizado via texto e apresentação de um gráfico da corrente elétrica em função da diferença de potencial, que representava o comportamento de um condutor não ôhmico.

Ao término do encontro, o mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos foi apresentado para promover a reconciliação integrativa. Neste encontro todos os alunos do grupo experimental estavam presentes.

O terceiro encontro ocorreu quatro dias após o segundo, pois devido à reforma da escola houve a necessidade de adiantar os encontros. O mapa conceitual dos conceitos relacionados aos circuitos elétricos simples foi projetado e o pesquisador destacou a parte do mapa que seria trabalhado no momento. Os conceitos planejados foram *resistência equivalente e configuração em série*. Após apresentar os conceitos do encontro, foi entregue o guia de navegação.

A primeira página acessada foi à página de introdução às *configurações dos circuitos elétricos*. Nela, além do texto introdutório, o aluno teria que assistir a um vídeo que mostrava lâmpadas conectadas em *série* e em *paralelo*, ou seja, de maneira mista.

Na próxima página acessada, ainda parte da introdução das configurações, havia alguns questionamentos sobre o funcionamento dos circuitos elétricos. Nesta página, o aluno era levado a pensar sobre situações do cotidiano que envolve circuitos elétricos.

Continuando a navegação no AVE, o aluno acessa a página do mapa das configurações e, em seguida, a página da *resistência equivalente* que continha um texto introdutório sobre resistência equivalente.

Após a leitura do texto, o aluno retorna ao mapa conceitual das configurações e acessa o *link* denominada *série*. Esta página foi produzida de tal maneira a propiciar informações no formato de texto e vídeo. A página seguinte continha um *link* para explorar um simulador, textos informativos e apresentava uma imagem na qual havia quatro resistores, representados pelo seu símbolo, associados em série.

No simulador, o aluno encontrava o circuito já configurado em série e sua tarefa era apenas conectar as lâmpadas e observar os brilhos das mesmas. Encerrado o estudo no simulador e do texto, o aluno passava para a terceira página que continha uma figura com as representações de lâmpadas e símbolos de resistores conectados em série, e um texto que explicava o cálculo da resistência equivalente da associação em série.

Ao término do estudo na seção de configurações dos resistores em série, o aluno voltava para a página do mapa das configurações. Novamente o mapa conceitual das configurações foi projetado para promover a reconciliação integrativa. Para encerrar o encontro, os alunos utilizaram o simulador dinâmico e construíram um circuito no qual as lâmpadas deveriam estar conectadas em série. Neste encontro uma aluna não estava presente.

No início desse encontro caiu o sinal da Internet. Foram feitos os procedimentos padrão de reiniciar o modem e o servidor, além de desconectar e conectar os cabos de rede. Após quinze minutos de tentativa o sinal de Internet foi estabilizado e o encontro foi iniciado.

O quarto encontro ocorreu quatro dias após o terceiro. Como de praxe, os alunos foram até a STE e após se acomodarem junto aos computadores receberam o guia de navegação. O mapa dos conceitos dos circuitos elétricos foi projetado pelo pesquisador e o mesmo comentou os conceitos que seriam estudados. Os conteúdos planejados para esse encontro foram a *configuração em paralelo e mista dos circuitos elétricos simples*.

O guia sugeria que o aluno iniciasse com configuração em paralelo de resistores. Para isso, seria necessário acessar o mapa das configurações e clicar no *link paralelo*. Esta seção foi estruturada da mesma maneira da seção da configuração em série.

A página introdutória continha informações no formato de texto e vídeo. Na página seguinte o aluno acessava um *link* para explorar um simulador. A página também continha

textos informativos e apresentava uma imagem na qual havia quatro resistores, representados pelos respectivos símbolos, associados em paralelo.

No simulador, o aluno encontrava o circuito já configurado em paralelo e sua tarefa era apenas conectar as lâmpadas e observar os brilhos das mesmas. Encerrado o estudo no simulador e no texto, o aluno passava para a terceira página que continha uma figura que mostrava a representação os símbolos dos resistores conectados em paralelo, e um texto que explicava o cálculo da resistência equivalente da associação em paralelo.

Após estudar a configuração em paralelo dos resistores, o aluno retornou ao mapa das configurações e acessou o *link misto*. A organização do conteúdo sobre circuitos misto seguiu a mesma estratégia das configurações em série e paralelo. A primeira página com textos informativos e um vídeo, a segunda página um texto que detalhava as características do circuito misto e um *link* para acessar uma simulação. A terceira página detalhava o cálculo da resistência equivalente da configuração em questão e uma imagem representava a maneira que os resistores são conectados no circuito elétrico misto. Por fim, um *link* que levava o aluno ao simulador dinâmico para fazer a atividade da aula que, nesse caso, consistia na construção de um circuito elétrico misto.

No encerramento do encontro o pesquisador projetou o mapa conceitual dos conceitos estudados no portal para promover a reconciliação integrativa dos conceitos estudados até o momento. Neste encontro, dois alunos não compareceram, mas é importante registrar que os dois participaram dos três primeiros encontros.

Por fim, o último encontro com o grupo experimental. Neste encontro foi previsto trabalhar com a parte do mapa que tratava dos assuntos ligados às *propriedades dos circuitos elétricos*. As propriedades estudadas foram *potência dissipada*, *sentido da corrente elétrica*, *corrente elétrica alternada*, *corrente elétrica contínua* e *instrumentos de medidas*.

Após a apresentação do mapa conceitual dos circuitos elétricos, com a finalidade de promover a diferenciação progressiva dos conceitos, o guia de navegação foi distribuído para os estudantes.

Para acessar os conteúdos, o aluno precisava entrar na página do mapa conceitual das propriedades dos circuitos elétricos. O primeiro *link* sugerido pela navegação foi *potência dissipada*. Ao acessar a página, o aluno teria que ler um texto introdutório que continha informações sobre essa propriedade dos circuitos elétricos. A segunda página, além do texto, o aluno poderia observar a imagem de uma lâmpada incandescente emitindo brilho.

Na terceira página havia um vídeo que tratava do aquecimento da água quando esta entra em contato com o resistor do chuveiro elétrico e apresentava ferramentas matemáticas para calcular a potência elétrica dissipada por um resistor.

Para dar continuidade aos conteúdos programados para o encontro, o aluno precisava voltar ao mapa das propriedades dos circuitos elétricos. Neste mapa, o aluno teria que acessar o *link corrente elétrica*. Mesmo a corrente elétrica sendo um subsunçor necessário para o estudo dos circuitos elétricos, o conceito foi incluído no mapa para servir de ligação dos conceitos sobre sentido da corrente elétrica, corrente elétrica alternada e corrente elétrica contínua.

Foi dedicada apenas uma página para tratar do assunto *corrente elétrica*. Esta página continha texto e um *link* para acessar uma animação. Na animação, os elétrons livres de um fio condutor de eletricidade movimentam-se aleatoriamente, mas quando as extremidades do fio são conectadas a uma pilha, esse movimento passa ser ordenado.

Terminada a observação da animação, o aluno retornaria ao mapa das propriedades e acessaria o *link instrumentos de medida*. Esta página contém informações a respeito dos instrumentos de medidas dos circuitos elétricos. Foram usados como exemplos de instrumentos de medidas, o amperímetro, o voltímetro e o ohmímetro. Esses conceitos eram encontrados na parte inferior do mapa das propriedades, no nível destinado aos exemplos.

Para continuar a navegação no AVE, o aluno precisava acessar a página do mapa das propriedades e clicar no *link sentido*. Nesta página o aluno receberia as informações necessárias, no formato de texto e vídeo sobre o sentido da corrente elétrica. Ao terminar de assistir o vídeo e finalizar a leitura do texto, o aluno voltaria novamente para a página do mapa das propriedades dos circuitos elétrico. Nesta página teria que acessar o *link portadores de cargas elétricas* e fazer a leitura do texto que discorria a respeito dos portadores de cargas elétricas. Também havia uma tabela com informações sobre as cargas elétricas, sinais e massas dos portadores de cargas elétricas.

O próximo conceito estudado foi *corrente contínua*. A primeira página do conceito foi elaborada com texto e um gráfico da intensidade da corrente elétrica em função do tempo. O texto da página posterior informava em quais condições do cotidiano há corrente elétrica contínua. Na mesma página, um vídeo mostrava o que os cientistas no século dezanove entendiam por corrente elétrica.

Terminado os estudos na página dedicada à corrente elétrica contínua, o aluno retorna para o mapa conceitual das propriedades dos circuitos elétricos para acessar o último conceito do encontro. Este conceito foi encontrado no *link alternada*.

Como a pesquisa foi direcionada apenas aos circuitos elétricos de corrente contínua, foi dedicada uma página para apresentar o conceito de corrente elétrica alternada. Nesta página há um texto que diferencia corrente elétrica contínua de corrente elétrica alternada e um vídeo que explicava o comportamento dos portadores de cargas elétricas na corrente elétrica alternada.

A atividade proposta para o encontro buscava integrar todos os conceitos aprendidos na seção das propriedades dos circuitos elétricos simples. Uma folha com três questões dissertativas, nas quais duas eram referente a potência dissipada e uma ao sentido da corrente elétrica foi entregue aos alunos. Antes dos alunos começarem a responder as questões, o pesquisador projetou o mapa conceitual dos circuitos elétricos a fim de promover a reconciliação integrativa. Nenhum aluno faltou ao último encontro.

5 Análise dos Resultados

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos dados obtidos durante a pesquisa. Esses dados correspondem aos testes dos subsunçores do grupo experimental e grupo controle e os pré-testes e pós-testes que foram aplicados em ambos os grupos. Por fim, serão analisadas as entrevistas que foram realizadas com dois alunos do grupo controle e dois alunos do grupo experimental.

5.1 Análise dos testes subsunçores

As primeiras análises são correspondentes aos testes dos subsunçores que foram aplicados para conhecer os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno. Os dois grupos responderam ao teste que foi composto por doze questões objetivas. O Quadro 5.1 indica os resultados do teste dos conceitos subsunçores aplicado aos alunos do grupo experimental.

Quadro 5.1. Resultado do teste dos conceitos subsunçores do grupo experimental e grupo controle.

Número da questão.	Conceito envolvido na questão.	Número de alunos do Ge que apresentam subsunçores. Responderam ao teste 13 alunos.	Número de alunos do Ge que apresentamsunçores Responderam ao teste 16 alunos.
01	Lei de Coulomb	4	12
02	Linhas de Força	12	12
03	Vetor campo elétrico	5	8
04	Lei de Coulomb	2	2
05	Estrutura do Modelo atômico de Bohr	7	6
06	Eletrização por atrito	3	6
07	Eletrização por contato	5	7
08	Condutores de eletricidade	8	13
09	Conservação da carga elétrica	5	9
10	Eletrização por indução	5	12
11	Intensidade da corrente elétrica	4	8
12	Diferença de potencial	5	7

O teste dos subsunçores abordou onze conceitos diferentes e que são estudados antes de apresentar o conteúdo de circuitos elétricos simples. Desses conceitos, apenas os destacados em negritos serviram de subsunçores para apresentar o conteúdo de circuitos elétricos simples. Responderam o teste treze alunos do grupo experimental e dezesseis alunos do grupo controle.

Como pode ser observado no Quadro 5.1, a maioria dos alunos do grupo experimental não apresentou os conceitos subsunçores relacionados ao vetor campo elétrico,

conservação da carga elétrica, intensidade da corrente elétrica e diferença de potencial, enquanto a maioria do grupo controle não apresentou os conceitos subsunçores relacionados à estrutura do modelo de Bohr e diferença de potencial.

Após averiguar que os conceitos subsunçores necessários para aplicação do material instrucional não estavam claros na estrutura cognitiva da maioria dos alunos, o pesquisador elaborou uma aula expositiva com duração de cem minutos para trabalhar com os dois grupos envolvidos na pesquisa.

5.2 Análise quantitativa dos questionários

Nesta primeira parte da análise dos dados serão apresentados os resultados estatísticos que foram coletados com os dois questionários do pré-teste e com os dois questionários do pós – teste, testes que foram respondidos por todos os alunos de ambos os grupos.

Nas questões do pré –teste I e o pós – teste I, as figuras dos circuitos elétricos contém imagens que representam os elementos concretos dos circuitos elétricos simples, enquanto as figuras do pré – teste II e pós – teste II apresentam os símbolos utilizados na Física para representar os elementos dos circuitos elétricos.

A fidedignidade dos quatro testes elaborados para coleta de dados é apresentada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Resultado da fidedignidade dos questionários do pré – teste e pós – teste.

	Pré – teste I			
Alfa de Cronbach (α)	0,94	0,86	0,96	0,89

Os resultados obtidos nos testes de validação interna mostraram que os quatro questionários poderiam ser utilizados como instrumentos de coletas de dados, pois os mesmos apresentaram ser eficientes.

As figuras dos circuitos elétricos que compunham o pré- teste I e o pós – teste I apresentavam imagens dos elementos reais dos circuitos elétricos. Nos questionários do pré – teste II e pós – teste II as figuras eram formadas por símbolos dos circuitos elétricos. As questões 1, 2, 3, 8 e 9 dos pré – testes e pós – testes foram embasadas nos testes apresentados no trabalho de Gravina e Buchweitz (1994). Abaixo são apresentados os resultados estatísticos dos questionários.

Tabela 5.2. Análise do resultado do pré – teste I do grupo experimental e grupo controle

	Número de alunos que responderam o teste	Média	Variância	Teste t
Grupo experimental	12	2,13	4,49	$p < 0,211$
Grupo controle	18	4,30	3,88	

Tabela 5.3. Análise do resultado do pré – teste II do grupo experimental e grupo controle

	Número de alunos que responderam o teste	Média	Variância	Teste t
Grupo experimental	11	1,97	4,56	$p < 0,485$
Grupo controle	20	3,47	1,87	

Tabela 5.4. Análise do resultado do pós – teste I do grupo experimental e grupo controle

	Número de alunos que responderam o teste	Média	Variância	Teste t
Grupo experimental	12	5,13	19,18	$p < 0,050$
Grupo controle	16	4,38	10,26	

Tabela 5.5. Análise do resultado do pós – teste II do grupo experimental e grupo controle

	Número de alunos que responderam o teste	Média	Variância	Teste t
Grupo experimental	11	4,33	16,08	$p < 0,005$
Grupo controle	17	3,47	3,19	

A análise quantitativa dos testes mostra que a média do grupo experimental foi maior do que a média do grupo controle nos dois questionários do pós-testes. Também pode ser observada que os dois grupos aumentaram suas médias, quando comparado os resultados do pré – teste I, Tabela 5.2, com os resultados do pós – teste I, Tabela 5.4. A média dos grupos em relação ao pós – teste II, Tabela 5.3, foi maior do que a média do pré – teste II, Tabela 5.5.

A diferença entre a média dos pós – testes apontam que a sequência didática elaborada para esta pesquisa teve maior eficiência em comparação com as aulas tradicionais, nas quais o grupo controle estudou o conteúdo. A hipótese H_0 pode ser desprezada, pois o índice de significância estatístico (p) não foi superior que 0,05.

Como não houve diferença em relação ao conteúdo entre os dois grupos durante o desenvolvimento da pesquisa, a diferença das médias entre os dois pós-testes indica que o uso do AVE foi um fator determinante para o maior rendimento do grupo experimental.

Outro resultado importante para a pesquisa corresponde ao nível de dificuldade dos alunos conforme aumenta o nível de abstração das figuras que representam os circuitos elétricos.

Ao comparar a média dos dois grupos no pré – teste I com a média dos dois grupos do pré – teste II, verifica que a média do questionário, no qual as figuras são representadas por imagens dos objetos concretos dos circuitos elétricos, é maior que o pré teste II, no qual as os elementos dos circuitos elétricos são representados na figura por símbolos usados na Física. Na próxima seção serão apresentados os resultados qualitativos da pesquisa.

5.3 Análise qualitativa dos dados

No primeiro momento será apresentada a análise das entrevistas realizadas com quatro alunos, dois do G_e e dois do G_c . Em outra seção serão analisados os dois testes escritos que foram respondidos pelos quatro alunos. Assim, será possível verificar se o nível de abstração dos testes influencia nas respostas formuladas pelos alunos.

5.3.1 Análise das entrevistas

O Quadro 5.2 mostra as respostas e os argumentos dos alunos durante a entrevista do pré-teste. Na questão um do pré - teste o aluno precisava explicar porque a lâmpada não acenderia se os fios fossem conectados a um único polo da bateria, enquanto na questão do pós – teste o aluno precisa dizer o que era necessário para a lâmpada do circuito elétrico acender. Será adotada a convenção de designar por A_e os alunos do grupo experimental e designar por A_c os alunos do grupo controle.

Na tarefa dois do pré – teste, o aluno precisava prever se haveria diferença no brilho de duas lâmpadas, de mesma resistência, conectadas em série. A mesma tarefa foi proposta no pós – teste. Os resultados são apresentados no Quadro 5.3.

Na terceira tarefa da entrevista, o aluno precisava responder sobre o efeito causado no circuito elétrico em série, composto por duas lâmpadas de mesma resistência elétrica, quando uma lâmpada do circuito fosse desconectasse. Os dados dessa tarefa estão no Quadro 5.4

Quadro 5.2. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à primeira tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.

Aluno	Resposta		Argumento		Modelo	
	Pré- teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	Não acenderá	Fechar o circuito	O aluno apresenta bases empíricas na estrutura de sua resposta.	Ao fechar o circuito haverá corrente elétrica.	Bateria fonte de corrente elétrica.	A corrente elétrica surge quando há uma ddp entre os terminais da bateria.
A _{2e}	Acenderá	Colocar uma garra na no polo positivo e a outra garra no polo negativo.	O aluno usa de tentativa e erro para explicar o não funcionamento da lâmpada.	Colocando as duas garras em cada polo da bateria, haverá energia no circuito.	Não aparece.	A fonte de energia elétrica fornece os portadores de cargas responsáveis pela corrente elétrica no circuito.
A _{1c}	Não acenderá	Colocar uma garra na no polo positivo e a outra garra no polo negativo.	O aluno apresenta bases empíricas na estrutura de sua resposta.	Só haverá passagem da corrente elétrica no fio se as duas garras dos fios estiverem ligados nos dois polos da bateria.	Bateria fonte de corrente elétrica.	Bateria fonte de corrente elétrica.
A _{2c}	Acenderá	Conectar uma garra em um polo da bateria e a outra garra no outro polo da bateria.	Não apresenta segurança na resposta, porém cita termos científicos para sustentar a resposta.	Para passar a corrente, pois se ligar as duas garras em um polo não haverá corrente elétrica.	Bateria fonte de corrente elétrica.	Bateria fonte de corrente elétrica.

Quadro 5.3. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à segunda tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.

Aluno	Resposta		Argumento		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste	Pré – teste	Pós - teste
A _{1e}	As duas irão brilhar igual.	As duas vão emitir o mesmo brilho.	O brilho será o mesmo para as duas lâmpadas têm mesma resistência elétrica.	O brilho será o mesmo para as duas lâmpadas, pois a corrente elétrica é a mesma nas duas lâmpadas.	As lâmpadas recebem a mesma quantidade de energia elétrica.	Apresenta da associação em série.
A _{2e}	As duas irão brilhar igual.	As duas vão emitir o mesmo brilho.	O brilho será o mesmo para as duas lâmpadas têm mesma resistência elétrica.	A energia da bateria passará em uma lâmpada e depois a mesma energia passará na outra lâmpada	Não há modelo.	A bateria é uma fonte de corrente elétrica.
A _{1c}	As duas irão brilhar igual.	Vão brilhar com a mesma intensidade.	O brilho será o mesmo para as duas lâmpadas têm mesma resistência elétrica.	A ddp é dividida para as duas lâmpadas.	Há duas correntes elétricas no circuito.	1. A ddp é uma propriedade da corrente elétrica. 2. A corrente elétrica se desgasta ao passar por uma resistência elétrica.
A _{2c}	As duas irão brilhar igual.	As duas vão emitir o mesmo brilho.	Por que vai passar a mesma carga pelas duas lâmpadas.	O brilho será o mesmo para as duas lâmpadas têm mesma resistência elétrica.	As lâmpadas têm a mesma força elétrica.	Analisa fragmentos do circuito elétrico.

Quadro 5.4. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à terceira tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.

Aluno	Resposta		Argumento		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	A lâmpada que permaneceu emitindo brilho maior.	A lâmpada que permaneceu irá apagar.	A energia utilizada pela lâmpada que foi retirada do circuito foi utilizada pela lâmpada que permaneceu no circuito elétrico.	As lâmpadas estão conectadas em série.	Aumento da energia na lâmpada que ficou no circuito elétrico. Relação entre força e potência dissipada.	Configuração em série de resistores.
A _{2e}	A lâmpada que permaneceu emitindo maior brilho.	Não acontecerá nada	A lâmpada receberá mais energia.	A lâmpada que ficou no circuito emitirá o mesmo brilho.	Não aparece nenhum modelo físico na resposta.	Não olha o circuito elétrico como um todo, mas sim fragmentado.
A _{1c}	A lâmpada que permaneceu no circuito deixará de funcionar.	Vai apagar a outra lâmpada.	Apresenta visão do circuito ao indicar a importância do resistor da lâmpada que será retirada. Porém, não emprega o conceito de energia elétrica corretamente.	Não haverá corrente elétrica no circuito elétrico.	Sem o resistor da lâmpada, não terá passagem da energia.	A lâmpada funcionará apenas se o circuito estiver fechado.
A _{2c}	A lâmpada que ficou no circuito continuará funcionando.	A lâmpada que permaneceu emitindo maior brilho.	Considera o motivo dos fios continuarem conectados. Com isso, a lâmpada permanecerá funcionando.	A lâmpada continuará receber energia.	Não apresenta nenhum modelo científico.	Analisa fragmentos do circuito elétrico.

Quadro 5.5. Análise das respostas fornecidas pelos alunos, referente à terceira tarefa da entrevista do pré – teste e do pós - teste.

Aluno	Resposta		Argumento		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	Sim, a lâmpada de maior resistência.	A lâmpada de menor resistência brilhará mais.	O aluno faz analogia com o funcionamento do chuveiro elétrico durante a elaboração de sua resposta, mas emprega de maneira errônea o conceito de diferença de potencial.	As lâmpadas estão conectadas em paralelo.	Relaciona potência dissipada com a diferença de potencial.	Concepção científica de associação de resistores.
A _{2e}	Sim, a lâmpada de maior resistência.	A lâmpada de maior resistência.	O aluno não consegue elaborar uma resposta definitiva. Aponta a resistência da lâmpada como fator predominante da diferença de brilho entre as duas lâmpadas.	A lâmpada de maior resistência tem maior potência.	A lâmpada com maior brilho precisa de mais força para funcionar.	Analisa o circuito de maneira fragmentada.
A _{1c}	Sim, a lâmpada de maior resistência. A lâmpada de menor resistência não vai acender.	A lâmpada de maior resistência.	Em sua resposta predominam as condições das concepções espontâneas, pois há confusão entre corrente elétrica, diferença de potencia e resistência elétrica.	A lâmpada de maior resistência vai absorver mais energia.	A lâmpada que emite maior brilho consome grande quantidade de carga elétrica.	Não analisa o circuito elétrico em sua totalidade.
A _{2c}	Sim, a lâmpada de maior resistência elétrica.	A lâmpada de maior resistência.	O aluno embasa sua resposta em três concepções espontâneas, apresentadas na coluna ao lado	Por ser maior a corrente elétrica que passa pela lâmpada de maior resistência	Quanto maior a resistência elétrica, maior o brilho da lâmpada;	Corrente elétrica e resistência elétrica são diretamente proporcional.

Dos quatro alunos entrevistados, apenas o aluno A_{1e} mostrou indícios de utilizar modelos que vão de encontro com as concepções científicas. Mesmo acertando as três primeiras tarefas da entrevista, o aluno utiliza modelos alternativos. Os alunos A_{2e} A_{2c}, mostram respostas mais estruturadas no pós – teste. No entanto, as concepções alternativas persistem tanto nas respostas, quanto nos argumentos e modelos.

As falas abaixo fazem parte das transcrições das oito entrevistas realizadas nesta etapa da pesquisa. Serão apresentados alguns trechos das respostas dos alunos que foram entrevistados.

Transcrição das falas referente ao pré – teste da primeira tarefa da entrevista.

A_{1e}: *Não sei não professor, só sei que tem que liga no positivo e no negativo. Pela minha experiência de vida eu sei que funciona desse.*

A_{2e}: *Coloca um aqui (aponta para um terminal da bateria) e o outro do outro lado.*

Pesquisador: *Por que tenho que conectar desse lado?*

A_{2e}: *Seria uma forma de fazer um teste para ver se funcionaria.*

Pesquisador: *O que leva você a pensar que a lâmpada vai acender se eu conectar os dois em um único polo? (aponta para a bateria).*

A_{2c}: *então, pelo fio né, que vai passa...se eles são iguais, vai passar corrente pelos dois.*

Respostas dadas no pós – teste da primeira tarefa da entrevista. O aluno A_{1e} apresenta mudança em seu modelo, pois deixa de usar suas concepções prévias e utiliza uma concepção científica. O aluno A_{2e} apresenta respostas mais organizadas no pós – teste em comparação com o pré – teste, no entanto seu modelo corresponde às concepções alternativas, enquanto o aluno A_{1c} mantém suas respostas, mas conserva seu modelo. A aluna A_{2c}, que errou a questão no pré – teste, apresentou uma resposta de acordo com os modelos científicos.

A_{1e}: *Conectar no menor potencial e no maior potencial (aponta para os pólos da bateria).*

Pesquisador: *Porque eu tenho que ligar no pólo positivo e negativo?*

A_{1c}: *Por quê? ...pra passa corrente elétrica*

O aluno A_{1e} responde que as lâmpadas estão ligadas em série antes mesmo de o professor fazer qualquer tipo de pergunta. A resposta é conservada, porém seu modelo e seus argumentos direcionam para as concepções científicas. Quanto ao aluno A_{2e}, pode concluir que as concepções alternativas predominam em suas respostas:

A_{1e}: *O circuito “tá” em série.*

Pesquisador: *Está em série? Como você sabe que o circuito está em série?*

A_{1e}: *As duas lâmpadas tão juntas e se tira aquela (aponta para uma primeira lâmpada) abre o circuito.*

Fala do aluno **A_{2e}** e **A_{2e}** para explicar o brilho de duas lâmpadas de mesma resistência elétrica conectadas em série:

A_{2e}: *Vai vim energia aqui e acende essa lâmpada (aponta para a primeira lâmpada) passa pelo fio e acende a outra lâmpada (aponta para a segunda lâmpada).*

A_{1c}: *Porque vão ta participando da mesma voltagem. São 12 volts e vai ser dividida a carga por igual para as lâmpadas.*

O aluno **A_{1e}** estrutura sua resposta do pós – teste no modelo científico que envolve configuração de resistores. Já o aluno **A_{1c}** conserva o modelo apresentado no pré – teste.

A_{1e}: *Porque como ela ta em paralelo, ela tem menor resistência, vai ter maior potencia.*

A_{1c}: *Maior resistência, ela vai ter maior brilho nessa ligação.*

5.3.2 Análise dos questionários I do pré-teste e pós – teste.

Nesta seção serão analisadas as respostas e os modelos usados pelos alunos que participaram da entrevista. Tanto as respostas quanto os modelos referem-se aos questionários I do pré – teste e pós – teste. Esses questionários contêm figuras dos circuitos elétricos que foram representadas por imagens dos elementos reais dos circuitos elétricos. Os dois questionários encontram – se no apêndice desta dissertação.

Na primeira questão, aluno precisava analisar o circuito para explicar o funcionamento de uma lâmpada, cujos fios estavam conectados a um único polo da bateria. As respostas são apresentadas no Quadro 5.6.

Quadro 5.6. Análise das respostas da questão um do questionário I do pós-teste referente à primeira tarefa da entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	Não acenderá.	É necessário conectar um fio no outro polo da bateria.	O aluno não apresenta um modelo, justifica apenas que os fios estão ligados errados.	Para ter corrente elétrica no circuito, é necessário que os fios sejam conectados nos dois polos da bateria .
A _{2e}	Acenderá.	Ligar o interruptor	A energia sai apenas do polo negativo.	Não justifica a resposta.
A _{1c}	Não acenderá.	É necessário conectar um fio no outro polo da bateria e ligar o interruptor.	Não há corrente elétrica no circuito.	Apesar de apresentar os aspectos necessários para a lâmpada funcionar, não apresenta um modelo que apareça as propriedades físicas do circuito elétrico..
A _{2c}	Não acenderá	Ligar o interruptor.	O fio não está ligado na bateria.	Não justifica a resposta.

Na segunda questão do questionário I, o aluno precisava responder se haveria diferença entre o brilho de duas lâmpadas de mesma resistência elétrica ligadas em série. As respostas são apresentadas no Quadro 5.7.

Quadro 5.7 Análise das respostas da questão um do questionário I do pós-teste referente à primeira tarefa da entrevista.

Aluno	Resposta				Modelo		
	Pré - teste		Pós - teste		Pré - teste		Pós - teste
A _{1e}	As lâmpadas emitirão o mesmo brilho.	As duas lâmpadas têm a mesma quantidade de carga elétrica.	As lâmpadas são percorridas pela mesma corrente elétrica.				
A _{2e}	O brilho das lâmpadas será diferente	das lâmpadas será diferente	Não define a resposta.	a lâmpada.	O brilho depende da potência de cada lâmpada.	O brilho depende da potência de cada lâmpada.	
A _{1c}	As lâmpadas emitirão o mesmo brilho.	A carga positiva é dividida igualmente para as duas lâmpadas.	As lâmpadas possuem a mesma amperagem.				
A _{2c}	O brilho das lâmpadas será diferente	das lâmpadas será diferente	As lâmpadas emitirão o mesmo brilho.	As lâmpadas emitirão o mesmo brilho.	Não apresenta modelo.	Não apresenta modelo.	

Na questão sete do questionário I os alunos precisavam responder sobre o efeito causado no circuito elétrico devido à queima do filamento de uma lâmpada. Este circuito era formado por duas lâmpadas de mesma resistência elétrica conectadas em série. O Quadro 5.8 mostra as respostas de cada aluno que participou da entrevista. A questão se refere à tarefa três da entrevista.

Quadro 5.8. Análise das respostas da questão sete do questionário I referente à terceira tarefa realizada na entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	Só uma lâmpada apagará.	A outra lâmpada apagará.	Para cada lâmpada há uma corrente elétrica.	O circuito elétrico abre e não há corrente elétrica passando pela lâmpada.
A _{2e}	Modificará o brilho das duas lâmpadas.	A lâmpada apagará.	Não aparece nenhum modelo na resposta.	O circuito elétrico ficará aberto.
A _{1c}	As outras lâmpadas deixarão de funcionar.	A outra lâmpada de apagará.	A corrente elétrica será interrompida.	A corrente elétrica será interrompida.
A _{2c}	As outras lâmpadas continuarão funcionando.	A outra apagará.	Não apresentou modelo em sua resposta.	Não apresentou modelo em sua resposta.

Na quarta tarefa da entrevista, havia duas lâmpadas de resistências elétricas diferentes conectadas em paralelo. O aluno precisava explicar se alguma das lâmpadas emitiria maior brilho. Esta tarefa corresponde a questão seis do questionário I e as respostas dos alunos são apresentadas no Quadro 5.9.

Quadro 5.9. Análise das respostas da questão cinco do questionário I referente à quarta tarefa realizada na entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo
	Pré - teste	Pós - teste	
A _{1e}	Brilharão com a mesma intensidade	A lâmpada A brilhará mais.	<u>A</u> Brilharão iguais porque são carregadas com a mesma intensidade de energia.
A _{2e}	Sim, a lâmpada de maior resistência elétrica	A lâmpada A brilhará mais.	<u>A</u> A lâmpada de maior resistência recebe maior quantidade de carga elétrica.
A _{1c}	A lâmpada de maior resistência emitirá o maior brilho.	A lâmpada A brilhará mais.	<u>A</u> Relaciona o brilho da lâmpada com a resistência elétrica da mesma.
A _{2c}	As lâmpadas emitirão o mesmo brilho.	A lâmpada A brilhará mais.	<u>A</u> A corrente elétrica é a mesma para todas as lâmpadas.

5.3.3 Análise dos questionários I do pré-teste e pós – teste.

Nesta seção serão analisadas as respostas e os modelos usados pelos alunos que participaram da entrevista. Tanto as respostas quanto os modelos referem-se aos questionários II do pré – teste e pós – teste. Esses questionários possuem figuras formadas por símbolos usados na Física para representar os elementos reais dos circuitos elétricos. Os dois questionários encontram – se no Apêndice desta dissertação.

Na primeira questão do questionário II, correspondente à questão 1 do questionário I, o aluno precisava explicar se o resistor conseguiria elevar a temperatura da água do recipiente no qual estava imerso. Essa questão é equivalente à primeira tarefa da entrevista. Contudo, os fios estavam ligados apenas no polo positivo da fonte de energia. As respostas são apresentadas no Quadro 5.10.

Quadro 5.10. Análise das respostas da questão três dos questionários II, referente à primeira tarefa da entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	Aumentará a temperatura.	É preciso ligar um fio no pino de menor potencial.	A mudança de temperatura depende do tempo que o resistor ficará em contato com a água.	O aquecimento depende da corrente elétrica. Esta por sua vez depende da ddp entre os terminais da bateria.
A _{2e}	Aumentará a temperatura.	A temperatura do resistor cresce à medida que a corrente elétrica percorre e aumenta.	Terá que ligar o fio no outro polo para fechar o sistema.	Não há ligação entre os conceitos. Buscou a respostas nas informações do teste.
A _{1c}	Não aumentará a temperatura.	É necessário ligar os fios nos terminais positivo e negativo.	Os fios devem ser ligados nos dois polos.	Os fios devem ser ligados em dois polos para ter corrente elétrica no circuito elétrico.
A _{2c}	Aumentará a temperatura.	Deve ligar o fio no outro polo.	O fio não está ligado na bateria.	Não apresenta modelo.

O Quadro 5.11 mostra a resposta dos alunos à segunda questão do questionário II. Nesta questão, havia dois recipientes com a mesma quantidade de água. Cada recipiente tinha um resistor de mesma resistência elétrica e, os dois resistores estavam conectados em série. O aluno precisava responder se haveria diferença na temperatura da água contida nos dois recipientes. Essa questão corresponde à questão três do questionário I e a tarefa dois da entrevista.

Quadro 5.11. Análise das respostas da questão três dos questionários II, referente à segunda tarefa da entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1c}	Não define a resposta.	A temperatura da água nos dois recipientes será modificada e terão a mesma temperatura.	Para modificar a temperatura da água nos recipientes, deve movimentar os dois recipientes.	Há corrente elétrica passando pelos resistores.
A _{2e}	A temperatura da água nos recipientes será a mesma.	A temperatura da água nos recipientes será modificada.	Os dois resistores recebem a mesma quantidade de carga elétrica.	Não apresenta um modelo para resposta.
A _{1c}	A temperatura da água nos recipientes não será a mesma.	A temperatura da água nos dois recipientes será modificada e terão a mesma temperatura.	O recipiente mais próximo do polo positivo terá a temperatura da água mais elevada.	Há corrente elétrica de mesma intensidade percorrendo os dois resistores.
A _{2c}	A temperatura da água nos recipientes será a mesma.	Não muda.	Não apresenta modelo.	Não apresenta modelo.

Na questão sete do questionário II os alunos precisavam analisar o efeito causado no circuito elétrico devido à queima do resistor que estava imerso em um recipiente com água. Este circuito era formado por dois resistores de mesma resistência elétrica conectados em série.

O Quadro 5.12 mostra as respostas de cada aluno que participou da entrevista. A questão se refere à tarefa três da entrevista.

Quadro 5.12. Análise das respostas da questão três dos questionários II, referente à terceira tarefa da entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	A temperatura da água nos dois não será modificada.	A temperatura da água diminuirá.	A temperatura da água terá menor resistência.	Por estar conectados em série, o circuito ficará aberto.
A _{2e}	A temperatura da água diminuirá nos dois recipientes.	A temperatura da água diminuirá.	Não aparece nenhum modelo na resposta.	Não aparece nenhum modelo na resposta.
A _{1c}	Não continuará aquecendo a água dos dois recipientes.	Não continuará aquecendo a água dos dois recipientes.	Não terá ligação entre o polo positivo e negativo da bateria.	Não terá ligação entre o polo positivo e negativo da bateria.
A _{2c}	Deu condições para resposta	Não define uma única resposta para a questão.	Só esfriará a água dos recipientes se o resistor queimado for o que estiver próximo do polo negativo.	Só esfriará a água dos recipientes se o resistor queimado for o que estiver próximo do polo negativo.

O Quadro 5.13 mostra a resposta dos alunos da segunda questão do questionário II. Nesta questão havia dois recipientes com a mesma quantidade de água. Cada recipiente tinha um resistor. Os dois resistores, de resistências diferentes, estavam conectados em. O aluno precisava responder se haveria diferença na temperatura da água contida nos dois recipientes. Essa questão corresponde à sexta tarefa realizada na entrevista.

Quadro 5.13 Análise das respostas da questão cinco do questionário I referente à quarta tarefa realizada na entrevista.

Aluno	Resposta		Modelo	
	Pré - teste	Pós - teste	Pré - teste	Pós - teste
A _{1e}	Haverá diferença na temperatura da água dos dois recipientes.	Não haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	A água do recipiente que está mais próximo da bateria terá maior temperatura.	Não há modelo na resposta do aluno
A _{2e}	Não haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	Haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	Não justificou a resposta.	O resistor maior resistência recebe maior quantidade de carga elétrica.
A _{1c}	Não haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	Haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	A ddp da bateria é dividida igualmente para os dois resistores.	O recipiente com o resistor de menor resistência elétrica terá a temperatura da água mais elevada.
A _{2c}	Não haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	Haverá diferença na temperatura da água dos recipientes.	Não apresentou um modelo para explicar a resposta.	O recipiente com o resistor de maior resistência elétrica terá a temperatura da água mais elevada.

Os resultados qualitativos das entrevistas, dos questionários I e II, apontam que o aluno A_{1e} apresentou, na maioria de suas respostas dos pós – testes, modelos que são aceitos pela comunidade científica, diferente do aluno A_{1c}, que respondeu, na maioria das vezes, as questões dos pós – testes de acordo com as concepções aceitas pela comunidade científica. No entanto, em algumas tarefas, seus modelos indicam a resistência das concepções prévias para justificar as respostas. Os modelos apresentados pelo aluno nos Quadros 5.9 e 5.13 servem de exemplo da análise.

Os alunos A_{2e} e A_{2c} apresentaram dificuldades na elaboração de suas respostas nas três etapas do pré - teste. Essas dificuldades são reflexos dos modelos gerados para responder as tarefas na maneira que o aluno. Nas tarefas cujos resultados são apresentados nos quadros 5.8, 5.11, 5.12, pode-se notar que a falta de um modelo para resolver a tarefa reflete na estrutura das respostas.

Contudo, o aluno A_{2e} mostra significativas mudanças em seus modelos ao responder o pós – testes, principalmente na etapa da entrevista.

5.4 Atividade experimental.

O grupo experimental acessou o conteúdo no AVE. No primeiro encontro, os alunos apresentaram dificuldades em navegar pelos links que eram encontrados nos mapas conceituais. A aluna A_{4e} chegou a expor sua insatisfação em estudar no AVE.

A_{4e}: Vamos ter que vir aqui em todas as aulas? Prefiro ficar na sala de aula.

No mesmo encontro, os alunos que não apresentavam habilidade em trabalhar com o computador, demoraram mais do que o previsto para encerrar as atividades previstas no encontro.

Um desses alunos não conseguiu simular os circuitos que foram propostos para serem feitos no simulador. A Figura 5.1 mostra o circuito construído pela aluna A_{e8} para a cumprir a tarefa I da simulação. Na tarefa, o aluno precisava construir um circuito de tal maneira que as lâmpadas pudessem emitir o menor brilho possível.

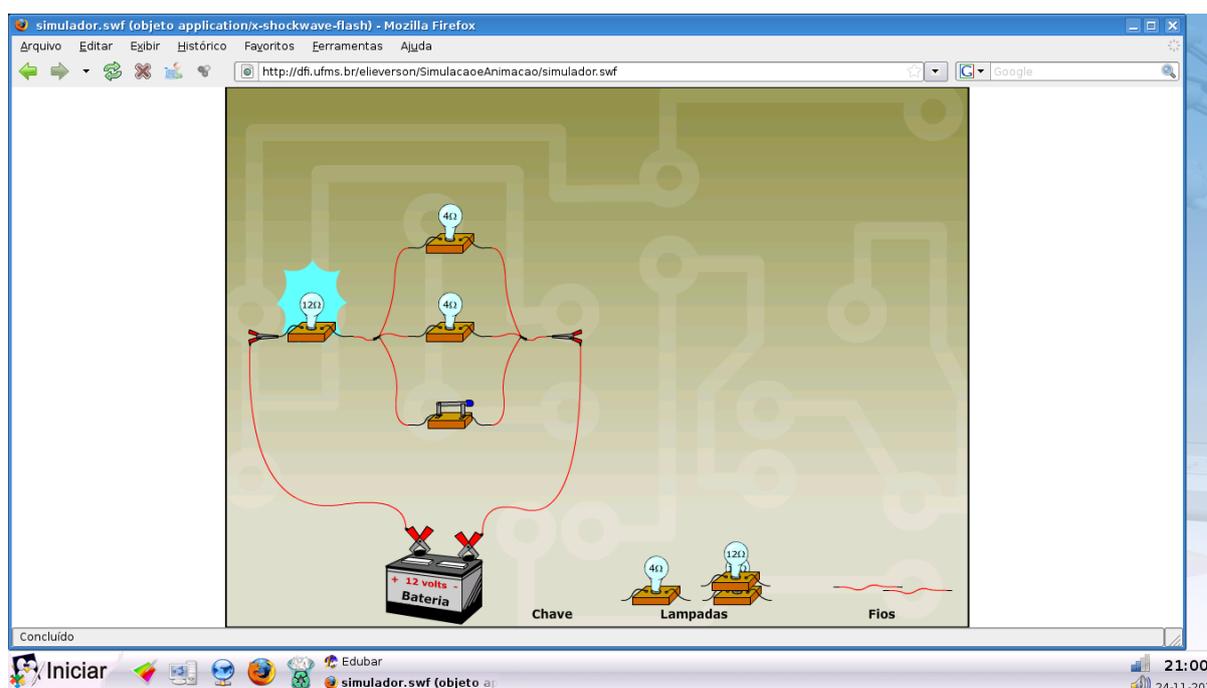


Figura 5.1. Simulação do aluno A_{e8} para cumprir a tarefa I no simulador.

Após fechar o circuito, o aluno não ficou satisfeito com o resultado e disse ao professor:

A_{e8}: Professor, eu não vou conseguir fazer nenhum desses funcionar.

No segundo encontro, os alunos começaram a interagir com mais facilidade com o ambiente, principalmente na questão de vagação com os *links* dos mapas conceituais.

Nesse encontro, o aluno A_{e6} saiu do seu lugar para ajudar o aluno A_{e3} voltar na página do mapa dos elementos dos circuitos elétricos. Os alunos se envolveram mais com as

atividades do segundo encontro, comparando a postura dos mesmos no primeiro encontro. As atividades foram encerradas dentro do tempo estipulado pelo professor.

No terceiro encontro, o aluno A_{4e} , o mesmo que no primeiro encontro declarou que não gostaria de ter aula na STE, chamou o professor para perguntar se a *outra sala* (grupo controle) estava aprendendo o conteúdo no computador. O professor disse que não e explicou o porque. Após a resposta do professor, o aluno perguntou se era possível a outra sala aprender o conteúdo sem assistir filmes e ver ou construir as simulações.

A_{4e} : *A outra sala “tá” aprendendo a mesma “coisa” que a gente?*

Professor: Sim, está a estudando o mesmo conteúdo que vocês.

A_{4e} : *Mas como eles conseguem aprender se não vê os filmes, mexe nessas coisinhas (simulador).*

O aluno, que no primeiro encontro apresentou resistência em estudar no ambiente, foi uma das que participaram de todos os encontros, cumprindo todas as atividades propostas.

No quinto e último encontro, uma das tarefas programadas envolvia a construção de um simulador em série. O aluno A_{e8} , que no primeiro encontro ficou desapontada com o resultado de sua simulação, conseguiu cumprir a tarefa. Antes de fechar o circuito, os alunos precisavam chamar o professor para salvar as animações.

A_{8e} : *Eu sabia que eu “ia” conseguir fazer funcionar.*

Ao fechar o circuito, a aluna apresentou um ar de satisfação por ter conseguido cumprir a tarefa. A Figura 5.2 mostra a simulação do aluno A_{8e} .

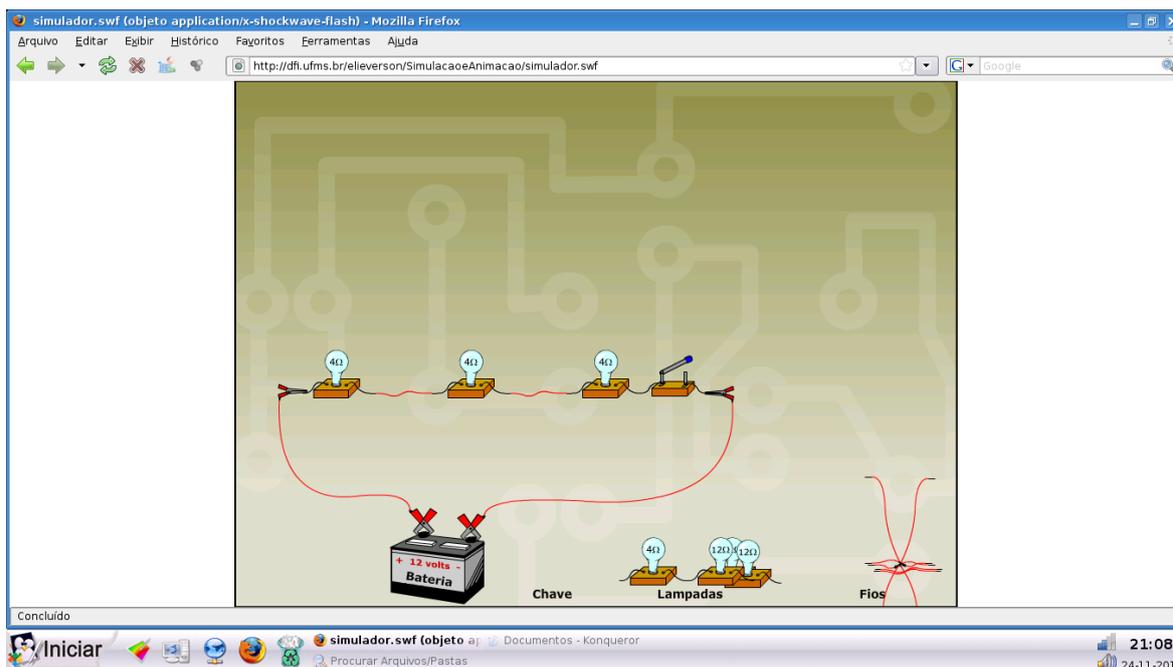


Figura 5.2. Simulação da tarefa proposta no quinto encontro do aluno A_{8e}

6 Conclusões

Há vários trabalhos na literatura que envolvem o uso de informática para ensinar Física, tanto em nível médio como em nível superior, porém existem muitas possibilidades que ainda podem ser exploradas com o auxílio dessa ferramenta.

Esta pesquisa buscou investigar quais as colaborações que um Ambiente Virtual de Ensino elaborado a partir dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, pode oferecer para ensinar circuitos elétricos simples para alunos da Educação de Jovens e Adultos.

A metodologia adotada permitiu comparar os dados obtidos pelo grupo controle, que não utilizou o AVE durante a pesquisa, com os dados do grupo experimental, grupo que utilizou o AVE durante a aplicação da sequência didática.

O emprego do pré – teste e pós – teste na coleta de dados possibilitou analisar o modelo utilizado pelo aluno para resolver uma tarefa que envolviam circuitos elétricos simples. O pré – teste e o pós – teste foram aplicados em três níveis diferentes de abstração: o primeiro nível abordava o nível do concreto. Neste nível, os alunos resolviam as tarefas propostas na entrevista, enquanto o pesquisador manipulava a bateria, fios condutores de eletricidade, lâmpadas e baterias.

No segundo nível, os alunos responderam os questionários, denominados questionários I, nos quais as imagens dos elementos dos circuitos elétricos representavam os próprios elementos concretos dos circuitos elétricos. Por fim, no terceiro nível de abstração, os alunos responderam questionários, denominados questionários II, nas quais as questões apresentavam o mesmo nível de dificuldade do questionário I, em que as figuras dos elementos dos circuitos elétricos foram representadas por símbolos utilizados na Física.

Os resultados do pré – teste mostraram algumas concepções alternativas já investigadas em trabalhos anteriores. É importante lembrar que os dois grupos investigados foram formados por alunos com idade mínima de dezoito anos, alunos que possuem considerável experiência de vida, quando comparados com alunos do ensino médio regular. Mesmo assim, as concepções clássicas, como desgaste da corrente elétrica r , duas correntes elétricas no circuito elétrico e a bateria como fornecedora de corrente elétrica, foram detectadas no pré – teste.

No nível maior de abstração, questionário II, foi possível notar a dificuldade por parte dos alunos na elaboração de um modelo para gerar explicações sobre os fenômenos ocorridos nos circuitos elétricos propostos na tarefa.

Esse resultado chama a atenção para as estratégias usadas no ensino de circuitos elétricos. Ao trabalhar os símbolos dos elementos dos circuitos elétricos, o aluno precisa ter os subsunçores referentes aos elementos dos circuitos elétricos, caso contrário, não haverá possibilidade do aluno entender qual o papel de cada elemento no circuito. O mesmo resultado é válido para o pós – teste.

Ao comparar os questionários I e II, tanto no pré – teste como no pós – teste, tanto qualitativamente como quantitativamente, é observada a dificuldade de compreensão discutida no parágrafo anterior.

A construção do AVE teve como norteador pedagógico a Teoria da Aprendizagem Significativa e o Modelo de Mudança Conceitual. A proposta foi conduzir o aluno a navegar no ambiente de tal maneira que, ao mudar de página, fizesse a reconciliação integrativa dos conceitos.

Nos dois primeiros encontros, os alunos apresentaram dificuldades em navegar no portal, uma vez que o mapa conceitual era uma ferramenta nova. A partir do terceiro encontro as dificuldades de navegação pelos mapas foram superadas e, com isso, os alunos passaram a navegar com mais facilidade no AVE. Os guias de navegação foram pontos importantes, pois deram autonomia aos alunos para desenvolverem as atividades dentro de seu tempo.

As tarefas realizadas no simulador dinâmico, antes de o aluno estudar o assunto, serviram para provocar conflito conceitual nos alunos, uma das etapas para promover a mudança conceitual.

Uma observação pertinente sobre o uso do simulador foi que os alunos aparentaram estar seguros na realização das tarefas, uma vez que mesmo se o circuito elétrico construído entrasse em curto – circuito ou que uma lâmpada queimasse, bastava reiniciar a simulação e elaborar outro modelo.

Essa possibilidade de representar o mundo real com objetos virtuais favorece o levantamento de hipóteses durante a construção de modelos. Não cabe aqui incentivar o método de tentativa e erro, mas o simulador dinâmico apresentou potencial para representar o mundo real.

Os resultados quantitativos dos questionários dos pós – testes apontam diferença significativa entre o grupo experimental e o grupo controle, pois a média do grupo experimental, nos dois questionários, foi maior do que as médias do grupo controle. Essa diferença aponta que o AVE apresentou ser um material significativo, uma vez que o grupo experimental estudou o mesmo conteúdo que o grupo controle.

Os resultados qualitativos mostram que os alunos do grupo experimental conseguiram sustentar suas respostas em modelos de concepções aceitas pela comunidade científica, principalmente os modelos apresentados pelo aluno A_{e1}. Contudo, os resultados qualitativos da questão que envolvia dois resistores conectados em paralelos, mostraram as dificuldades apresentadas pelos quatro alunos em elaborar um modelo que fosse aceito pela comunidade científica.

As colocações dos alunos A_{e4} e A_{e8} indicam que estes conseguiram interagir com o AVE e, que os vídeos, simulações e animações foram ferramentas que facilitaram a aprendizagem dos circuitos elétricos.

Contudo, uma análise qualitativa dos modelos criados pelos alunos nos simuladores dinâmicos para cumprir as tarefas I e II, propostas antes do estudo do conteúdo, pode apontar outras concepções que os alunos utilizariam para construir circuitos elétricos.

Com o simulador dinâmico, também é possível verificar se as estruturas da ecologia conceitual dos alunos do ensino médio regular são similares à ecologia conceitual dos alunos da EJA.

Em momento algum, como citado outras pesquisas, as ferramentas virtuais, em particular os simuladores dinâmicos, substituem a realização experimental envolvendo objetos reais e concretos.

As investigações propostas nesta pesquisa apontaram que o AVE é um material potencialmente significativo e utilizado como material instrucional na sequência proposta, propicia indícios de aprendizagem significativa no ensino circuitos elétricos simples para alunos da EJA.

7 Referências

ALMEIDA, M.E.B. **Tecnologia na escola: criação de reses de conhecimentos.** Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/midiaseducacao/material/introdutorio/popups/m1_e2_pop_TecnologiaNaEscola.html. Acesso em maio de 2009.

ALMEIRA, V. O; MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais no auxílio na aprendizagem significativa de conceitos da óptica física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4403, 2008.

ARAUJO, I. S; VEIT, E. A; MOREIRA, M. A. **Uma investigação a respeito da utilização de simulações computacionais no ensino de eletrostática.** Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.1(1), p. 43-54, 2006.

ARAUJO, I. S; VEIT, E. A. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física,** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 4, n. 3, p. 5-18, set./dez.2004. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V4N3/v4n3a1.pdf>. Acesso em: 20 out.. 2008.

ARRUDA, S.M.; VILLANI, A. **Mudança Conceitual no Ensino de Ciências.** Cad. Cat. Ensino de Física, v.11, n.2, p. 88-99, ag1994.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B.: **Dinâmica discursiva e o ensino de física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. v.9, n.2, 2007.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção do Conhecimento: Uma perspectiva cognitiva.** Rio de Janeiro: Platano. 2003.

CAMILETTI, G; FERRACIOLI, L. **A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de Física.** Cad.Cat.Ens.Fís., v. 18, n. 2, p. 214-228, ago. 2001.

CENNE, H. H. A. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2007.

COELHO, R. O. **O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio**. Dissertação de mestrado. Pelotas/RS, 2002.

DA COSTA, S. S. C; MOREIRA, M. A. **A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa**. Cad.Cat.Ens.Fís., v. 18, n. 3, p. 278-297, dez. 2001.

DA SILVA, G.; DE SOUZA. C. M. S. G.: **O uso de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da calorimetria, em nível médio**. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.2(3), p. 63-79, 2007.

DOMINGUEZ, M. E. D.; MOREIRA, M.A. **Deteccção de alguns conceitos errôneos em eletricidade através de entrevistas clínicas**. VI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Niteroi, Rio de Janeiro, 1985.

DORNELES, P. F. T; ARAUJO, I. S; VEIT. E. A; **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

DRIVER, R. 1973 – **The representation of conceptual framewoeks in young adolescent science students**. Doctoral Dissertation University of Illinois, Urbana-Champaign.

ESPÍNDOLA, K; MOREIRA, M. A.: **Relato de uma experiência didática: ensinar física com os projetos didáticos na EJA, estudo de um caso**. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.1(1), p. 55-66, 2006.

FALKEMBACH, G. A. M. **Concepção e desenvolvimento de material educativo digital. Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n.1, maio. 2005.

FILHO, J. R. F.: **Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica**. Revista Ciências & Cognição, v. 12, p. 86-95, 2007.

FONTES. C. R.; DA SILVA, F. W. O.: **O ensino da disciplina linguagem de programação em escolas técnicas**. Revista Ciências & Cognição, v. 13, p. 84-98, 2008.

GOBARA, T. S. et al.: **Estratégias para Utilizar o Programa Prometeus na Alteração das Concepções em Mecânica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n.2, junho. 2002.

GOUVEIA, L.J. **Circuitos elétricos reveladas por meio de desenhos.** 2007. Dissertação de mestrado, UEL, Londrina, 2007.

GRAVINA, M. H; BUCHWEITZ, B. **Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade.** Revista brasileira de Ensino de Física, v.16, n.(1-4), 1994.

GUERRA, A; REIS, J. C; BRAGA, M.: **Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 21, p. 224-248, ago. 2004.

HACK , C.A; PLÍNIO, C.F. et al. “ **Ergonomia em Software Educacional:A possível integração entre a usabilidade e aprendizagem.**” Disponível em: <http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/art24.pdf>. Acesso em julho de 2009.

HECKLER, V; SARAIVA, M. F. O; FILHO, K. S. O. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

HEWSON, P. W.: **A conceptual change approach to learning science.** European Journal of Science Education, v. 4, n. 3, p. 383-396, 1981.

HEWSON, P. W. **Conceptual change in science teaching and teacher education.** National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Madrid, Espanha, julho 1992.

KRUMMENAUER, W. L. **O movimento circular uniforme para alunos da EJA que trabalham no processo de produção de couro.** Dissertação de mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

KRUMMENAUER, W. L.; COSTA, S. S. C.: **Mapas conceituais como Instrumentos de avaliação na Educação de Jovens e Adultos.** Experiências em Ensino de Ciências, v.4. (2), p.33-38, 2009.

LARA, A. E.; GOMES. C. M. S.: **O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões:**

apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.4(2), p.61-82, 2009.

MARTINS, R. L. C; VERDEAUX, M. F. S; DE SOUZA. C. M. S. G. **A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 2009.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n.2, junho. 2002.

MERAZZI, D. W.; OAIGEN, E.R.: **Atividades práticas em ciências no cotidiano: valorizando os conhecimentos prévios na Educação de Jovens e Adultos.** Experiências em Ensino de Ciências. V.3(1), p. 65-74, 2008.

MONTEIRO, B. S. et al. **Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa.** XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Brasília, 08 a 10 de novembro de 2006.

MOREIRA, M. A. **Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino de Física.** Porto Alegre: Editora da Universidade. 1983.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica Universitária. 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica.** Porto Alegre: 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa:** da visão clássica à visão crítica. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid,Espanha, setembro de 2006.

MOREIRA, M. A. **Organizadores prévios e Aprendizagem Significativa.** Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

NUNES, P.; DEL PINO, J.C.: **Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo.** Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.1, p. 53-63, 2008.

PACCA, J. L. A. et al.: **Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum.** Cad.Bras.Ens.Fís.,v.20, n.2, p.151-167, ago .2003.

PESSANHA, P. R. et al.: **Avaliação da aprendizagem de Física no ensino médio através do uso de circuitos elétricos simples.** XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Manaus – AM, 2011.

RAZERA, J. C. C. et al.: **O uso de mapas conceituais em projetos de aprendizagem significativa: uma avaliação quali-quantitativa de mobilização conceitual sobre animais.** Revista Ciências & Cognição, v.14 (2), p. 235-247, 2009.

REBELLO, A. P; RAMOS, M. G. **Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: um olhar sobre a sala de aula.** Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.4(1), p.23-33, 2009.

RODRIGUES, C. R. et al. **Ambiente virtual: ainda uma proposta para o ensino.** Revista Ciências & Cognição, v.13 (2), p. 71-83, 2008.

ROSA, P. R. S. **O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências.** Cad.Cat.Ens.Fís., v. 17, n. 1, p. 33-49, abr. 2000.

ROSA, P. R. S. **Instrumentação para o Ensino de Ciências.** Campo Grande: Editora da UFMS, 2011.

SHACKEL, B. **Usability - context, framework, design and evaluation.** Human factors for informatics usability, p. 21-38. Cambridge: Cambridge University Press. 1991.

SILVA, G.; SOUSA, C.M.S. **O uso de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da calorimetria, em nível médio.** R revista Experiências em Ensino de Ciências – V2(3), pp. 63-79, 2007.

SILVA, M. V. **Reações de estudantes frente a dados inesperados.** Dissertação de mestrado,– UFMG, Belo Horizonte, 2010.

SOARES, L. J. **Avaliação de usabilidade, por meio de índices de satisfação dos usuários, de um software gerenciador de websites.** 2004. Dissertação de mestrado,– UFRGS, Porto Alegre, 2004.

SOUTHERLAND, S. A.; JOHNSTON. A, SOWELL. A. **Describing Teachers' Conceptual Ecologies for the Nature of Science**. Wiley InterScience. 2006. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20153/pdf>. Acesso em outubro de 2010.

SOUZA, G. M. P. **A informática como recurso didático para a aprendizagem de Física no ensino médio**. Dissertação de mestrado, Natal/RN, 2007.

TALIM. S. L; DE OLIVEIRA, J. **Conservação da corrente elétrica em circuitos simples a demonstração de ampère**. Cad.Cat.Ens.Fís., v. 18, n. 3, p. 376-380, dez. 2001.

TAVARES, R. **Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências**. Revista Ciências & Cognição, v.13 (2), p.99-108, 2008.

TOIGO, A. M; MOREIRA, M. A.: **Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física**. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.3(2), p. 7-20, 2008.

TRINDADE, J; FIOLHAIS. C. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, setembro. 2003.

VALENTE. J. A. **Diferentes usos do Computador na Educação**. 2002. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas.php>. Acesso em: 20 out. 2010.

VENÂNCIO, S.; KATO L. A.: **A utilização de mapas conceituais na identificação da aprendizagem significativa crítica em uma atividade de modelagem matemática**. Experiências em Ensino de Ciências. V.3 (2), p. 57-68, 2008

VIENNOT, L. **Spontaneous reasoning in elementary dynamics**. European Journal of Science Education, v.1, n.2, p. 205-221, 1979.

VILLANI, A.. **Idéias Espontâneas e Ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.11, p. 130-147, dez 1989.

VILLANI, A. CABRAL. T. C. **Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise**. Investigações em Ensino de Ciências, v.1, n. 2, jan 1997.

WATANABE, M. **Desenvolvimento e avaliação de hipermídia sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica.** 2010. Dissertação de mestrado. UFMS, Campo Grande, 2010.

8 Apêndices

8.1 Apêndice A – Questionário I pré – teste

Prezado aluno,

Obrigado por responder ao nosso questionário. Suas respostas serão de grande ajuda no desenvolvimento de meu projeto de pesquisa.

Antes de começar, gostaria de passar a você algumas informações importantes para o entendimento correto das questões que compõem o teste:

1 – Consideraremos baterias com resistência interna desprezível e que mantêm o valor da diferença de potencial entre seus pinos em 12 V;

2 - Lâmpadas iguais são aquelas que apresentam mesma resistência elétrica;

3 – Os brilhos das lâmpadas crescem à medida que a corrente elétrica que as percorrem aumenta;

4 – Os fios dos circuitos são iguais e de resistência desprezível;

5 - Em todos os circuitos mostrados o interruptor está fechado (posição ligado).

Suas respostas serão usadas exclusivamente para esta pesquisa. Garantimos a você que seu teste será mantido anônimo e que somente o pesquisador terá acesso a ele.

Obrigado,

Eliéverson.

1 - A lâmpada ligada à bateria, mostrada na Figura 1, irá acender? Justifique.



Figura 1

2.1– A lâmpada mostrada na Figura 2 acenderá? Justifique.

2.2 - Considere os pontos A e B mostrados na Figura 2. Em sua opinião, em qual deles a corrente elétrica tem maior intensidade? Justifique.

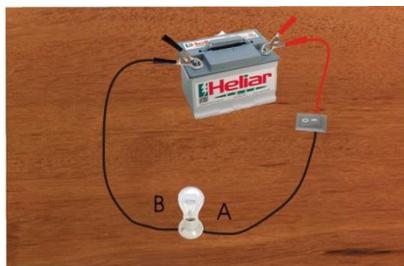


Figura 2

3.1 – Mostramos na Figura 3 um circuito elétrico composto por duas lâmpadas idênticas e uma bateria. Considerando o circuito mostrado, elas acenderão? Justifique.

3.2 – Se a resposta anterior for positiva, alguma das lâmpadas brilhará mais? Justifique.



Figura 3

4.1 – A Figura 4 nos mostra um circuito com duas lâmpadas iguais. As lâmpadas acenderão? Justifique.

4.2 – Alguma das lâmpadas brilha mais? Justifique.

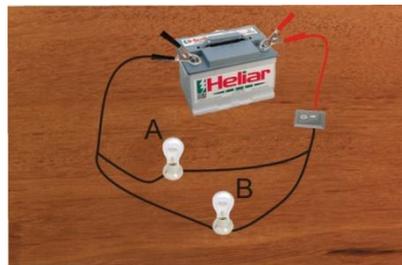


Figura 4

5 – Na Figura 5, a lâmpada A apresenta maior resistência elétrica que a lâmpada B. Alguma das lâmpadas brilhará mais? Justifique.

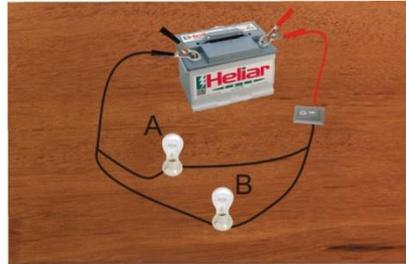


Figura 5

6 – Na **Figura 6**, a lâmpada A apresenta maior resistência elétrica que a lâmpada B. Alguma das lâmpadas brilha mais? Justifique.

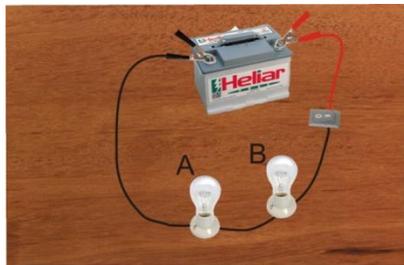


Figura 6

7.1 – No circuito mostrado na Figura 7 temos três lâmpadas com a mesma resistência elétrica. Alguma delas brilhará mais do que as outras ou as lâmpadas brilharão com a mesma intensidade? Justifique.

7.2 – No circuito mostrado na Figura 7, se uma lâmpada queimar ou for desconectada do circuito, o que ocorrerá? Justifique.

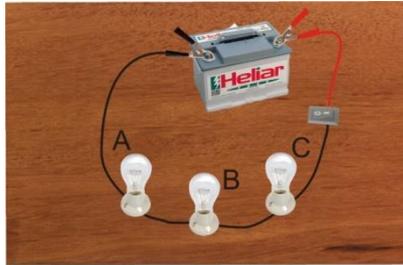


Figura 7

8.1– No circuito mostrado na Figura 8, inicialmente, todas as lâmpadas apresentam a mesma resistência elétrica. Alguma dentre elas brilhará mais que as outras? Justifique.

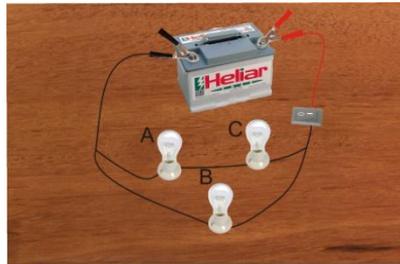


Figura 8

8.2 – Em relação ao circuito da Figura 8, suponha que a lâmpada A seja substituída por outra de maior resistência elétrica que as lâmpadas B e C. Neste novo arranjo, alguma dentre elas brilhará mais que as outras? Justifique.

8.3 – Em relação ao circuito mostrado na Figura 8, suponha que a lâmpada A seja substituída por outra com resistência elétrica menor que as lâmpadas B e C. O que podemos afirmar quanto ao brilho das lâmpadas B e C em comparação com a situação inicial, quando as três lâmpadas no circuito tinham a mesma resistência elétrica? Justifique.

9.1 – As lâmpadas mostradas no circuito da Figura 9 têm a mesma resistência elétrica. Qual lâmpada brilha mais? Justifique.

9.2 – Se a lâmpada D no circuito da Figura 9 for substituída por outra lâmpada de resistência elétrica maior do que as demais lâmpadas, o brilho das lâmpadas continuará o mesmo do exercício 9.1? Por quê?

9.3 – Se a lâmpada A mostrada no circuito da Figura 9 queimar, o que acontecerá com o brilho das demais lâmpadas? Justifique.

9.4 – Se a lâmpada B no circuito da Figura 9 queimar, o que acontecerá com o brilho das demais lâmpadas? Justifique.

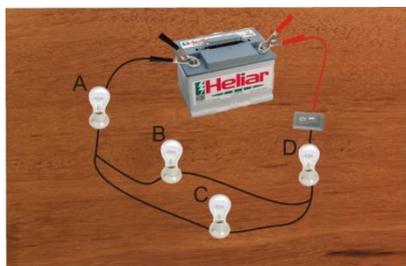


Figura 9

8.2 Apêndice B – Questionário pré – teste I

Prezado aluno,

Obrigado por responder ao nosso questionário. Suas respostas serão de grande ajuda no desenvolvimento de nosso projeto de pesquisa.

Antes de começar, gostaria de passar a você algumas informações importantes para o entendimento correto das questões que compõem o teste:

1 – Consideraremos baterias com resistência interna desprezível e que mantêm o valor da diferença de potencial entre seus pinos em 12 V;

2 - Resistores iguais são aquelas que apresentam mesma resistência elétrica;

3 – O aquecimento dos resistores cresce à medida que a corrente elétrica que os percorrem aumenta;

4 – Os fios dos circuitos são iguais e de resistência desprezível.

5 – O resistor, a bateria e o recipiente de água no circuito serão representados por: ,

 ,  e  , respectivamente.

Suas respostas serão usadas exclusivamente para esta pesquisa. Garantimos a você que seu teste será mantido anônimo e que somente o pesquisador terá acesso a ele.

Obrigado,

Eliéverson.

1 – A água no recipiente mostrado na Figura 1 terá sua temperatura modificada? Justifique.

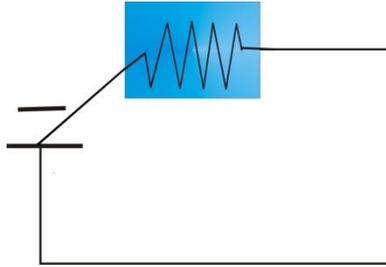


Figura 10

2.1– A água no recipiente mostrado na Figura 2 terá sua temperatura modificada? Justifique.

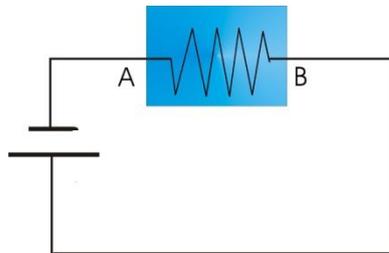


Figura 2

2.2 - Considere os pontos A e B mostrados na Figura 2. Em sua opinião, em qual deles a corrente elétrica tem maior intensidade? Justifique.

3.1 – Mostramos na Figura 3 um circuito elétrico composto por resistores iguais (imersos em recipientes com a mesma quantidade de água) e uma bateria. Considerando o circuito mostrado, a temperatura da água nos recipientes aumentará? Justifique.

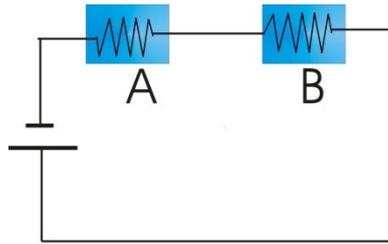


Figura 3

3.2 – Se a resposta anterior for positiva, haverá diferença nas temperaturas da água contida nos dois recipientes? Se houver, em qual recipiente a água ficará com temperatura maior. Justifique.

4.1 – A Figura 4 nos mostra um circuito elétrico composto por dois resistores iguais (imersos em recipientes com a mesma quantidade de água) e uma bateria. Considerando o circuito mostrado, a água nos recipientes terá sua temperatura modificada? Justifique.

4.2 – Haverá diferença na temperatura da água contida nos dois recipientes? Se houver em qual recipiente a água ficará com maior temperatura? Justifique.

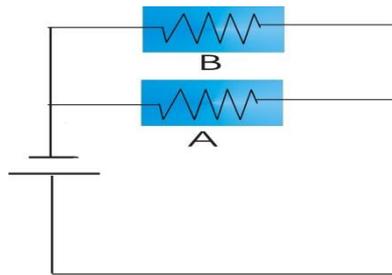


Figura 4

5 – Na Figura 5, o resistor A apresenta maior resistência elétrica que o resistor B. Haverá diferença na temperatura da água contida nos dois recipientes?

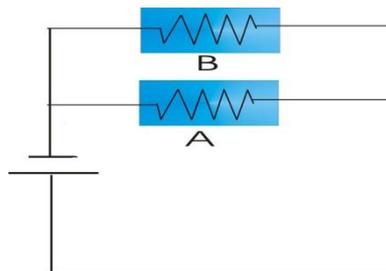


Figura 5

6 – Na Figura 6, o resistor A apresenta maior resistência elétrica que o resistor B. Haverá diferença na temperatura da água contida nos dois recipientes? Justifique.

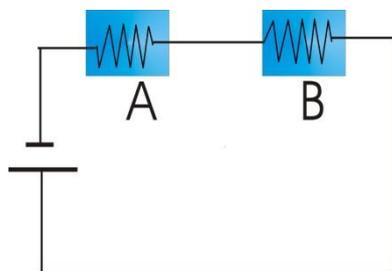


Figura 6

7.1 – No circuito mostrado na Figura 7 temos três resistores com a mesma resistência elétrica. Haverá diferença na temperatura da água contida nos três recipientes? Justifique.

7.2 – No circuito mostrado na Figura 7, se um resistor queimar ou for desconectado do circuito, o que ocorrerá com a temperatura da água? Justifique.

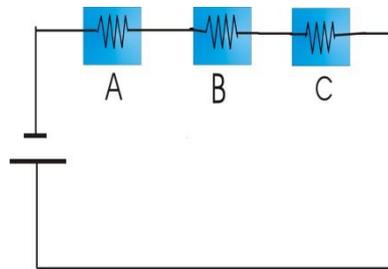


Figura 7

8.1– No circuito mostrado na Figura 8, inicialmente, todos os resistores apresentam a mesma resistência elétrica. Em algum dos recipientes a temperatura da água será maior?

8.2 – Em relação ao circuito da Figura 8, suponha que o resistor A seja substituído por outro de maior resistência elétrica que os resistores B e C. Neste novo arranjo, em algum dos recipientes a temperatura da água será maior? Justifique.

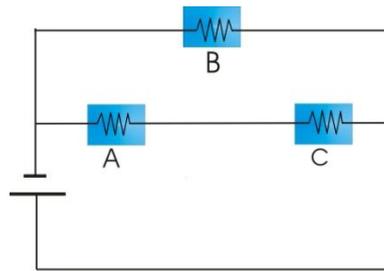


Figura 8

8.3 – Em relação ao circuito mostrado na Figura , suponha que o resistor A seja substituído por outro com resistência elétrica menor que os resistores B e C. O que podemos afirmar quanto à temperatura da água nos recipientes B e C em comparação com a situação inicial, quando os três resistores no circuito tinham a mesma resistência elétrica? Justifique.

9.1 – Os resistores mostrados no circuito da Figura 9 têm a mesma resistência elétrica. Haverá diferença na temperatura da água contida nos recipientes? Justifique.

9.2 – Se o resistor D no circuito da Figura 9 for substituído por outro resistor de resistência elétrica maior do que os demais resistores, a temperatura da água nos recipientes continuará a mesma da situação mostrada no item 9.1? Por quê?

9.3 – Se o resistor A mostrado no circuito da Figura 9 queimar, o que acontecerá com a temperatura da água nos demais recipientes? Justifique.

9.4 – Se o resistor B no circuito da Figura 9 queimar, o que acontecerá com a temperatura da água nos demais recipientes? Justifique.

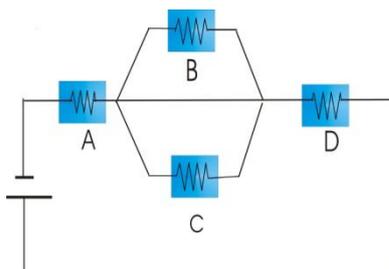


Figura 9

8.3 Apêndice C – Teste subsunçores

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Gross

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Programa de Mestrado em Ensino de
Ciências

1 - Três esferas carregadas, Q_1 , Q_2 e Q_3 , colineares, estão posicionadas conforme a Figura 1.



Figura 1

Supondo-se que a carga elétrica Q_1 seja negativa e que a força eletrostática resultante na carga elétrica Q_3 seja nula. Pode-se afirmar que:

- a) o sinal de Q_2 é positivo e $Q_1 = Q_2$
- b) o sinal de Q_2 é negativo e $Q_1 < Q_2$
- c) o sinal de Q_2 é negativo e $Q_1 > Q_2$
- d) o sinal de Q_2 é positivo e $Q_1 < Q_2$
- e) o sinal de Q_2 é positivo e $Q_1 > Q_2$

2 - As linhas de força permitem visualizar a configuração do campo elétrico criado pelas duas esferas carregadas. Na Figura 2, estão representadas algumas possíveis configurações das linhas de força por duas esferas carregadas, na qual a esfera verde representa a esfera negativa e a esfera vermelha a positiva. Qual esquema melhor representa a configuração das linhas de força criada pelas duas partículas?

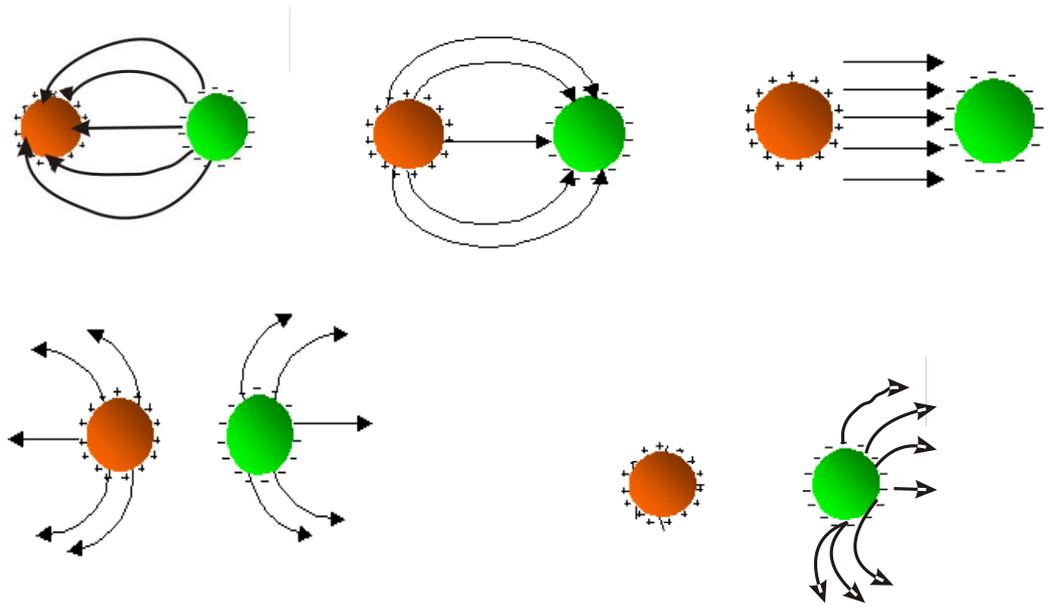


Figura 2

3 - Duas partículas com cargas iguais em módulo e sinal estão colocadas no vácuo. A Figura 3 representa as linhas de força do campo elétrico produzido pela interação destas duas partículas. Das alternativas abaixo, qual representa o vetor campo elétrico no ponto P.

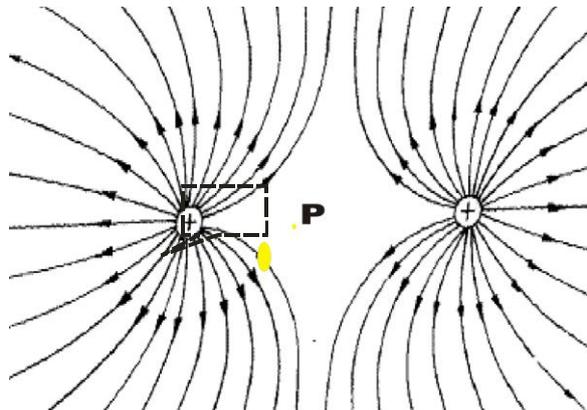
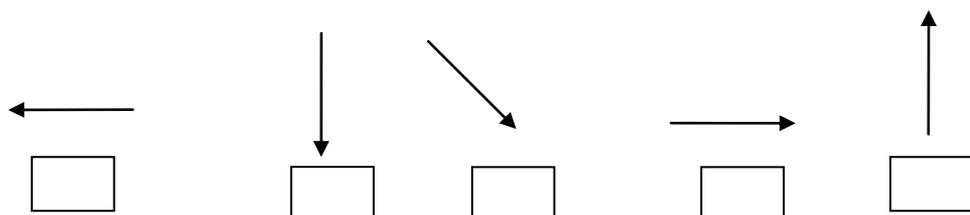


Figura 3



4 - Duas partículas com cargas Q_1 e Q_2 atraem-se com uma força de módulo F quando estão separadas por uma distância d , conforme a Figura 4.

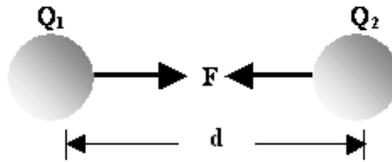
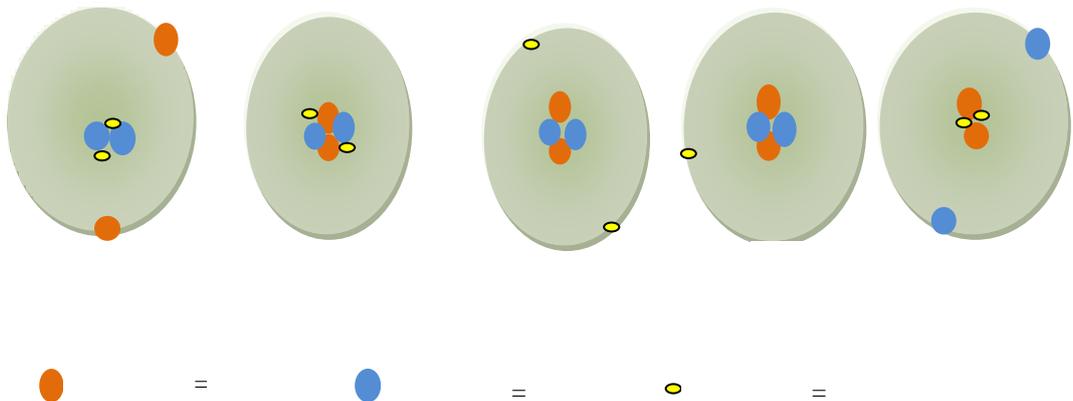


Figura 4

Considere que a distância entre as cargas dobre. Podemos afirmar que a força entre as partículas nesta nova situação, F' , será dada, em módulo por:

- a) $F' = 2 F$ b) $F' = 4 F$ c) $F' = F/2$ d) $F' = F$ e) $F' = F/4$

5 - Considere um átomo de hélio eletricamente neutro. O número atômico desse átomo é 2, o que significa que possui dois prótons. Além dos prótons, o átomo de hélio possui dois nêutrons também. Marque a alternativa cuja figura representa a estrutura do átomo de hélio.



6 – Ao afirmar que um corpo está eletricamente neutro, queremos dizer que o corpo deve:

- a) Ter o mesmo número de elétrons e nêutrons.
 b) Ter prótons e elétrons na mesma quantidade.
 c) Ter o mesmo número de prótons e nêutrons.
 d) Ter apenas nêutrons.
 e) Ter prótons e elétrons.

7 – Os aparelhos eletrônicos em geral têm um fio, normalmente colorido em verde e amarelo, chamado de fio terra, o qual tem esse nome, pois deve ser ligado à terra ou à alguma estrutura metálica de grande porte. Este fio tem como finalidade:

- a) Facilitar a descarga de elétrons do aparelho para a terra.
- b) Dificultar a subida dos elétrons da terra para o aparelho em que há o aterramento.
- c) Facilitar a descarga de prótons do aparelho para a terra.
- d) Facilitar a subida dos prótons da terra para o aparelho em que há o aterramento.
- e) Dificultar a descida dos prótons do aparelho em que há o aterramento para a terra.

8 – Em um acampamento de pesca, um estudante da EJA resolveu montar um circuito para acender uma lâmpada, de modo que o acampamento pudesse ser iluminado. O circuito mostrado na Figura 5 deveria ser composto por uma bateria, fios e uma lâmpada com o seu soquete. Entretanto ao procurar em meio às tralhas, não encontrou nenhum interruptor com o qual pudesse ligar e desligar a lâmpada. Resolveu então improvisar, construindo um interruptor com os materiais que tinha à sua disposição. Dos materiais abaixo, qual permitirá o funcionamento da lâmpada.

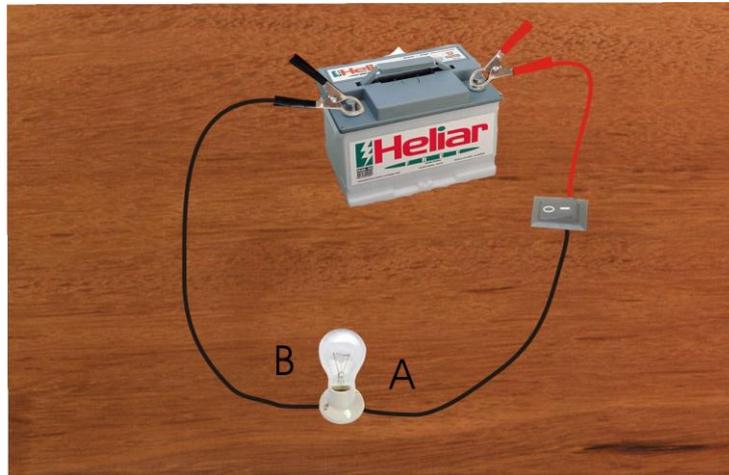


Figura 5

- a) Vidro
- b) Alumínio
- c) Lã
- d) Madeira
- e) Nylon

09 – Duas esferas metálicas, A e B, inicialmente eletrizadas com cargas de $+Q$ e $-4Q$, respectivamente. Após o equilíbrio eletrostático as esferas são separadas.

Percebe-se que a esfera A fica com carga de $-Q$ e esfera B com carga de $-2Q$. Pode-se concluir que:

- A esfera A recebeu $+3Q$ de carga elétrica da esfera B.
- A esfera A recebeu $-2Q$ de carga elétrica da esfera B.
- A esfera B cedeu $+3Q$ de carga elétrica para a esfera A.
- A esfera A cedeu $+2Q$ de carga elétrica para a esfera B.
- A esfera B cedeu $-4Q$ de carga elétrica para a esfera A.

10 – Um estudante curioso, ao chegar em casa, coloca o braço próximo do monitor da televisão. Ele observa que, mesmo sem encostar-se no monitor da televisão, sente que os seus pelos do braço ficam atraídos pelo monitor. Esse fenômeno ocorre por que:

- Os pelos são atraídos pelo monitor devido ao fato de suas extremidades ficarem carregadas com cargas opostas às do monitor, embora os pelos permaneçam neutros.
- O monitor ganha elétrons dos pelos do braço;
- O monitor e os pelos estão carregados com a mesma quantidade de carga elétrica.
- Há passagem de carga do monitor para os pelos do braço.
- O braço está carregado negativamente.

11 – Podemos definir intensidade de corrente elétrica real em um fio como:

- O movimento aleatório de elétrons através de uma secção transversal no fio.
- O movimento ordenado de elétrons livres em uma secção transversal de um fio devido à presença de uma diferença de potencial nas extremidades do fio.
- O movimento de prótons através de uma secção transversal em um condutor devido à presença de uma diferença de potencial em suas extremidades.
- A passagem de elétrons livres por uma secção transversal de um fio por unidade de tempo.
- A quantidade de cargas positivas que passam por secção transversal do fio por unidade de tempo.

12 – No final de uma tarde, pai e filho fazem caminhada em volta de uma praça, quando o garoto observa um pássaro que pousa em um fio de alta tensão. Como o pai entendia de eletricidade, o garoto pergunta por que o pássaro não morre eletrocutado. Seria correto ao pai responder que o pássaro não sofre nenhum dano físico devido:

- A diferença de potencial entre as patas do pássaro ser quase nula.
- Ao corpo do pássaro ser bom condutor de eletricidade.
- A baixa intensidade de corrente elétrica que passa pelo fio de alta tensão.
- A resistência elétrica do corpo do pássaro é praticamente nula.
- A pata do pássaro ser isolante elétrico.

8.4 Apêndice D – Planos de aula.

Plano de aula encontro 01

Assunto: Circuitos Elétricos

Professor:

Disciplina: Física

Ano Letivo:

Fase:

Curso: EJA - Ensino Médio

Carga Horária: 100 minutos

Data:

Conteúdo: Circuitos elétricos simples e elementos dos circuitos elétricos (indutores, condutores, capacitores e fonte de energia elétrica).

Escola:

1 - Objetivos

- 1 - Utilizar o AVE.
- 2 – Executar as atividades no Ambiente Virtual de Ensino (AVE).
- 3 –Navegar nos links que se encontram no mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos.
- 4 – Listar três materiais que sejam bons condutores de eletricidade.
- 5 – Listar duas fontes de energia elétrica.

2 - Metodologia

Utilizaremos a Sala de Tecnologia Educacional (STE) para trabalhar o conteúdo planejado e as atividades programadas. Ao chegar a STE, cada aluno irá se dirigir a um computador e utilizará o navegador Mozilla Firefox para acessar a internet no endereço www.dfi.ufms.br/elierson. O uso do computador será individual. O professor apresentará o conteúdo que será trabalhado em um mapa conceitual e entregará um guia de navegação aos alunos para que estes possam acessar o conteúdo sobre circuitos elétricos simples. Ao término da navegação, o aluno realizará uma atividade avaliativa sobre os conceitos que foram estudados

3 – Desenvolvimento

3.1 – Introdução

O conteúdo sobre circuitos elétricos que será apresentado para os alunos da EJA está organizado conforme os pressupostos da teoria ausubeliana da Aprendizagem Significativa e da Mudança Conceitual de Posner e colaboradores em um mapa conceitual. .

A organização do conteúdo se embasa na Aprendizagem Significativa Subordinativa Correlativa, na qual os conceitos são organizados hierarquicamente do mais inclusivo para o menos inclusivo.

Os assuntos trabalhados nesta aula serão: uso do AVE, mapa conceitual, elementos dos circuitos elétricos (indutores, condutores, capacitores e fontes de energia elétrica). Os elementos dos circuitos elétricos descritos entre parênteses fazem parte da primeira linha vertical do mapa sobre elementos dos circuitos elétricos.

3.1 – Desenvolvimento próprio

Após a apresentação do conteúdo que será estudado, o professor distribuirá um guia de navegação para cada aluno navegar no portal.

Ao acessar o portal, o aluno visualizará a página principal e, ao clicar no link de acesso a pagina posterior, uma página de apresentação irá abrir. Esta página tem um ícone “clique aqui” que ao abrir em uma nova aba, apresentará informações sobre mapas conceituais. Nessa mesma página, o aluno terá acesso a outro link “aqui” que mostrará um exemplo de mapa conceitual.

Ao término da leitura, o aluno fechará a aba e retornará à página de apresentação e irá clicar no link “aqui” que abrirá uma nova aba e o levará para a primeira tarefa

Na primeira tarefa, o aluno deverá construir no simulador um circuito elétrico que contenha no mínimo três lâmpadas e um interruptor, de tal forma que as lâmpadas obtenham o menor brilho possível. O tempo estimado para montagem do circuito no simulador será de cinco minutos.

Com o término do tempo o aluno chamará o professor para salvar a simulação, fechará a aba e clicará no link “próxima tarefa”. A segunda tarefa será apresentada em uma nova página e o aluno deverá clicar no link “link” para acessar o outro simulador em uma nova aba.

Novamente o aluno deverá construir um circuito elétrico no simulador, no entanto, as lâmpadas terão que estar conectadas de tal modo que venham emitir o maior brilho possível. Serão dados os mesmos cinco minutos para montar a simulação.

Ao término da tarefa, o aluno chamará o professor para salvar a simulação, fechará a aba e entrará em uma página a qual terá um mapa conceitual sobre os conteúdos que serão trabalhados no AVE.

Nesse mapa, o aluno encontrará os seguintes conceitos-links* circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O primeiro conceito-link a ser acessado será “circuitos elétricos”. Essa página contém uma breve introdução sobre os circuitos elétricos.

Para retornar a página do mapa conceitual, o aluno utilizará o ícone que será o próprio mapa, no entanto, em um tamanho menor. Esse ícone estará disponível na parte superior direita da tela.

Ao retornar a página do mapa, o aluno clicará no conceito-link “elementos”. Uma página introdutória aos elementos do circuito elétrico abrirá. Esta página tem um link “aqui” que ao ser clicado levará o aluno para uma página que contém um mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos.

Neste primeiro encontro, o aluno navegará nos conceitos-links “indutores”, “condutores”, “capacitores” e “fonte de energia elétrica”. De acordo com a configuração do mapa conceitual, ambos os conceitos fazem parte do mesmo nível de compreensão.

Ao clicar no conceito-link “indutores”, abrirá uma página que fará uma breve introdução sobre os indutores. Para retornar à página anterior, o aluno poderá optar pelo link voltar do navegador ou pelo link que estará na parte direita superior da página. Esse⁹ link é um mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos reduzido, no entanto, o único conceito-link que abrirá será o “elementos”. O uso dessa estratégia é para levar o aluno a promover a reconciliação integrativa.

Estando na página do mapa dos elementos dos circuitos elétricos, o aluno clicará no conceito-link “condutores”. A página que abrirá terá informações sobre os materiais que são condutores elétricos, um vídeo que trata da condução de eletricidade no corpo humano e um link que ao ser clicado abrirá uma nova aba. Essa aba contém um simulador no qual o aluno testará quais materiais da lista disponível é um condutor de eletricidade. Ao término da simulação, o aluno fechará a aba e, voltando à página “condutores”, clicará no link voltar do navegador ou no link “elementos” que estará disponível na parte direita superior da página forma de mapa conceitual, com a mesma estrutura da página “indutores”.

O próximo conceito-link será “capacitores”. Ao clicar no conceito-link “capacitores”, abrirá uma página que fará uma breve introdução sobre os capacitores. Para retornar à página anterior, o aluno poderá optar pelo link voltar do navegador ou pelo link “elementos” que estará na parte direita superior da página.

* Chamamos de conceito-link o conceito do mapa conceitual que será utilizado como link no AVE.

Por fim, o último conceito estudado será as fontes de energia elétrica. Estando na página do mapa dos elementos dos circuitos elétricos, o aluno clicará no conceito-link “condutores”. A página que abrirá terá informações sobre os materiais que são condutores elétricos, um vídeo que trata da condução de eletricidade no corpo humano e um link que ao ser clicado abrirá uma nova aba. Essa aba contém um simulador no qual o aluno testará quais matérias da lista disponível é um condutor de eletricidade. Ao término da simulação, o aluno fechará a aba e, voltando à página “condutores”, clicará no link voltar do navegador ou no link “elementos” que estará disponível na parte direita superior da página forma de mapa conceitual e novamente estará no mapa conceitual dos elementos do circuito elétrico.

Com o término do acesso dos conteúdos no AVE, o aluno fechará o navegador para realizar a avaliação.

3.3 – Conclusão

Ao término deste encontro, o professor projetará o mapa conceitual da página de introdução e o mapa dos elementos dos circuitos elétricos para promover reconciliação integrativa dos conteúdos trabalhados.

4 - Avaliação

O professor analisará os circuitos construídos no simulador ao imprimir as imagens. Será entregue uma folha de papel sulfite na qual o aluno listará três materiais condutores de eletricidade e duas fontes de energia elétrica.

Plano de aula encontro 02

Assunto: Circuitos Elétricos

Professor:

Disciplina: Física

Ano Letivo:

Fase:

Curso: EJA - Ensino Médio

Carga Horária: 100 minutos

Data:

Conteúdo: Elementos dos circuitos elétricos (alta condutividade, baixa condutividade, condutor ôhmico e condutor não ôhmico).

Escola:

1 - Objetivos

Ao término da aula o aluno deverá estar apto a:

1 – Identificar os elementos de um circuito elétrico.

2 – Explicar o funcionamento de cada elemento do circuito elétrico.

3 – Diferenciar um condutor ôhmico de um condutor não ôhmico.

2 - Metodologia

Utilizaremos a STE para execução da aula. Ao chegar à sala, cada aluno irá se dirigir a um computador e utilizará o navegador Mozilla Firefox para acessar a internet no endereço www.dfi.ufms.br/elierverson. Será individual o uso do computador. O professor apresentará o conteúdo que será trabalhado em um mapa conceitual e entregará um guia de navegação aos alunos para que estes possam acessar o conteúdo sobre circuitos elétricos simples. Ao término da navegação o aluno realizará uma atividade avaliativa sobre os conceitos que foram estudados.

3 – Desenvolvimento

3.1 – Introdução

Os assuntos trabalhados nesta aula serão: elementos de alta condutividade elétrica, elementos de baixa condutividade elétrica, condutores ôhmicos e condutores não-ôhmicos. Os elementos dos circuitos elétricos descritos são subordinados aos elementos trabalhados na primeira aula. Essa organização dos conceitos será apresentada aos alunos utilizando o mapa sobre elementos dos circuitos elétricos. O mapa conceitual sobre as configurações dos circuitos elétricos também será apresentado aos alunos.

3.1 – Desenvolvimento próprio

Após a apresentação do conteúdo que será estudado, o professor distribuirá um guia de navegação para cada aluno navegar no portal.

O aluno acessará iniciará os estudos em uma página que contém os seguintes conceitos-links: circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O conceito-link a ser acessado será “elementos”. Ao clicar no link “aqui” aparecerá em uma página o mapa conceitual dos elementos.

Neste segundo encontro, o aluno navegará nos conceitos-links alta condutividade, baixa condutividade, condutores ôhmicos e condutores não ôhmicos. De acordo com o mapa conceitual, ambos são subordinados aos conceitos estudados no primeiro encontro.

Ao clicar no conceito-link “alta condutividade”, abrirá uma página que fará uma breve introdução sobre as características dos elementos de alta condutividade elétrica.

Nesta página, há um link no qual o aluno clicará e acessará uma página que contém duas imagens. A primeira imagem representa uma bobina de cobre enquanto a segunda imagem representa uma solução (sulfato de cobre). A página contém também um link “saiba mais” que abrirá uma nova aba para que o aluno possa ter mais informações sobre materiais de alta condutividade elétrica.

Para retornar à página anterior, o aluno fechará a aba de navegação ou clicará na aba que da página de alta condutividade. Na página denominada alta condutividade, o aluno poderá optar pelo link voltar do navegador ou pelo link que estará na parte direita superior da página. Esse link é um mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos reduzido. No entanto, o único conceito-link que abrirá será “condutores”.

Ao voltar para a página dos condutores, o aluno clicará no link elementos, link encontrado no mapa conceitual reduzido dos elementos à direita superior da tela e assim, voltará para página do mapa conceitual dos elementos. O uso dessa estratégia é levar o aluno a promover a reconciliação integrativa.

Na página que há um mapa dos elementos dos circuitos elétricos, o aluno clicará no conceito-link “baixa condutividade”. A página que abrirá terá informações sobre os materiais que tem como característica a baixa condutividade elétrica.

Nesta página há um link “próxima página” que ao ser aberta, apresentará dois vídeos. O primeiro mostrará o funcionamento de uma lâmpada incandescente, enquanto o segundo mostrará o funcionamento do chuveiro elétrico.

O link “próxima página”, abrirá uma página que contém duas figuras de resistores. Na primeira, temos a imagem dos resistores do chuveiro elétrico. Na segunda imagem, temos o símbolo do resistor que é utilizado no circuito elétrico.

Para voltar ao mapa dos elementos, o aluno usará o conceito-link “condutores”. Este link estará disponível na parte direita superior da tela, em um mapa conceitual reduzido dos elementos. Esse link levará o aluno para a página dos condutores.

Ao voltar para a página dos condutores, o aluno clicará no link elementos, link encontrado no mapa conceitual reduzido dos elementos à direita superior da tela, e assim, voltará para página do mapa conceitual dos elementos.

Estando na página do mapa dos elementos dos circuitos elétricos, o aluno clicará no conceito-link “ôhmico”. A página que abrirá terá informações sobre os materiais de baixa condutividade, correspondentes à Lei de Ohm. Nesta página há dois links. Um link levará o aluno para uma página que terá informações sobre George Simon Ohm enquanto o link “próxima página” levará o aluno para outra página que apresentará do assunto sobre a Lei de Ohm.

O link encontrado na página “aqui” abrirá uma nova aba que terá uma simulação da Lei de Ohm. Após acessar o simulador, o aluno fechará a aba e retornará para a página que trata dos condutores ôhmicos. Outro link na página, “próxima página”, levará o aluno para uma terceira página que fechará o conceito sobre os condutores ôhmicos.

Para dar continuidade aos estudos, o aluno deverá voltar para a página dos elementos. Desta forma, o aluno usará o conceito-link “baixa condutividade”. Este link estará disponível na parte direita superior da tela, em um mapa conceitual reduzido dos elementos. O link levará o aluno para a página dos condutores.

Ao voltar para a página dos condutores, o aluno clicará no link elementos, link encontrado no mapa conceitual reduzido dos elementos à direita superior da tela e assim, voltará para página do mapa conceitual dos elementos.

O próximo link-conceito a ser acessado será o “não-ôhmico”. Na página “condutores não ôhmico”, o aluno terá informações do comportamento desse tipo de condutor quando percorrido por uma corrente elétrica. Há um link “aqui” na página para que o aluno possa acessar outras fontes que trate dos condutores de baixa condutividade. Ao término da leitura na página, o aluno voltará ao mapa conceitual dos elementos.

Para finalizar o estudo no portal, o aluno acessará os conceitos-links da última linha do mapa dos elementos. Esses conceitos-link são os exemplos de cada conceito trabalhado no mapa dos elementos dos circuitos elétricos. Após acessar os exemplos, o aluno sairá do portal.

3.3 – Conclusão

Ao término deste encontro, o professor projetará o mapa conceitual da página de introdução e o mapa dos elementos dos circuitos elétricos para promover reconciliação integrativa dos conteúdos trabalhados.

4 - Avaliação

Os alunos receberão uma folha de papel sulfite, um modelo de circuito elétrico simples, representado apenas por símbolos dos circuitos elétricos. Caberá ao aluno nomear cada símbolo do circuito e explicar a função de cada elemento no circuito elétrico.

Explicar a diferença entre um condutor de baixa condutividade elétrica ôhmico e um condutor de baixa condutividade elétrica não ôhmico.

Plano de aula encontro 03

Assunto: Circuitos Elétricos

Professor:

Disciplina: Física

Ano Letivo:

Fase:

Curso: EJA - Ensino Médio

Carga Horária: 100 minutos

Data:

Conteúdo: Configuração em série dos resistores e resistência equivalente

1 - Objetivos

1 – Identificar um circuito com resistores conectados em série.

2 – Construir um circuito com resistores conectados em série

2 - Metodologia

Utilizaremos a Sala de Tecnologia Educacional (STE) para trabalhar o conteúdo planejado e as atividades programadas. Ao chegar a STE, cada aluno irá se dirigir a um computador e utilizará o navegador Mozilla Firefox para acessar a internet no endereço www.dfi.ufms.br/elierverson. Será individual o uso do computador. O professor apresentará o conteúdo que será trabalhado em um mapa conceitual e entregará um guia de navegação aos alunos para que estes possam acessar o conteúdo sobre circuitos elétricos simples. Ao término da navegação o aluno realizará uma atividade avaliativa sobre os conceitos que foram estudados.

3 – Desenvolvimento

3.1 – Introdução

O conteúdo sobre circuitos elétricos que será apresentado para os alunos da EJA está organizado conforme os pressupostos da teoria ausubeliana da Aprendizagem Significativa e da Mudança Conceitual de Posner e colaboradores em um mapa conceitual. .

A organização do conteúdo se embasa na Aprendizagem Significativa Subordinativa Correlativa, na qual os conceitos são organizados hierarquicamente do mais inclusivo para o menos inclusivo.

Os assuntos trabalhados nesta aula serão: resistência equivalente e circuitos com resistores conectados em série

3.1 – Desenvolvimento próprio

O aluno acessará o endereço <http://dfi.ufms.br/elierverson/> e clicará no link entre. Na próxima página clicará no link “continuar”, ao entrar na terceira página, clicará no link “tarefa I”, na próxima página clicará no link “próxima tarefa”, por fim, clicará no link “próxima página” e terá acesso a uma página que contém os seguintes conceitos-links: circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O conceito-link a ser acessado será “configurações”. Ao entrar na página, o aluno assistirá a um vídeo que mostra a estrutura e funcionalidade de um circuito elétrico. Após assistir o vídeo e ler o texto da página, o aluno clicará no link “próxima” e aparecerá uma página com alguns questionamentos para reflexões sobre circuitos elétricos.

Para continuar a navegação, o aluno clicará no link “aqui” e um mapa conceitual das configurações aparecerá em uma página.

Como o estudo do encontro será dirigido para a configuração em série e resistência equivalente, os conceitos links a serem trabalhados serão “série” e “resistência equivalente”.

Ao clicar no conceito-link “resistência equivalente”, abrirá uma página que trará no texto a explicação a respeito da resistência equivalente. Para voltar à página do mapa conceitual das configurações, basta clicar no ícone “voltar” do navegador ou no ícone “configurações” do mapa conceitual que se encontra na parte direita superior da página.

Estando na página do mapa das configurações, o aluno clicará no conceito-link “série”. A página que abrirá terá informações sobre a configuração em série de resistores e, um vídeo mostrará a estrutura da configuração.

Nesta página há um link “próxima página” que, ao ser acessado, abrirá uma página com explicações mais particulares da configuração em série. Uma dessas particularidades é a estrutura do circuito elétrico ao fazer uso dos símbolos dos circuitos elétricos.

Há também nessa página, um link denominado “simulador” que ao ser acessado, abrirá uma nova aba. Na simulação, o aluno terá que conectar lâmpadas em série e ligá-las a uma bateria. O aluno deverá observar a intensidade dos brilhos das lâmpadas quando conectadas nos soquetes.

Após terminar a simulação, o aluno fechará a aba e clicará no link “próxima página”. Na página aberta, será apresentada ao aluno a maneira de encontrar a resistência equivalente da configuração em série dos resistores.

Para finalizar o estudo no portal nesse encontro, o aluno acessará o link “atividade” e deverá, utilizando um simulador, construir um circuito elétrico, cujas lâmpadas estejam conectadas em série. Terminada a simulação, o aluno fechará o navegador.

3.3 – Conclusão

Ao término deste encontro, o professor projetará o mapa conceitual circuitos elétricos para promover reconciliação integrativa dos conteúdos trabalhados.

4 - Avaliação

Os alunos construirão, no simulador dinâmico, dois circuitos elétricos configurados em série com três lâmpadas. No primeiro, as lâmpadas deverão emitir o mesmo brilho, enquanto no segundo, uma lâmpada deverá ter o brilho mais intenso.

Plano de Aula Encontro 04

Assunto: Circuitos Elétricos

Professor: Eliéverson Guerchi Gonzales

Disciplina: Física

Ano Letivo: 2010

Fase: 2ªB

Curso: EJA - Ensino Médio

Carga Horária: 2 aulas

Data:

Aula: 04

Conteúdo: Configuração em paralelo e mista dos resistores

ESCOLA: E. E. Prof^a. Alice Nunes Zampiere

1 - Objetivos

Ao término da aula o aluno deverá estar apto a:

1 – Identificar um circuito com resistores conectados em paralelo;

2 – Construir um circuito com resistores conectados em paralelo;

3 – Identificar uma configuração mista de resistores;

4 – Construir um circuito com resistores ligados de maneira mista.

2 - Metodologia

Utilizaremos a Sala de Tecnologia Educacional (STE) para trabalhar o conteúdo planejado e as atividades programadas. Ao chegar a STE, cada aluno irá se dirigir a um computador e utilizará o navegador Mozilla Firefox para acessar a internet no endereço www.dfi.ufms.br/elierverson. Será individual o uso do computador. O professor apresentará o conteúdo que será trabalhado em um mapa conceitual e entregará um guia de navegação aos alunos para que estes possam acessar o conteúdo sobre circuitos elétricos simples. Ao término da navegação o aluno realizará uma atividade avaliativa sobre os conceitos que foram estudados.

3 – Desenvolvimento

3.1 – Introdução

O conteúdo sobre circuitos elétricos que será apresentado para os alunos da EJA está organizado conforme os pressupostos da teoria ausubeliana da Aprendizagem Significativa e da Mudança Conceitual de Posner e colaboradores em um mapa conceitual. .

A organização do conteúdo se embasa na Aprendizagem Significativa Subordinativa Correlativa, na qual os conceitos são organizados hierarquicamente do mais inclusivo para o menos inclusivo.

Os assuntos trabalhados nesta aula serão: configuração em paralelo de resistores e configuração mista de resistores.

3.2 – Desenvolvimento próprio

O aluno acessará o endereço <http://dfi.ufms.br/elierverson/> e clicará no link entre. Na próxima página clicará no link “continuar”, ao entrar na terceira página, clicará no link “tarefa I”, na próxima página clicará no link “próxima tarefa”, por fim, clicará no link “próxima página” e terá acesso a uma página que contém os seguintes conceitos-links: circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O conceito-link a ser acessado será “configurações”. Ao entrar na página, o aluno clicará no link “próxima” e em na página posterior no link “aqui” e terá acesso ao mapa conceitual das configurações.

Como o estudo do encontro será dirigido para a configuração em paralelo e configuração, os conceitos links a serem trabalhados serão “paralelo” e “misto”.

Na página do mapa das configurações, o aluno clicará no conceito-link “paralelo”. A página que abrirá terá informações sobre a configuração em paralelo de resistores e, um vídeo mostrará a estrutura da configuração.

Nesta página há um link “próxima página” que, ao ser acessado, abrirá uma página com explicações mais particulares da configuração em paralelo. Uma dessas particularidades é a estrutura do circuito elétrico ao fazer uso dos símbolos dos circuitos elétricos.

Há também nessa página, um link denominado “simulador” que ao ser acessado, abrirá uma nova aba. Na simulação, o aluno terá que conectar lâmpadas, de resistências diferentes, em soquetes que estão conectados em paralelo e ligados a uma bateria. O aluno deverá observar a intensidade dos brilhos das lâmpadas quando conectadas nos soquetes.

Após terminar a simulação, o aluno fechará a aba e clicará no link “próxima página”. Na página aberta, será apresentada ao aluno a maneira de encontrar a resistência equivalente da configuração em série dos resistores.

Para finalizar a primeira parte do estudo nesse encontro, o aluno acessará o link “atividade” e deverá, utilizando um simulador, construir um circuito elétrico, cujas lâmpadas estejam conectadas em paralelo. Terminada a simulação, o aluno clicará no link voltar do navegador. Ao voltar para a página da configuração em paralelo, clicará no link “configurações. Este link se encontra na parte direita superior da página.

De volta à página do mapa das configurações, o aluno clicará no conceito-link “misto”. A página que abrirá terá informações sobre a configuração mista de resistores e, um vídeo mostrará a estrutura da configuração.

Nesta página há um link “próxima página” que, ao ser acessado, abrirá uma página com explicações mais particulares da configuração mista. Uma dessas particularidades é a estrutura do circuito elétrico ao fazer uso dos símbolos dos circuitos elétricos.

Há também nessa página, um link denominado “simulador” que ao ser acessado, abrirá uma nova aba. Na simulação, o aluno terá que conectar lâmpadas, de resistências diferentes, em soquetes que estão conectados em série e em paralelo. Os soquetes estão ligados a uma bateria. O aluno deverá observar a intensidade dos brilhos das lâmpadas quando conectadas nos soquetes.

Após terminar a simulação, o aluno fechará a aba e clicará no link “próxima página”. Na página aberta, será apresentada ao aluno a maneira de encontrar a resistência equivalente da configuração em série dos resistores.

Para finalizar o estudo no portal nesse encontro, o aluno acessará o link “atividade” e deverá, utilizando um simulador, construir um circuito elétrico, cujas lâmpadas estejam conectadas em série e em paralelo. Terminada a simulação, o aluno fechará o navegador.

3.3 – Conclusão

Ao término deste encontro, o professor projetará o mapa dos circuitos elétricos para promover reconciliação integrativa dos conteúdos trabalhados.

4 - Avaliação

1 - Os alunos construirão, por meio de um simulador, dois circuitos elétricos configurados em paralelo com três lâmpadas. No primeiro, as lâmpadas deverão emitir o mesmo brilho, enquanto no segundo, uma lâmpada deverá ter o brilho mais intenso.

2 - Os alunos construirão, por meio de um simulador, um circuito elétrico configurados em série e em paralelo (configuração mista). com três lâmpadas.

8.5 Apêndice E – Guias de navegações

Guia de navegação – Encontro 01

Ao acessar o portal, você visualizará a página principal e, clique no link de acesso à página posterior, uma página de apresentação irá abrir. Esta página tem um ícone “clique aqui” que ao abrir em uma nova aba, apresentará informações sobre mapas conceituais. Nessa mesma página acesse o link “aqui” que mostrará um exemplo de mapa conceitual.

Ao término da leitura, feche a aba e retornará à página de apresentação. Clique no link “aqui” e abrirá uma nova aba que o levará para a primeira tarefa.

Na primeira tarefa, construa, no simulador, um circuito elétrico que contenha no mínimo três lâmpadas e um interruptor, de tal forma que as lâmpadas obtenham o menor brilho possível. O tempo estimado para montagem do circuito no simulador será de cinco minutos.

Com o término do tempo o aluno chame o professor para salvar a simulação. Após o professor ter salvo sua simulação, feche a aba e clique no link “próxima tarefa”. A segunda tarefa será apresentada em uma nova página e você deverá clicar no link “link” para acessar o outro simulador, que abrirá em uma nova aba.

Novamente construa um circuito elétrico no simulador, porém, as lâmpadas terão que estar conectadas de tal modo que venham emitir o maior brilho possível. Você terá um tempo de cinco minutos para concluir a simulação. Ao término da tarefa, o aluno chame o professor para salvar a simulação.

Continuando a navegação, feche a aba e entrará em uma página em que haverá um mapa conceitual sobre os conteúdos que serão trabalhados no AVE.

Nesse mapa, você encontrará os seguintes conceitos-links*: circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O primeiro conceito-link a ser acessado será “circuitos elétricos”. Para retornar a página do mapa conceitual, utilize o ícone que será o próprio mapa, no entanto, em um tamanho menor. Esse ícone estará disponível na parte superior direita da tela.

Clique no conceito-link “elementos”. Uma página introdutória aos elementos do circuito elétrico abrirá. Esta página tem um link “aqui” que ao ser clicado levará o aluno para uma página que contém um mapa conceitual dos elementos dos circuitos elétricos.

Ao clicar no conceito-link “indutores”, leia o texto. Para retornar à página anterior, clique no link que se encontra na parte direita superior da página.

Na página do mapa dos elementos dos circuitos elétricos, clique no conceito-link “condutores”. Leia o texto, assista ao vídeo e clique no link “aqui” e uma aba será aberta. Faça a simulação número 5.

Ao término da simulação, feche a aba e, voltando à página “condutores”, clique no link “elementos” que estará disponível na parte direita superior da página forma de mapa conceitual, com a mesma estrutura da página “indutores”.

Clique no conceito-link “capacitores” e leia o texto. Para retornar à página anterior, clique no link “elementos” que estará na parte direita superior da página.

Clique agora no conceito-link “Fontes de Energia”. Faça a leitura do texto e assista ao vídeo. Ao terminar feche o navegador para realizar a avaliação.

Guia de navegação – Encontro 02

Acesse o endereço www.dfi.ufms.br/elierverson e vá até a página do mapa “circuitos elétricos”.

Clique no link “elementos” e após no links “alta condutividade”. Faça a leitura do texto. Após terminar a leitura clique no link “próxima página” e observe as figuras que serão apresentadas na página

Para retornar à página anterior, feche, A seguir clique no conceito “condutores” para voltar à página dos condutores

Na página que há um mapa dos elementos dos circuitos elétricos, clique no conceito-link “baixa condutividade”. Leia o texto com atenção. Após a leitura do texto, clique em próxima página e assista aos vídeos. Quando terminar de ver os vídeos, clique no link “próxima página” e observe as figuras.

Para voltar ao mapa dos elementos use o conceito-link “condutores”. Este link estará disponível na parte direita superior da tela, em um mapa conceitual reduzido dos elementos. Esse link levará o aluno para a página dos condutores.

Ao voltar para a página dos condutores, clique no link elementos, link encontrado no mapa conceitual reduzido dos elementos à direita superior da tela, e assim, voltará para página do mapa conceitual dos elementos.

Estando na página do mapa dos elementos dos circuitos elétricos, clique no conceito-link “ôhmico”. Leia o texto com muita atenção. Acesse o link sobre o nome de George Simon Ohm e leia as informações contidas na página.

O link encontrado na página “aqui” abrirá uma nova aba que terá uma simulação da Lei de Ohm. Após acessar o simulador, feche a aba e retornará para a página que trata dos condutores ôhmicos. Nesta página, clique em “próxima página”.

Para dar continuidade aos estudos, volte para a página dos elementos e clique no link “baixa condutividade”. Este link estará disponível na parte direita superior da tela, em um mapa conceitual reduzido dos elementos. O link o levará para a página dos condutores.

Ao voltar para a página dos condutores, acesse o link elementos, link encontrado no mapa conceitual reduzido dos elementos à direita superior da tela e assim, voltará para página do mapa conceitual dos elementos.

O próximo link-conceito a ser acessado será o “não-ôhmico”. Na página “condutores não ôhmico”, leia o. Nesta página há um link “aqui” para você acessar outras fontes que trata dos condutores de baixa condutividade. Ao término da leitura na página, retorne ao mapa conceitual dos elementos.

Para finalizar o estudo no portal, acesse os conceitos-links da última linha do mapa dos elementos. Esses conceitos-link são os exemplos de cada conceito trabalhado no mapa dos elementos dos circuitos elétricos. Após acessar os exemplos, o aluno feche o navegador e aguarde o professor.

Guia de navegação – Encontro 03

Acesse o endereço www.dfi.ufms.br/elierverson e vá até a página do mapa “circuitos elétricos”. Clique no link **configurações**. Faça a leitura e assista ao vídeo. Clique no link **próxima página**. Faça leitura do conteúdo e clique no link **aqui**. A página que abrirá apresentará o mapa das configurações. Clique no link **Resistência Equivalente**. Ao término da leitura, clique no ícone circuitos elétricos, que é encontrado na parte direita superior da tela. Desta maneira, você retornará ao mapa das configurações. Acesse o link **série**. Faça a leitura do texto e assista ao vídeo. Ao término do vídeo, clique no link **próxima página**. Faça a leitura do texto e, ao terminar, clique no link **simulador**. Uma nova aba abrirá. Terminado a simulação **feche** a aba e voltará à página da associação em série. Clique no link **próxima página**. Faça a leitura do texto e clique no link **aqui**. Uma apresentação de slide abrirá. Faça a leitura dos slides com *muita atenção*. Ao término da apresentação de slides, aperte a tecla **Esc**. Esta tecla se encontra no lado esquerdo superior do teclado. Clique no link **atividades** e um simulador abrirá.

Atividade 01.

Construa um circuito elétrico no simulador. A simulação deverá conter três lâmpadas conectadas em série, fios condutores e um interruptor. As lâmpadas devem emitir o menor brilho possível. Antes de fechar o circuito chame o professor.

Atividade 02

.Construa um circuito elétrico no simulador. A simulação deverá conter três lâmpadas conectadas em série, fios condutores e um interruptor. Desta vez, as lâmpadas deverão emitir o maior brilho possível. Antes de fechar o circuito chame o professor.

Guia de navegação – Encontro 04

Acesse o endereço <http://dfi.ufms.br/elierverson/> e clique no link **entre**. Na próxima página clique no link “**continuar**” e, ao entrar na terceira página, clique no link “**tarefa I**”. Na próxima página, clique no link “**próxima tarefa**”. Por fim, clique no link “**próxima página**” e terá acesso a uma página que contém os seguintes conceitos-links: circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O conceito-link a ser acessado será “**configurações**”. Ao entrar na página, clique no link “**próxima**” e em seguida, na página posterior, no link “**aqui**” e terá acesso ao mapa conceitual das configurações.

Na página do mapa das configurações, clique no conceito-link “**paralelo**”. Leia o texto e assista ao vídeo. Ao término do vídeo, clique em “**próxima página**” leia o texto e observe bem a figura.

Há também nessa página um link denominado “**simulador**”. Ao acessá-lo, uma nova aba irá abrir. Na simulação, abra o circuito IX, e conecte as lâmpadas nos soquetes. Observe o que acontece com o brilho das lâmpadas.

Após terminar a simulação, **feche a aba** e clique no link “**próxima página**”. Leia com atenção o texto e observe a figura. Ao término da leitura clique em “**atividade**”.

Atividade 1 - Construa, no simulador, um circuito elétrico configurado em paralelo. Esse circuito deve conter três lâmpadas de tal modo que elas venham emitir o mesmo brilho.

Atividade 2 - Construa, no simulador, um circuito elétrico configurado em paralelo. Esse circuito deve conter três lâmpadas de tal modo que duas venham emitir o maior brilho.

Lembre-se, chame o professor antes de fechar o circuito (ligar o interruptor).

Terminada as atividades, clique no link voltar do navegador (seta verde que se encontrar na parte esquerda superior da tela).

Ao voltar para a página da configuração em paralelo, clique no link “**configurações**”. Este link se encontra na parte direita superior da página. Clique no link “**misto**”. Leia o texto e assista ao vídeo. Clique no link “**próxima página**”, leia o texto e clique em “**simulações**”. Faça simulações no circuito V e circuito VI. Preste muita atenção no brilho das lâmpadas. Após terminar a simulação, **feche a aba** e clique no link “**próxima página**”. Leia com atenção o texto e observe a figura. Ao término da leitura clique em “**atividade**”.

Atividade 3 - Construa, no simulador, um circuito elétrico cujas lâmpadas estejam conectadas em paralelo e série (configuração mista). Esse circuito deve conter três lâmpadas.

Lembre-se, chame o professor antes de fechar o circuito (ligar o interruptor).

Guia de navegação – Encontro 05

Acesse o endereço <http://dfi.ufms.br/elierverson/> e clique no link **entre**. Na próxima página clique no link “**continuar**” e, ao entrar na terceira página, clique no link “**tarefa I**”. Na próxima página, clique no link “**próxima tarefa**”. Por fim, clique no link “**próxima página**” e terá acesso a uma página que contém os seguintes conceitos-links: circuitos elétricos, elementos, configuração e propriedades.

O conceito-link a ser acessado será “**propriedades**”. Ao entrar na página, clique no link “**mapa conceitual das propriedades do circuito**”.

Na página do mapa das propriedades, clique no conceito-link “**potência dissipada**”. Leia o texto e clique em “**próxima página**” leia o texto e observe bem a figura e clique em “**próxima página**”. Leia o texto, assista ao vídeo.

Após terminar de assistir o vídeo, utilize o mapa que se encontra na parte direita superior da página, e clique em **propriedades** para retornar ao mapa das propriedades dos circuitos elétricos.

Na página do mapa das propriedades, o aluno clique no conceito-link “**corrente elétrica**”. Leia o texto com atenção. Nesta página há um link “**aqui**” que, ao ser acessado, abrirá uma aba e nesta, terá uma animação. Observe bem a animação. Ao término da

animação, feche a **aba** e, utilize o mapa que se encontra na parte direita superior da página, clicando em **propriedades** para retornar ao mapa das propriedades dos circuitos elétricos.

No mapa das propriedades, clique no conceito-link “**instrumentos de medida**”. Leia o texto e observe a figura com atenção. Para voltar ao mapa conceitual, utilize o mapa que se encontra na parte direita superior da página, clicando em **propriedades**, retornará ao mapa das propriedades dos circuitos elétricos.

No mapa das propriedades, clique no conceito-link “**sentido**”. Leia o texto e clique no link do youtube. Assista o vídeo e feche a página. Clique no link **corrente elétrica**, depois em **propriedades** e estará no mapa conceitual. Acesse o conceito-link **portadores de carga**. Leia o texto e observe a tabela com atenção.

Acesse o conceito-link **contínua**, leia o texto e observe o gráfico. Clique em **próxima página**, leia o texto e assista o vídeo. Clique no link **sentido, corrente elétrica**, depois em **propriedades** e estará no mapa conceitual.

Acesse o conceito-link **contínua**, leia o texto e observe o gráfico. Clique em **próxima página**, leia o texto e assista o vídeo. Clique no link **sentido, corrente elétrica**, depois em **propriedades** e estará no mapa conceitual.

Acesse o conceito-link **alternada**, leia o texto e assista ao vídeo. Clique no link **sentido, corrente elétrica**, depois em **propriedades** e estará no mapa conceitual.

Clique nos links da última linha do mapa para conhecer os exemplos de cada conceito.