

FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Ana Paula Santos Rebello

**ESTUDO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO SOBRE A ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES COM O
AUXÍLIO DO COMPUTADOR E DE MAQUETES DINÂMICAS**

Porto Alegre

2010

ANA PAULA SANTOS REBELLO

**ESTUDO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO SOBRE A ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES COM O
AUXILIO DO COMPUTADOR E DE MAQUETES DINÂMICAS**

Projeto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Dr Maurivan Güntzel Ramos

PORTO ALEGRE

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R291e Rebello, Ana Paula Santos
O estudo do processo de reconstrução do conhecimento sobre associação de resistores com o auxílio do computador e de maquetes dinâmicas / Ana Paula Santos Rebello. — Porto Alegre, 2010.
88 f.

Diss. (Mestrado) - PUCRS - Faculdade de Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos

1. Circuitos Elétricos. 2. Física - Maquetes. 3. Física - Ensino. 4. Informática Aplicada a Física. I. Ramos, Maurivan Güntzel. II. Título.

CDD 537

Bibliotecário Responsável
Ginamara Lima Jacques Pinto
CRB 10/1204

ANA PAULA SANTOS REBELLO

**ESTUDO DO PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO
SOBRE A ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES COM O AUXÍLIO DO
COMPUTADOR E DE MAQUETES DINÂMICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 08 de abril de 2010, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:



Dr. Maurivan Güntzel Ramos (Orientador - PUCRS)



Dr. Marco Antonio Moreira (UFRGS)



Dr. João Bernardes da Rocha Filho (PUCRS)

Dedicatória

*Para meus pais,
Paulo Antônio e Zilma*

O modo admirável com o qual vocês me educaram resultou
nessa conquista, por isso essa dissertação é dedicada a vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ser a minha base e por me dar forças para continuar nos momentos de angústia e cansaço, tão presentes nesses dois anos dedicados ao Mestrado.

Agradeço aos meus pais por acreditarem em mim, pelo modo que me educaram e pelo amor que me dedicaram sempre; pela compreensão em relação às minhas ausências, em função de tarefas relacionadas ao Mestrado; por saberem me ouvir e me ajudar nos momentos difíceis, sempre me estendendo a mão e me apoiando.

Agradeço aos professores do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pelas aulas diferenciadas e atuais, fornecendo subsídios consistentes para essa dissertação.

Agradeço aos meus colegas de Mestrado, em especial a amiga Mirela Pacheco, pelas infinitas horas de companheirismo, amizade e compreensão nas divisões dos nossos anseios e estudos em prol do mesmo objetivo.

À direção da Escola Estadual de Ensino Médio, na qual foi realizada a pesquisa relatada nesta dissertação, por ter tornado possível este trabalho.

Aos alunos, que fizeram parte dessa pesquisa, pela disponibilidade em participar deste trabalho.

Faço um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Maurivan Güntzel Ramos, por saber ouvir, pela sua presteza e firmeza nas orientações, pelo comprometimento profissional impecável, bem como pelo estímulo em seguir pesquisando e contribuindo para uma educação de qualidade.

Enfim, agradeço a todas as pessoas, amigos, parentes e familiares que de uma forma ou de outra tornaram possível o sonho de tornar-me mestre.

RESUMO

O presente trabalho apresenta o relato de uma investigação sobre o modo como a realização de uma Unidade de Aprendizagem sobre circuitos elétricos e as associações de resistores pode contribuir para a aprendizagem significativa sobre esse tema. A pesquisa, constituída como um estudo de caso, foi realizada com trinta alunos do terceiro ano do Ensino Médio na disciplina de Física de uma escola pública de Porto Alegre, RS. A Unidade de Aprendizagem realizada tinha por base o Educar pela Pesquisa e foi organizada com várias atividades, com destaque para a simulação computacional, por meio do *Software Crocodile Physics*, e para a construção de maquetes dinâmicas, as quais mostravam réplicas de situações cotidianas contendo circuitos elétricos em funcionamento. Para a coleta de dados foram utilizados dois testes, inicial e final, e uma entrevista semi-estruturada, realizada com nove sujeitos após o final da unidade. Os testes foram analisados, numa abordagem quantitativa descritiva. A entrevista e uma questão aberta do teste final foram analisadas, numa abordagem qualitativa, pela Análise Textual Discursiva. Também foram analisados desenhos de circuitos elaborados pelos alunos nos testes inicial e final. A análise dos dados permitiu inferir sobre a relevância das estratégias adotadas para a aprendizagem dos alunos sobre os circuitos elétricos básicos e a associação de resistores e para a elevada satisfação dos estudantes em participar da unidade, com destaque para o uso do computador e da construção de maquetes dinâmicas. A investigação evidenciou também forte transição entre o pensamento concreto e abstrato.

Palavras-chave: Ensino de Física. Circuitos elétricos. Maquetes. Recursos computacionais. Unidade de Aprendizagem.

RESUMEN

El presente trabajo presenta el relato de una investigación sobre el modo en que la realización de una Unidad de Aprendizaje sobre circuitos eléctricos y las asociaciones de resistores puede contribuir al aprendizaje significativo sobre este tema. La investigación, constituida como un estudio de caso, se realizó con treinta alumnos de tercer año de Nivel Secundario en la asignatura Física de una escuela pública en la ciudad de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. La Unidad de Aprendizaje realizada se basó en el Educar a través de la Investigación y se organizó en varias actividades, entre las que se destacaron la simulación computacional, por medio del *Software Crocodile Physics*, y la construcción de maquetas dinámicas, las cuales mostraban réplicas de situaciones cotidianas, conteniendo circuitos eléctricos en funcionamiento. Para la recolección de datos se utilizaron dos pruebas, una inicial y otra final, y una entrevista semiestructurada, realizada con nueve sujetos, posterior al final de la unidad. Las pruebas fueron analizadas, dentro de un abordaje cuantitativo descriptivo. Se analizaron asimismo la entrevista y una pregunta abierta de la prueba final, dentro de un abordaje cualitativo mediante el Análisis Textual Discursivo. También se analizaron diseños de circuitos elaborados por los alumnos en las pruebas inicial y final. El análisis de los datos permitió inferir la relevancia de las estrategias adoptadas para el aprendizaje de los alumnos acerca de los circuitos eléctricos básicos y la asociación de resistores y para la elevada satisfacción de los estudiantes en participar de la unidad, destacándose el uso de la computadora y de la construcción de maquetas dinámicas. La investigación evidenció también una fuerte transición entre el pensamiento concreto y abstracto.

Palabras clave: Enseñanza de Física. Circuitos eléctricos. Maquetas dinámicas. Simulación computacional. Unidad de Aprendizaje.

ABSTRACT

This work is an account of an investigation on how the implementation of a Learning Unit on electrical circuits and resistors associations can contribute to significant learning on this subject. The research, set up as a case study, was conducted in a public school in Porto Alegre, Brazil, and it involved thirty students studying physics in the third year of high school. The Learning Unit aimed at creating education through research, and was organized into multiple activities, with emphasis on computer simulations, using the *Crocodile Physics Simulation Software*, and on the construction of dynamic models showing replicas of daily situations containing electric circuit operations. Initial and final tests were used to collect data, and a semi-structured interview was done with nine participants after the end of the Learning Unit. The tests were analyzed under the descriptive quantitative approach. The interview and an open question for the final test were analyzed, under the qualitative approach, by the Discursive Textual Analysis. Circuit designs made by the students were also analyzed in the initial and final tests. The analysis of the data draws attention to the relevance of the strategies used for teaching students about the basic electrical circuits and the combination of resistors as well as the high contentment of students in taking part in the Learning Unit, especially regarding the use of computers and dynamic models. The research also showed evidence of a pertinent transition between the concrete and abstract thinking.

Keywords: Teaching physics. Electrical circuits. Dynamic models. Computer simulation. Learning Unit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Imagem do <i>Software Crocodile Physics</i> , mostrando informações quantitativas intensidade de corrente elétrica e potência.....	30
Figura 02	Imagem do <i>Software Crocodile Physics</i> , mostrando informações quantitativas sobre a intensidade de corrente elétrica.....	31
Figura 03	Imagem do <i>Software Crocodile Physics</i> , mostrando um esquema técnico com informações quantitativas	32
Figura 04	Gráfico comparativo das notas dos alunos entre os testes inicial e final	47
Figura 05	Desenho do sujeito A (teste inicial)	48
Figura 06	Desenho do sujeito A (teste final)	49
Figura 07	Desenho do sujeito B (teste inicial)	50
Figura 08	Desenho do sujeito B (teste final)	50
Figura 09	Desenho do sujeito C (teste inicial)	51
Figura 10	Desenho do sujeito C (teste final)	51
Figura 11	Gráfico comparativo da presença dos elementos solicitados na questão 5	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UA	Unidade de Aprendizagem
DP	Diário de Pesquisa
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNISINOS	Universidade do Rio dos Sinos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA	15
2.1	Caminhos que conduziram à realização da pesquisa.....	15
2.2	Problemática de pesquisa.....	17
2.3	Objetivos de Pesquisa.....	18
3	ASPECTOS TEÓRICOS.....	18
3.1	O Educar pela Pesquisa e a Unidade de Aprendizagem.....	20
3.2	O computador como ferramenta para a aprendizagem: as possibilidades do <i>Software Crocodile Physics®</i>	27
3.3	A construção de material concreto e a aprendizagem: as maquetes dinâmicas.....	33
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	36
4.1	Contexto, sujeitos e organização da pesquisa.....	36
4.2	Abordagem de pesquisa.....	39
4.3	A Unidade de Aprendizagem em ação.....	39
4.4	Coleta de dados.....	41
4.4.1	Teste inicial.....	41
4.4.2	Teste Final.....	43
4.4.3	Entrevista semiestruturada.....	43
4.4.4	Outros dados coletados.....	44
4.5	Análise dos dados.....	44
5	RESULTADOS.....	46
5.1	Análise dos testes inicial e final.....	46
5.2	Análise dos desenhos de circuitos elaborados pelos alunos nos testes iniciais e finais.....	49

5.3	Análise das entrevistas e das respostas à questão 6 do teste final.....	53
5.3.1	Percepções positivas sobre a participação na UA	53
5.3.2	A importância do uso da simulação computacional para a aprendizagem significativa sobre associação de resistores	54
5.3.3	A importância da construção da maquete dinâmica e do esquema técnico para a aprendizagem significativa sobre associação de resistores.....	57
5.3.4	Novas evidências de aprendizagem significativa sobre a associação dos resistores.....	59
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICES.....	69
	Apêndice A – Teste inicial – Circuitos elétricos.....	70
	Apêndice B – Teste final – Circuitos elétricos.....	73
	Apêndice C - Orientações para o trabalho com a utilização do <i>Software Crocodile Physics</i>	76
	Apêndice D – Situação-problema.....	79
	Apêndice E – Caracterização dos sujeitos de pesquisa.....	81
	Apêndice F – Roteiro de entrevista	83
	Apêndice G - Termo de consentimento livre e esclarecido – Alunos.....	85
	Apêndice H - Termo de consentimento livre e esclarecido – Responsável.....	87

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta o relato de uma investigação sobre o modo como a realização de uma Unidade de Aprendizagem sobre circuitos elétricos e as associações de resistores pode contribuir para a aprendizagem significativa sobre esse tema. A pesquisa, constituída como um estudo de caso, foi realizada com trinta alunos do terceiro ano do Ensino Médio na disciplina de Física de uma escola pública de Porto Alegre, RS.

O estudo empírico foi realizado com o objetivo de contribuir, por meio da pesquisa, com alternativas para o Ensino de Física, visando à aprendizagem significativa dos alunos. No estudo, buscou-se compreender o processo de aprendizagem de alunos que vivenciaram uma Unidade de Aprendizagem, a qual teve início a partir da problematização do conhecimento inicial ou prévio dos alunos. No transcorrer da Unidade foram realizadas diversas atividades, entre as quais, simulações por meio do *software Crocodile Physics* e a construção de maquetes dinâmicas sobre o conteúdo estudado.

Esse trabalho está descrito nos capítulos intitulados: *Contextualização e Problematização da Pesquisa, Aspectos teóricos, Procedimentos Metodológicos da Pesquisa, Resultados e Considerações Finais*, os quais são apresentados a seguir.

O Capítulo 2, intitulado *Contextualização e Problematização da Pesquisa*, relata sucintamente a trajetória profissional da autora, relacionada com a atuação em sala de aula, principalmente na área de Física, e evidencia, neste contexto, a origem do problema investigado neste trabalho. O capítulo também explicita os objetivos gerais e específicos da pesquisa realizada.

O Capítulo 3, *Aspectos Teóricos*, apresenta as bases teóricas da pesquisa, com ênfase para o *educar pela pesquisa*, concretizado por meio da Unidade de Aprendizagem.

Neste tópico são apresentados fundamentos associados à pesquisa em sala de aula na Educação Básica, com argumentos sobre a viabilidade e a importância de trabalhar-se com alunos, desde cedo, procedimentos de investigação. Nesse tópico, é discutida a *Unidade de Aprendizagem (UA)* como estratégia para compreensão e reconstrução de conceitos, em especial relacionados à associação de resistores, que é o foco da pesquisa que dá origem a esta dissertação. Também

são feitas considerações sobre *o uso do computador como ferramenta para a aprendizagem*, com argumentos sobre o uso da informática para fins educacionais, que sejam realmente significativos aos educandos. A simples escolha de softwares, sem uma preocupação pedagógica pode não contribuir para aprendizagens significativas, sendo função do professor selecionar programas que ajudem na aprendizagem dos alunos. Neste tópico, também é descrito o *Software Crocodile Physics*, utilizado na pesquisa, explicitando o seu funcionamento, com vistas à compreensão de conceitos físicos. Ao final deste capítulo, é discutido *o papel das maquetes dinâmicas para a compreensão da associação de resistores*, com referências à importância da utilização de materiais manipulativos nas aulas de Física para promover a compreensão de determinados conceitos, que, em geral, são abstratos e podem dificultar a aprendizagem dos alunos.

O Capítulo 4, *Procedimentos Metodológicos da Pesquisa*, apresenta a metodologia utilizada na investigação por meio de ações de natureza qualitativa e quantitativa, as quais foram complementares. A abordagem qualitativa de pesquisa, naturalista e compreensiva, deu-se por meio de um estudo de caso. A abordagem quantitativa descritiva, buscou analisar as diferenças entre testes aplicados antes e após a realização da Unidade de Aprendizagem.

Este capítulo está subdividido em cinco tópicos: *Contexto, sujeitos e organização da pesquisa; Abordagem de pesquisa; A Unidade de Aprendizagem em ação; Coleta de Dados; Análise dos dados*. O primeiro explicita o contexto no qual a pesquisa foi realizada, descreve as características dos sujeitos da investigação e apresenta o modo como a pesquisa foi organizada. O segundo explicita a abordagem de pesquisa, com situações de natureza quantitativa e qualitativa. O terceiro tópico explicita as atividades que integraram a Unidade de Aprendizagem. O quarto aborda os procedimentos específicos de coleta dos dados da investigação, que foram submetidos às análises. O último tópico apresenta como os dados foram analisados.

No capítulo 5, *Resultados*, são apresentados e analisados os achados de pesquisa. Para a análise dos resultados qualitativos foi utilizada a Análise Textual Discursiva (MORAES, GALIAZZI, 2007) de entrevistas e da última questão do teste final, que continham depoimentos dos sujeitos pesquisados sobre as atividades realizadas. Também foram analisados os desenhos de circuitos elétricos, elaborados pelos sujeitos de circuitos elétricos, nos testes inicial e final. Para a análise

quantitativa descritiva foram calculados percentuais, visando identificar se houve diferenças entre os desempenhos finais dos sujeitos e os iniciais no âmbito da Unidade de Aprendizagem.

Por fim, no Capítulo 6, denominado *Considerações Finais*, são apresentadas algumas respostas ao problema de pesquisa, bem como sugestões para futuras investigações.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados aspectos da minha trajetória profissional, iniciada em 1994, que sempre esteve relacionada com a educação na área das Ciências, em especial do Ensino de Física e da Educação Matemática. Neste capítulo também será apresentados a justificativa, o problema e os objetivos da pesquisa.

2.1 Caminhos que conduziram à realização da pesquisa

Ao término do Ensino Médio, com apenas 18 anos, optei pelo magistério. Investir em uma profissão tão desvalorizada e ao mesmo tempo tão encantadora foi um desafio a ser transposto, já que a minha facilidade com os números poderia abrir outras possibilidades mais “lucrativas” que o magistério. Mesmo ciente das dificuldades que a profissão me apresentaria, ingressei no curso de Licenciatura em Matemática em 1994 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com muito entusiasmo e certa da minha opção. Durante os anos na Universidade pude perceber que o ofício ao qual me propus não se esgotaria em apenas quatro anos. Mesmo com o diploma em mãos minha necessidade em estudar não cessou.

Ingressei em um curso de especialização em Educação Matemática na UNISINOS em 1999. Preocupada com a aprendizagem da Matemática, realizei uma pesquisa com alunos de 6ª série de três níveis do sistema educacional (municipal, estadual e privada) com uma nova abordagem sobre os Números Inteiros. Nessa época a carga horária nas escolas aumentava e também a vontade de lecionar e contribuir para a qualificação da educação.

Em 2001 voltei aos bancos acadêmicos para realizar novamente uma graduação. Agora meu olhar não se limitava à área de Matemática, pois eu queria ainda mais, que era aplicar a Matemática por meio da Física. Trabalhando cerca de 40 horas na rede estadual e privada de Porto Alegre e cursando a faculdade à noite, após quatro anos, conclui, em 2005, a Licenciatura em Física, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A partir de então a minha trajetória profissional estava relacionada com as Ciências e a Matemática de forma muito estreita. Estudar somente uma disciplina era abdicar da outra que tanto me fascinava. Ao mesmo

tempo os dois cursos tinham algo em comum: a educação. Sendo assim, o curso de Mestrado precisava contemplar as duas vertentes da minha formação.

Novamente a necessidade e o prazer em me aperfeiçoar e contribuir com uma educação de qualidade, que em 2008 ingressei no curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. A escolha do tema para a dissertação necessitava de certa forma, atender aos meus anseios, fruto da experiência em escola da rede pública, na qual cursei o Ensino Médio e que atuo como professora nomeada desde 2002.

A partir do momento que assumi nessa escola a disciplina de Física, venho deparando com inúmeras dificuldades de meus alunos em relação ao entendimento efetivo da associação de resistores, dentre elas, cito: a não diferenciação entre circuitos em série e paralelo e a falta de associação da teoria com a prática.

Essas dificuldades também têm relação com o modo como eu atuava em aula, pois, inicialmente, desenvolvia esse conteúdo de modo tradicional, considerando que essa foi a formação que tive desde a Educação Básica. Assim, acreditava que esse era o modo mais adequado para ensinar os alunos, porém eu não ficava satisfeita com os resultados do meu trabalho.

Preocupada com essa situação, procurei nos últimos três anos encontrar modos para trabalhar esse tema nas minhas aulas do terceiro ano do Ensino Médio, de forma mais dinâmica, e que resultasse, efetivamente em aprendizagens significativas dos alunos. Para tanto, propus aos meus alunos a confecção de maquetes dinâmicas¹ contendo associações de resistores.

Durante esse período de três anos, os alunos reproduziram ambientes com o auxílio de lâmpadas, fios, interruptores e pilhas, o que os motivou consideravelmente. No entanto, teoria pouco consistente embasava minha prática, o que representou um limite para o trabalho que vinha sendo realizado e dificultou a eficácia das estratégias empregadas em sala de aula, implicando, conseqüentemente, uma avaliação da atividade de forma incipiente, ineficiente e carregada de senso comum.

Portanto, ao ingressar no Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, eu já manifestava o interesse em pesquisar sobre a problemática

¹ Defino maquetes dinâmicas como materiais tridimensionais capazes de dar alguma resposta ao serem acionados por meio de interruptores elétricos ou mecânicos.

identificada nas práticas em sala de aula. Por meio das leituras realizadas nas disciplinas no Mestrado, foi possível ampliar meus conhecimentos sobre Aprendizagem Significativa, o Educar pela Pesquisa e a Unidade de Aprendizagem, e associá-los como uma alternativa viável para promover a reconstrução do conhecimento dos alunos sobre a associação de resistores de forma mais significativa e crítica, usando recursos como maquetes dinâmicas e *softwares* educacionais. Assim, espero que este trabalho possa contribuir para a área Educação em Ciências, em especial para o Ensino de Física, pois o estudo pretende, sem fazer generalizações, superar as dificuldades identificadas e contribuir para reflexões dos professores dessa área sobre a aprendizagem significativa sobre conceitos associados aos circuitos elétricos, em especial, as associações de resistores.

A partir do exposto, encaminha-se ao problema e aos objetivos de pesquisa.

2.2 Problemática de pesquisa

A pesquisa buscou responder à seguinte questão central: **De que modo a realização de uma Unidade de Aprendizagem, fundamentada no educar pela pesquisa e na diversificação de atividades teórico-práticas, com destaque para o uso de simulação computacional e da construção de maquetes dinâmicas, contribui para o processo de aprendizagem sobre circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores?**

Para buscar respostas ao problema, foram investigadas as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os conhecimentos iniciais dos alunos sobre associação de resistores?
- Como planejar e executar a Unidade de Aprendizagem sobre resistores utilizando atividades diversificadas, incluindo o uso do programa *Crocodile Physics* e a produção de maquetes dinâmicas, de modo que os alunos reconstruam seus conhecimentos sobre esse tema?
- Quais são os conhecimentos aprendidos sobre associação de resistores na UA?
- Qual é a percepção dos alunos sobre o seu próprio processo de aprendizagem em relação à associação de resistores?

2.3 Objetivos de Pesquisa

Este trabalho tem como objetivo geral, compreender o processo de aprendizagem de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre a associação de resistores, por meio de uma Unidade de Aprendizagem, com o auxílio de um *software* educacional e da construção de maquetes dinâmicas em uma escola estadual de Porto Alegre, RS.

Para atingir esse objetivo, o trabalho foi realizado a partir dos seguintes objetivos específicos:

- Identificar os conhecimentos iniciais dos alunos sobre associação de resistores por meio de um teste inicial;
- planejar e executar a Unidade de Aprendizagem sobre resistores utilizando atividades diversificadas, incluindo o uso do programa *Crocodile Physics* e a produção de maquetes dinâmicas, para analisar o processo de reconstrução do conhecimento sobre esse tema;
- reconhecer os conhecimentos aprendidos sobre associação de resistores por meio da aplicação de um teste final;
- comparar os desempenhos dos sujeitos entre os testes inicial e final;
- reconhecer a percepção dos alunos sobre o seu próprio processo de aprendizagem em relação à associação de resistores por meio de entrevista.

3 ASPECTOS TEÓRICOS

Na realidade de muitas escolas de Ensino Médio, observa-se o ensino de Física configurado como ações de Matemática aplicada, pois é dado mais valor para as fórmulas e os cálculos e menos para a compreensão dos fenômenos, o que deveria ser objeto principal de estudo e de conhecimento. A proposição descontextualizada de temas para estudo e pobre em exemplos do cotidiano pode promover o desestímulo para o estudo.

Por outro lado, os PCN valorizam o ensino de Física, pela sua importante função de contribuir para a compreensão do mundo e para a formação da cidadania.

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 2008, p. 22).

Assim, a Física tem um papel mais importante do que somente incentivar a aplicação de fórmulas matemáticas, que é a compreensão de fatos e fenômenos do dia-a-dia, das situações nas quais estão presentes as tecnologias e a proposição de estratégias de ação para a solução de possíveis problemas do cotidiano que exigem o conhecimento científico, em especial, os conhecimentos da Física.

É necessário encontrar meios e condições para que o aluno se torne um cidadão crítico e capaz de compreender o mundo em que vive de forma a contribuir positivamente na sociedade, por meio de atividades desafiadoras, investigativas, que valorize o erro na aprendizagem e que oportunizem a socialização.

Na escola, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros. Essa forma de ensino auxilia na formação das estruturas de raciocínio, necessárias para uma aprendizagem efetiva, que permita ao aluno gerenciar os conhecimentos adquiridos. (BRASIL, 2008, p. 46).

Isso não significa formar cientistas ou físicos neste nível de ensino, mas oportunizar ao educando o acesso aos saberes da área e a sua compreensão para

que possa operar com esses conceitos e princípios para resolver problemas e compreender o seu entorno.

Cabe destacar também que o estudo contextualizado e a busca da compreensão do cotidiano não significa ficar vinculado ao senso comum. Pelo contrário, a realidade é ponto de partida para a constituição de um conhecimento mais complexo e científico, de modo que esse mundo possa ser mais bem compreendido.

Portanto, o que o ensino de Física deve proporcionar no Ensino Médio é que os estudantes desenvolvam a competência investigativa e que recuperem o espírito questionador, o desejo de conhecer o seu mundo. Não como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar novas soluções. Por isso, ao se ensinar Física é importante estimular os alunos a fazerem perguntas e a buscarem as suas respostas, evitando o comportamento exclusivo de “dar” informações, respostas, resultados.

Pelo exposto, a presente pesquisa está estruturada em um referencial teórico que valoriza o *educar pela pesquisa*, com base em Demo (1996) e a Unidade de Aprendizagem como modo de operacionalização, com vistas à aprendizagem significativa dos conceitos e princípios sobre circuitos elétricos, com o foco na associação de resistores.

3.1 O Educar pela Pesquisa e a Unidade de Aprendizagem

Neste tópico será abordado o *educar pela pesquisa* como uma possibilidade de promover aprendizagens significativas nas várias áreas, em especial na área de Ciências. Como estratégia de concretização do *educar pela pesquisa*, utiliza-se a Unidade de Aprendizagem (UA), Esses conceitos serão explicitados a seguir.

A expressão *educar pela pesquisa* é título de livro de Pedro Demo (1996), que defende a inclusão da pesquisa ainda na Educação Básica como uma alternativa diferenciada e significativa para a formação de um cidadão crítico, pois para ele: “Quem pesquisa tem o que comunicar. Quem não pesquisa apenas reproduz ou apenas escuta. Quem pesquisa é capaz de produzir instrumentos e procedimentos

de comunicação. Quem não pesquisa assiste à comunicação dos outros.” (DEMO, 2001, p.39)

A pesquisa em sala de aula, portanto, coloca o aluno, e o próprio professor, numa posição ativa e de formulação própria.

Para esse autor, a proposta de *educar pela pesquisa* tem pelo menos quatro pressupostos:

- a convicção de que a educação pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar;
- o reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne do processo de pesquisa;
- a necessidade de fazer da pesquisa atitude cotidiana no professor e no aluno;
- e a definição de educação como processo de formação da competência histórica humana. (ibid., p. 5)

Desses pressupostos, observa-se que o questionamento reconstrutivo, considerado cerne da proposta, colocam os alunos e o professor em interação e diálogo. Por *questionamento* o autor compreende a capacidade possível de *passar de objeto a sujeito*, pois à medida que questiona o sujeito forma competência para a “superação da condição de massa de manobra, ou de objeto de projetos alheios” (ibid., p. 10). Está implícito, pois, a construção da autonomia e da emancipação.

Por *reconstrução* o autor entende o processo de busca de conhecimento inovador e sempre renovado, o que envolve “interpretação própria, formulação pessoal, elaboração trabalhada, saber pensar, aprender a aprender.” (ibid., p. 11). As possíveis transformações transcendem o espaço escolar e podem provocar mudanças em longo prazo na sociedade.

Para tanto, é necessário superar os modos transmissivos de educar, desenvolvidos em ambientes tradicionais de aprendizagem, no qual o professor é considerado o único detentor do conhecimento. Participar de pesquisa torna o aluno um parceiro do professor. Ele vem à escola para participar de situações de investigação, e não para reproduzir aquilo que está sendo apresentado no quadro de giz por alguém que por vezes se diz possuidor do conhecimento.

Nesse sentido, Demo afirma que se deve alterar a visão retrógrada de aluno:

Primeiro é essencial desfazer a noção de “aluno” como sendo alguém subalterno, tendente a ignorante, que comparece para escutar, tomar nota,

engolir ensinamentos, fazer provas e passar de ano. Segundo, como se pretende gestar uma comunidade cidadã, não uma seita, ou um exército fechado, ou um reformatório, é de todo necessário que a criança seja tratada como parceira de trabalho. (DEMO, 1996. p.15)

Assim, para educar pela pesquisa é necessária uma nova atitude dos sujeitos envolvidos no processo, pois o professor deixa a posição de transmissor de conhecimento e passa a ser um mediador da aprendizagem. Desse modo a sua presença está intimamente relacionada com a orientação para a investigação, ajudando os alunos a buscarem soluções para os problemas investigados e a interpretarem situações novas.

Por outro lado, o aluno também deixa de ser um mero receptor para ser agente do seu aprendizado. O centro não está na reprodução, mas na reflexão, no sentido de buscar alternativas para compreender o que é investigado.

Nessa concepção de aprendizagem não há mais espaços para relações de superioridade, nem tampouco questionamentos vindos somente do professor. Dessa forma, os alunos devem ser estimulados a perguntar e a buscar respostas às suas indagações.

Outro aspecto relevante da pesquisa, como modo de aprender, está na concepção de que alunos podem perceber que o que se aprende em um determinado momento não se esgota em algumas aulas definidas em períodos. Aquilo que hoje é estudado não se torna acabado e totalmente aprendido, pois educar-se pela pesquisa consiste em assumir que se está aprendendo sempre, ciclicamente. Esse é o papel do questionamento reconstrutivo: colocar em dúvida o próprio conhecimento com o objetivo de torná-lo estável. Assim, o educar pela pesquisa é uma possibilidade de formação de pessoas capazes de reflexão sobre suas ações e de tomadas de decisões.

É a reflexão sobre a prática e a análise cotidiana das ações desenvolvidas com os alunos que contribuem efetivamente para tomadas de consciência sobre as questões do ensinar e do aprender e, conseqüentemente, o conhecimento vai se tornando mais complexo, com condições de oferecer, cada vez mais, respostas aos problemas que vão se apresentando. (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2006, p.95)

Por isso, enfatiza Demo que “educar pela pesquisa tem como condição essencial que o profissional da educação seja pesquisador” (ibid., p. 2). Um professor pesquisador tem como condição primordial a liberdade de poder reconstruir constantemente seu projeto pedagógico próprio. Uma das características

intrínsecas de um professor pesquisador é se permitir a sua reconstrução, inovar sua prática pedagógica constantemente e, principalmente, oportunizar aos estudantes o gosto pela pesquisa e o aprender a aprender.

O educar pela pesquisa, enquanto pressupõe, também alimenta a capacidade de entender-se incompleto, de que todo conhecimento e prática podem sempre ser aperfeiçoados. As oportunidades de aprendizagem são novos momentos para reiniciar e completar a própria formação. A partir disto o aprendiz se integra em um movimento dialético em que continuamente pode superar-se e superar seus conhecimentos e suas práticas. (GALIAZZI e MORAES, 2002, p.242)

Indo ao encontro das ideias de Galiazzi e Moraes (2002), a reconstrução do saber deixa de ser unilateral, pois, assim como os alunos, o professor concebe as novas aprendizagens como oportunidades reiniciar e elaborar novos significados. Recomeçar e reorganizar não são vistos como partir do início, onde o que passou foi um erro. Pelo contrário, é uma nova abordagem, mais madura e, por conseguinte com mais chances de evoluir. Aprender por meio da *educação pela pesquisa* é respeitar a individualidade de cada sujeito envolvido no processo e possibilitar que cresça e se reconstrua a todo o momento. Sendo assim, essa pesquisa procura apropriar-se das concepções do *educar pela pesquisa* com o objetivo de instigar os alunos a serem críticos e a participarem de forma mais significativa na reconstrução do seu conhecimento. Oportunizar tais condições aos educandos consiste em dar-lhes subsídios para elaborarem e resolverem, dentro e/ou fora da sala de aula, situações de reflexão e de soluções aos desafios que o cotidiano possa vir a apresentar.

Na perspectiva de um encaminhamento para a operacionalização do *educar pela pesquisa*, é importante referir que:

A pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que se inicia com o questionar dos estados do ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos participantes do processo. (MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2004, p. 11).

Assim, esses autores sintetizam que o educar pela pesquisa pode ser vivenciado em processos cíclicos que envolvem o questionamento, a reconstrução dos argumentos e a comunicação do que foi aprendido.

O questionamento é um modo de partir do que o sujeito sabe, do que não conhece e do que quer conhecer. É, portanto, uma forma de valorizar e de provocar

a manifestação, e a própria tomada de consciência, dos conhecimentos prévios, essenciais à aquisição de novos significados. (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2003). A reconstrução dos argumentos consiste em buscar alternativas de ações que contribuam para a obtenção de respostas, de modo a reconstruir-se as próprias ideias. A comunicação consiste em um momento no qual esses novos argumentos são apresentados à comunidade da sala de aula ou à comunidade externa a ela, para a divulgação do pensamento novo e, principalmente, para validá-lo nessa comunidade. E essa validação que, de modo consciente ou inconsciente, dará ao sujeito um status de conhecimento aceito como válido. “[...] o próprio esforço em comunicar os resultados da pesquisa, preferentemente por escrito, no mesmo movimento em que são produzidos, também constitui parte do processo de compreensão.” (MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2004, p. 19).

Um dos modos de colocar em ação esses princípios consiste na Unidade de Aprendizagem (UA), que é um modo de organização curricular, que busca superar o planejamento sequencial e linear de conceitos. Valoriza o conhecimento dos alunos com vistas à sua reconstrução e complexificação. Com o propósito de promover aprendizagens significativas, a UA integra ações de pesquisa, problematizando-se o conhecimento inicial dos alunos, possibilitando-se a realização de atividades diversificadas que promovam o diálogo com o objetivo da reconstrução de argumentos dos participantes e comunicando-se resultados para divulgá-los e validá-los no grupo. Assim, possibilita promover a capacidade de pensar e de solucionar problemas e desenvolver a autonomia e a autoria. (FRESCHI; RAMOS, 2009). Em relação a esse aspecto, Alarcão (1996) afirma que experienciar a pesquisa na sala de aula contribui para que professor e seus alunos tornem-se reflexivos, capacidade necessária e intrínseca à autonomia.

A UA, além de ser uma expressão do *educar pela pesquisa*, fundamenta-se na abordagem sociocultural de aprendizagem e desenvolvimento (VYGOTSKY, 1984 e 1996; WELLS, 2001; WERTSCH, 1998 e 2008), na qual a linguagem é valorizada na sua função epistêmica, como modo de aprender, além de comunicar. Por isso, a UA é um modo diferenciado de planejar, organizar e realizar atividades na sala de aula, pois envolve atividades estrategicamente selecionadas, valorizando o conhecimento inicial dos alunos e possibilitando a compreensão do fenômeno estudado com vistas à complexificação do conhecimento (GONZÁLES, 1999) e ao desenvolvimento de competências argumentativas. É valorizada, portanto, a

aprendizagem significativa, que se caracteriza pela interação entre o conhecimento novo e o conhecimento que o aluno traz (MOREIRA, 2000), de modo que este conhecimento inicial torne-se diferenciado, com significado para o sujeito, mais complexo e mais estável.

Partindo do pressuposto de que um dos caminhos para a efetivação da aprendizagem é a compreensão do que está sendo estudado e a reconstrução dos saberes a partir dos conhecimentos iniciais, este trabalho vem ao encontro da teoria proposta por Ausubel e seus colaboradores, que entende que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Há condições para que a aprendizagem significativa ocorra. Para tanto é necessário que o objeto de estudo seja potencialmente significativo e que haja disposição do educando em aprender. (MOREIRA, 2000).

Dessa forma, cabe ao professor a tarefa de oportunizar condições e perceber que determinados materiais são relevantes para promover uma aprendizagem significativa. É importante também que o professor busque evidências a respeito dos conhecimentos prévios (subsunçores) do aluno no início e ao longo do trabalho para que possa acompanhar a aprendizagem de forma processual.

Nesse sentido, observa-se uma forte aproximação entre os princípios que subjazem a aprendizagem no trabalho proposto na UA, como pesquisa na sala de aula (MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2004), e os princípios associados à aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2000), tais como: questionamento (a assunção do aluno como sujeito da aprendizagem, a valorização das perguntas dos participantes e a consciência da incerteza do conhecimento); atividades para a reconstrução de argumentos (o uso de várias estratégias de ensino e de várias fontes de pesquisa e a valorização do erro como possibilidade de aprendizagem); a valorização da linguagem na sua função epistêmica por meio da comunicação como divulgação do aprendido e como validação desse conhecimento no grupo (o significado das palavras é dado pelas pessoas e o conhecimento é linguagem).

O ensino focado na reprodução e na memorização de conteúdos não prioriza a aprendizagem significativa crítica proposta por Moreira (2000). Para o autor, o professor pode proporcionar estratégias de ação que conduzem à reflexão e ao

questionamento, focalizado na interação social, na utilização de diferentes materiais educativos, para perceber a realidade e suas representações.

A UA, diferente de uma receita a ser seguida pelo professor, consiste em um modo de organização do ensino no qual são reunidas atividades com base nos conhecimentos iniciais dos alunos e nos questionamentos propostos, de modo que consigam ressignificar esses conhecimentos. Nesse processo, o professor é co-pesquisador, tanto dos conhecimentos em estudo quanto da sua própria prática, pois há situações nas quais o professor “ensina” o que também não sabe. Não há superioridade na relação professor-aluno e sim uma parceria, na qual o aluno e o professor estão em constante processo de aprendizagem.

Considerando o envolvimento que é proposto com a produção escrita, a UA implica um processo de ensinar e aprender no qual os alunos deixam de ser espectadores e passam a ser responsáveis pela qualidade da aprendizagem que está se desenvolvendo na aula (GALIAZZI, GARCIA E LINDENMANN, 2004). Salienta-se que a UA, na medida em que considera o conhecimento do aluno e as relações com o cotidiano, possibilita superar seu conhecimento de um modo contextualizado. Por isso, é diferente de um trabalho em que o aluno tem apenas que copiar. Nas atividades de pesquisa, o aluno tem a possibilidade de comparar criticamente livros didáticos além de procurar dados, teorias, conceitos para que sejam, todos, reconstruídos. (DEMO, 2004). Além disso, as atividades que integram uma UA possibilitam contato com momentos de questionamento, de reconstrução da argumentação e de processos de comunicação, sendo esses elementos fundantes da pesquisa na sala de aula (MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2004). Nesse sentido, a pesquisa pode ser considerada como uma atitude cotidiana de todos os envolvidos (DEMO, 1997). Salienta-se ainda que, quanto maior o contato com a pesquisa na sala de aula, maior será a capacidade de crítica, criação, discussão, escrita, argumentação, debate, questionamento e comunicação desenvolvida pelos participantes. A exposição a essa prática pode vir a contribuir na formação de um cidadão mais preparado para fazer suas escolhas e, conseqüentemente, capaz de elaborar sua própria concepção de mundo.

Pelo exposto, é possível depreender o potencial da UA para o ensino de Ciências, em especial para o ensino de Física no ensino fundamental e médio. No caso desta investigação, a UA foi organizada tendo em vista a aprendizagem de circuitos elétricos no ensino médio que tem como objetivo levar ao educando a

reflexão, a problematização e a elaboração de possíveis respostas na reconstrução do seu conhecimento sobre a associação de resistores.

Para a reconstrução dos argumentos dos alunos foram utilizadas várias atividades de ensino, tais como situações de problematização, aulas dialogadas, resolução de problemas, construção de maquetes dinâmicas sobre circuitos elétricos, simulação com circuitos elétricos por meio de atividades com software educativo, apresentação pública na escola das maquetes construídas pelos alunos, debates e realização de testes. Dentre essas atividades, destacam-se a simulação computacional e a construção de maquetes dinâmicas. A seguir essas ações são explicitadas.

3.2 O computador como ferramenta para a aprendizagem: as possibilidades do *Software Crocodile Physics*®

A presença do computador no ambiente escolar vem crescendo nos últimos anos. Há uma considerável quantidade de escolas em que há computadores disponíveis aos alunos tanto na rede pública quanto privada, principalmente, nos grandes centros urbanos. Isso se deve ao entendimento da necessidade de introduzir esse ambiente informatizado às novas gerações e de iniciativas governamentais que, por meio de projetos, possibilitam o acesso a essa tecnologia pelos educandos, principalmente, de classes menos favorecidas.

O acesso ao computador nas escolas, principalmente da rede pública, oportuniza condições de inclusão digital e social. Com isso, sua utilização na escola, em muitos casos, é a única oportunidade de os estudantes entrarem em contato com o mundo digital, sem precisar comprar o seu acesso por alguns minutos em uma *lan house*. Por isso, a escola tem o importante papel de proporcionar a iniciação dos alunos e o acesso permanente aos meios tecnológicos. O fato de a escola possuir computadores disponíveis, com ou sem conexão a Internet, e um professor consciente do seu papel de educador, são condições necessárias para abrir possibilidades de aprendizagem por meio dessa ferramenta.

Inúmeras são as possibilidades de introdução da informática nas escolas, porém não basta oportunizar programas que não oferecem condições de reflexão ou conceitos científicos equivocados, em especial os da área da Física.

Há no mercado um número considerável de programas que deixam a desejar no aspecto educacional. Com o intuito da comercialização são oferecidos programas para desenvolver conceitos e exercícios de Física sem o cuidado pedagógico de uma equipe de especialistas, induzindo ao professor à compra de materiais não interessantes pedagogicamente. Nesse sentido, Coscarelli (1998) acredita que:

O grande número de títulos da multimídia educacional que não explora as capacidades cognitivas dos usuários pode ser explicado pela falta de conhecimento que os idealizadores dos programas têm a respeito do conceito de aprendizagem, ou de um conhecimento simplista e não raro equivocado a esse respeito. (COSCARELLI, 1998. p.42 e 43)

Para evitar tal situação, o programa escolhido deve ser cuidadosamente analisado por professores, visando evitar a indução a aprendizagens equivocadas dos conceitos científicos. Conforme Snir (citado por MEDEIROS, 2002) o uso de simulações, quando bem escolhidas, pode ser uma ferramenta importante no que se refere à dificuldade em manipular algumas experiências em sala de aula, seja ela de difícil acesso ou que coloquem em perigo os estudantes.

Contudo, os alunos serão motivados a aprender com o auxílio do computador se os programas apresentados a eles forem estimulantes, tiverem múltiplas possibilidades e que sejam atrativos visualmente. “Podemos ativar um indivíduo fornecendo-lhe informação, mas também podemos dar espaço para que o indivíduo experimente com essa informação a fim de criar conhecimento significativo a partir dela.” (VEEN, VRAKING, 2009. p.93)

Segundo esses autores, a simples informação desconectada de uma ação pedagógica, torna a utilização da informática empobrecida de elementos significativos à formação do educando. Um olhar mais cuidadoso na escolha dos softwares educacionais pelos professores contribui para promover um desenvolvimento de diferentes habilidades e competências dos alunos.

É preciso ter em conta que a educação não é algo que envolve apenas a informação. Educar consiste, igualmente, em fazer as pessoas pensarem sobre a informação e a refletirem criticamente. A educação vista de uma forma holística, lida com a compreensão, com o conhecimento e com a sabedoria. É preciso estimular as mentes dos estudantes e não apenas abarrotá-las de informações enlatadas. (MEDEIROS, 2002. p 84)

Assim, é importante que a forma como o computador seja utilizado contribua efetivamente para qualidade da aprendizagem. Para tanto, o professor deve estar preocupado em atualizar-se e procurar oportunizar condições para que o aluno se aproprie das novas tecnologias. É necessário atender ao que afirma Valente (1993):

O profissional deve estar preparado para: usar a informática com seus alunos, observar as dificuldades do aluno frente à máquina, intervir e auxiliar o aluno a superar suas dificuldades e diagnosticar os potenciais e as deficiências do aluno a fim de promover os potenciais e superar as deficiências. (VALENTE, 1993, p.118)

Integrando as ideias de Valente, é importante que o professor esteja atento na elaboração das atividades que serão propostas aos alunos, considerando as diferentes possibilidades de aprendizagem e procurando fazer com que o aluno reflita e elabore hipóteses sobre suas ações no ambiente informatizado. Conforme Coscarelli (1998), “é importante deixar claro que os bons resultados da nova tecnologia dependem do uso que se faz dela, de como e com que finalidade ela está sendo usada.”

O uso de simuladores educacionais é importante para que o aluno possa experimentar diferentes possibilidades, propor hipóteses e visualizar situações extremas, o que, em geral, não é possível realizar no ambiente não informatizado.

De acordo com Lévy,

Tais simulações podem servir para testar fenômenos ou situações em todas suas variações imagináveis, para pensar no conjunto de conseqüências e de implicações de uma hipótese, para conhecer melhor objetos ou sistemas complexos ou ainda para explorar universos fictícios de forma lúdica. (LÉVY, 1999. p. 67)

A partir do exposto, após análise de vários softwares educativos, selecionou-se o *Crocodile Physics*® (CROCODILE, 2006) para ser utilizado nesta pesquisa. Esse simulador de circuitos, pela sua interatividade, possibilita ao educando uma experimentação de diferentes associações, montagem de circuitos com a inclusão de vários elementos, tais como lâmpadas, interruptores, *LEDs* (*light emitting diode*), pilhas e pode ser encontrado, de forma livre, na rede mundial de computadores, o que o torna acessível aos alunos da rede pública de ensino. O software é caracterizado como interativo, pois permite que o aluno crie e elabore hipóteses diferentes àquelas sugeridas pelos autores do programa.

Por essas características, esse software contempla as necessidades pedagógicas dos educandos envolvidos no processo de reconstrução do seu

conhecimento sobre circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores. Sua utilização procurou promover a reflexão e a elaboração de novas hipóteses a partir de situações cotidianas. A manipulação dos circuitos elétricos por meio do software promoveu condições aos educandos de experimentar simulações ainda não construídas no material concreto.

Conforme ilustrações apresentadas a seguir, o programa possibilita ao aluno a verificação da corrente e potência das lâmpadas. Isso é possível através dos valores mostrados quando o cursor se posiciona sobre as figuras do circuito. Além desses recursos, o *Crocodile Physics* permite que o educando construa diferentes circuitos com a quantidade de elementos disponíveis de forma não limitada. Desse modo, o aluno não fica restrito às possibilidades disponíveis dos autores do software.

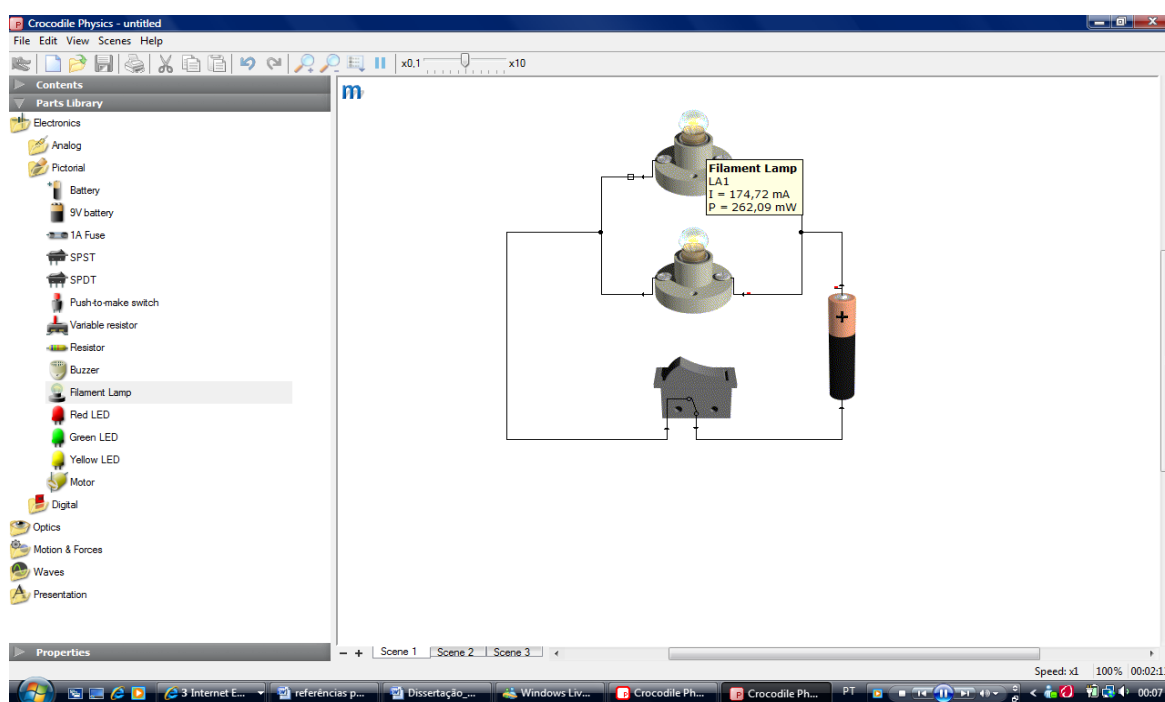


Figura 1: Imagem do software *Crocodile Physics*, mostrando informações quantitativas intensidade de corrente elétrica e potência

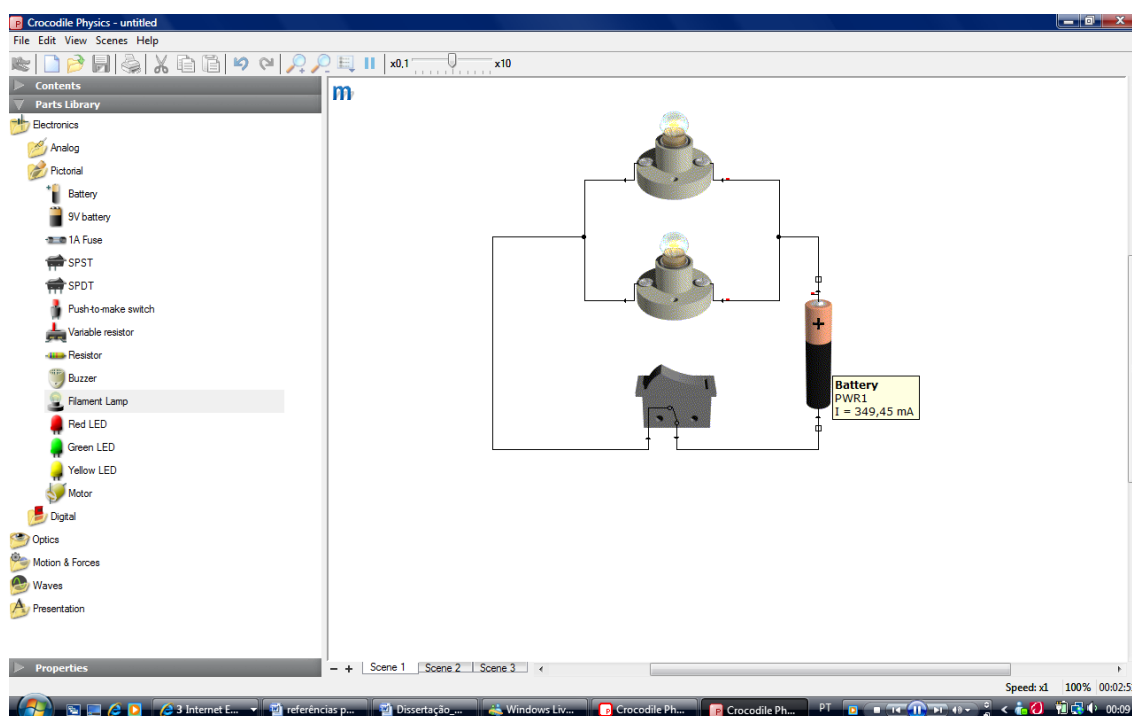


Figura 2: Imagem do software *Crocodile Physics*, mostrando informações quantitativas sobre a intensidade de corrente elétrica

Outro aspecto relevante é a forma como o software acusa o erro do usuário. O programa, por meio da impossibilidade de acendimento das luzes do circuito, mostra ao usuário alguma falha presente na montagem. Erros comuns são atribuídos à não ligação dos fios de forma a não permitir o estabelecimento da corrente. Por outro lado, há também a possibilidade das lâmpadas, que por motivo da alta tensão submetidas, queimam e de forma lúdica aparece uma pequena explosão. Para corrigir tal falha, o programa disponibiliza uma ferramenta de ajuste na tensão para que o usuário altere até evitar a queima das lâmpadas na associação. Porém há uma limitação, pois somente acontece a explosão quando o aluno estiver construindo o seu circuito sem as figuras lúdicas. Isso se deve à não possibilidade de variar a tensão das pilhas nessa modalidade. Para habilitar esse recurso, o usuário do programa deve utilizar as subpastas denominadas “*analog*” localizadas no lado esquerdo da tela.

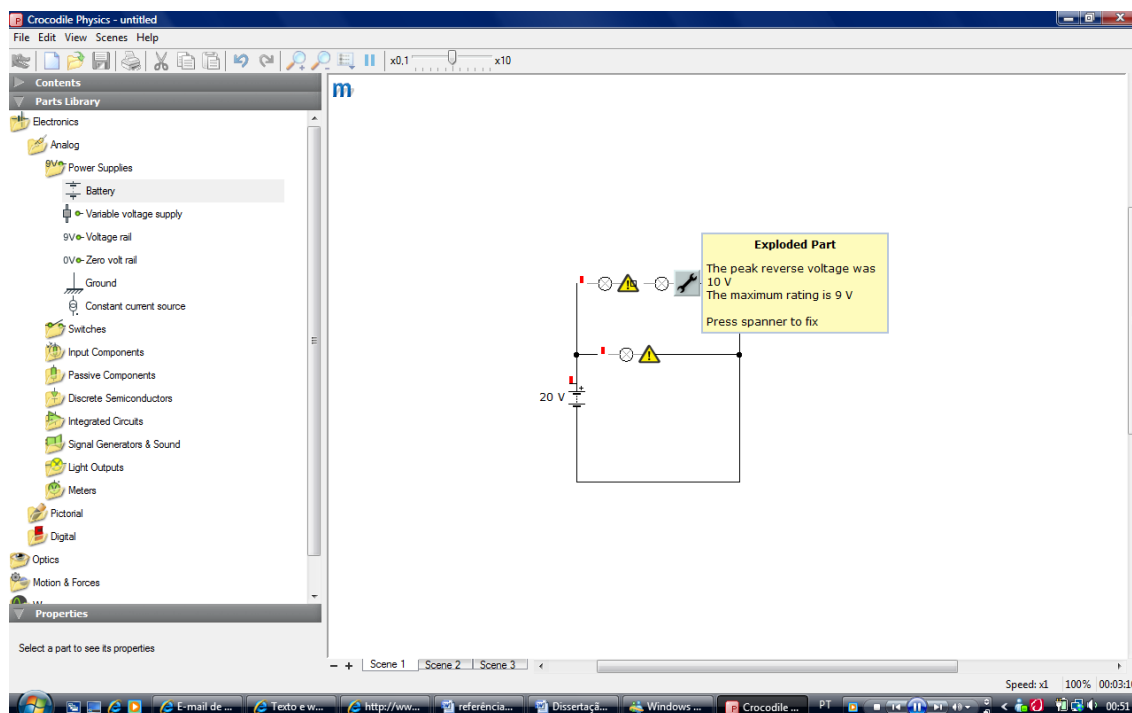


Figura 3: Imagem do software *Crocodile Physics*, mostrando um esquema técnico com informações quantitativas

As resoluções gráficas como tela, ícones e textos são de fácil acessibilidade e intuitivas aos usuários. A distribuição da barra de ferramenta localizada na parte esquerda da tela mostra todos os ícones intuitivos e atrativos a alunos do ensino médio ao qual o programa se destina.

Vale salientar que o programa *Crocodile Physics*® não se destina unicamente para o estudo de circuitos elétricos. Há a disposição de professores e alunos uma variedade de elementos utilizados no estudo da Física no ensino médio, distribuídos em pastas para o estudo da eletricidade, óptica, movimentos e ondas e suas combinações.

Desse modo interativo e lúdico, o software escolhido para ser utilizado nessa pesquisa contribui para a reconstrução do conhecimento sobre circuitos elétricos. Isso se deve ao fato de que a interação do sujeito com o objeto em questão não limitou à simples repetição e sim à reflexão de seus atos e conseqüentemente em uma nova elaboração dos processos cognitivos do aluno.

3.3 A construção de material concreto e a aprendizagem: as maquetes dinâmicas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN (2008) valorizam procedimentos didáticos que contribuam para compreender a Física presente no mundo vivencial, bem como nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Estimula, inclusive, a promover situações de sala de aula nas quais os estudantes descubram “o ‘como funciona’ de aparelhos” (BRASIL, 2008, p.29). O uso desses materiais concretos nas aulas de Física permite que o aluno entre em contato com a realidade em que vive e faça relações entre as suas próprias experiências e o conhecimento científico. As associações que daí resultam possibilitam uma reflexão sobre seus conhecimentos e as novas dificuldades que emergem da observação da realidade.

Os PCN também recomendam desenvolver competências, tais como: elaborar sínteses e esquemas estruturados dos temas físicos; realizar investigação; conhecer e utilizar conceitos físicos; compreender e utilizar leis e teorias físicas; construir e investigar situações-problema; utilizar modelos físicos; prever, avaliar, analisar previsões; articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico (BRASIL, 2008).

O Referencial Curricular do Estado do Rio Grande do Sul (2009), à luz dos PCN, refere como uma das estratégias para o desenvolvimento de competências básicas, “promover desafios instigantes voltados para a investigação dos fenômenos físicos que sejam significativos para os alunos.” (RIO GRANDE DO SUL, 2009, p. 101)

Essas considerações têm relação direta com a proposição das maquetes dinâmicas, que consistem em objetos tridimensionais, elaborados pelos alunos, a partir de um problema apresentado pelo professor ou pelos próprios estudantes. É uma forma de integrar atividades educativas, materiais concretos e a reconstrução de conhecimento.

As maquetes podem ser estáticas ou dinâmicas. Entende-se como estática aquela que reproduz alguma situação do mundo real, visível ou invisível (modelo), mas que não há qualquer movimento ou modo de funcionamento. A maquete dinâmica, ao contrário, pode ser entendida como uma reprodução ou proposição de

material tridimensional que apresenta alguma forma de funcionamento, acionada por algum tipo de interruptor elétrico ou mecânico.

No caso desta pesquisa, a maquete dinâmica busca mostrar um circuito elétrico, com a associação de resistores, em funcionamento, por meio de uma réplica de algum ambiente específico.

O trabalho de construção de maquetes dinâmicas foi inserido na UA como complemento a outras atividades, pela sua importância para a aprendizagem dos alunos sobre o tema em tela. No momento em que é oportunizada a construção de maquetes dinâmicas, o aluno defronta-se com muitas possibilidades de alternativas para a sua construção e, a partir de então, torna-se agente do seu próprio conhecimento. Para tanto, o educando precisa encontrar soluções pertinentes e buscar alternativas que dêem conta da nova situação, conforme o que destaca Smole:

[...] o conhecimento não é algo que se produz sem razão, mas que, tratando-se de um processo adaptativo, decorre de uma necessidade: ao tentar realizar uma ação, ou encontrar uma explicação para o que ocorre, o sujeito encontra uma resistência na realidade. Para enfrentá-la, precisa modificar seus conhecimentos anteriores, pois do contrário não poderá resolver essa dificuldade. Isso o obriga a dar um passo adiante e a abandonar crenças anteriores. Por isso o conhecimento é um processo de criação, e não de repetição. (SMOLE, 2005, p.37)

Para Becker (2005), cada tomada de consciência sobre um conhecimento novo vem da reorganização das ações internas do educando que ao ser estimulado se desequilibra e passa a construir um novo conceito para aquilo que até então era considerado por ele como uma verdade. Diferentes atividades integradas a um mesmo assunto possibilitam a tomada de consciência e a reflexão sobre os saberes já adquiridos. Nesse sentido, o material concreto é uma ferramenta que permite uma série de associações e estimula uma nova visão sobre o objeto de estudo, promovendo um avanço qualitativo na construção do conhecimento.

Os processos de pensamento do aluno serão os mediadores entre os recursos didáticos e os resultados da aprendizagem. Nesse sentido, qualquer recurso didático deve servir para que os alunos aprofundem e ampliem os significados que constroem mediante sua participação nas atividades de aprendizagem (SMOLE, 2005).

Nesse sentido, os PCN e PCN+ referem que a experimentação deve estar sempre presente nas aulas de Física, procurando promover o diálogo entre as partes

envolvidas, de modo que integrem com a sala de aula as vivências e experiências que os educandos possuem. Complementam que não somente os laboratórios podem contribuir para a ascensão ao conhecimento, mas também objetos de baixo custo e acessíveis a qualquer comunidade são válidos para promover a reflexão e a compreensão de um novo conceito físico.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. (BRASIL, 2000, p.84)

Para Piaget (1983), o material concreto tem uma função importante na construção da abstração de um conceito. Fundamentada na teoria cognitivista, o epistemólogo procurou explicar como o sujeito aprende em interação com o objeto. Conforme Piaget, o sujeito que se encontra no estágio, denominado por ele, operatório-formal, entre 11 a 15 anos², tem condições de refletir sobre o objeto e a partir dele abstrair conceitos, podendo por fim generalizá-los. Becker, citando Piaget e Inhelder (1999, p. 45), concorda com os epistemólogos ao afirmar “que a manifestação mais direta e simples do pensamento formal é a reflexão da inteligência sobre si mesma e a inversão das relações entre o possível e o real.” Sendo assim, a interação do sujeito com o objeto promove a superação de obstáculos e a reflexão de novas suposições e concepções que resultará em um novo conhecimento mais elaborado. Esse, por sua vez poderá ser novamente superado com uma nova interação, promovendo um novo aprendizado.

À luz das idéias de Piaget, a utilização da construção de maquetes dinâmicas, associada à simulação computacional, pode contribuir para a aprendizagem dos sujeitos, pois, a partir do que já conhece, por meio dessas atividades os sujeitos podem interagir com o objeto de estudo, resolver problemas que emergem, elaborar situações novas, reorganizá-las e reestruturar seus conhecimentos, promovendo novas situações de aprendizagens.

Além da construção das maquetes, é importante que os estudantes tenham condições de falar sobre elas, de explicá-las, de comunicá-las, de mostrar o significado que esse conhecimento passou a ter eles.

Aprendizagem significativa é, obviamente, aprendizagem com significado. Mas isso não ajuda muito, é redundante. É preciso entender que a

² A cronologia não é fator determinante para a permanência nos estágios estabelecidos por Piaget.

aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos (conceitos, idéias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende. (MOREIRA, 2003, p. 2)

Por isso, expor os trabalhos em ambiente que possa ser visitado por pessoas da comunidade escolar ou da comunidade mais ampla é um complemento importante desse trabalho.

Isso justifica a realização de uma mostra de trabalhos na escola, realizada no âmbito desta pesquisa. Nessa exposição, além da apresentação das maquetes, os alunos apresentaram um esquema técnico contendo um esboço do que foi realizado, mas em outra linguagem, por meio de símbolos específicos que representavam cada uma das partes do circuito da maquete. Isso também foi uma forma de integrar com as atividades de simulação computacional, pois o esquema técnico nasceu dessa atividade.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados o contexto, as características do grupo de sujeitos e a organização da pesquisa, a abordagem da investigação, os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta de dados, bem como os procedimentos de análise dos dados.

4.1 Contexto, sujeitos e organização da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido com alunos dos turnos tarde e noite, do ensino médio, de uma escola pública estadual, situada em Porto Alegre, RS. A escolha da escola esteve associada à motivação em poder contribuir de forma significativa na aprendizagem dos sujeitos pesquisados, pois a própria pesquisadora é regente das turmas.

A pesquisa foi realizada com as seis turmas de terceiro ano, sendo três turmas do turno da tarde, compostas, em média, por vinte alunos, e com três turmas do turno da noite, nas quais a média foi de quinze educandos por turma, totalizando 80 alunos. No entanto, foram considerados sujeitos da pesquisa somente aqueles alunos que participaram de todas as atividades propostas e realizadas tanto no âmbito da sala de aula quanto extraclasse. Dessa forma, do grupo de alunos envolvidos no trabalho, foram selecionados para integrar a pesquisa, somente 30 alunos. Assim, somente as informações coletadas com estes alunos foram analisadas. Para garantir o anonimato dos sujeitos de pesquisa, foram-lhes designadas letras de A até Z, mais AA até AF.

Com o intuito de caracterizar os sujeitos pesquisados, verificou-se que a faixa etária é de 16 a 21 anos, com média de 18 anos. Quanto ao sexo, os sujeitos distribuem-se em 50% do sexo feminino e 50% de sexo masculino. A investigação teve a duração de quatro meses, desconsiderando o recesso escolar de julho.

Uma característica importante a ser salientada a respeito da escola é que esta apresenta um regime por disciplina, no qual muitos alunos permanecem na escola mais de um turno por dia, em horários estabelecidos no início do ano letivo.

Alguns alunos estão matriculados em dois níveis de Física (II e III). A carga horária da disciplina em cada um dos três níveis é de dois períodos semanais, totalizando 80 horas anuais por nível.

Considerando que a pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual, a infra-estrutura é considerada de boa qualidade pela comunidade escolar. Em uma estrutura de dois andares e um pavilhão para a realização das práticas físicas, a escola mantém uma sala de informática com dez computadores com acesso à Internet, uma biblioteca com um acervo parcialmente disponível aos alunos, uma sala com uma televisão e DVD e uma sala com o recurso do projetor de multimídia (*data-show*) ligado a um computador à disposição dos professores, bem como a estrutura organizacional necessária a uma escola como secretaria, vice-direção e sala dos professores.

Com cerca de 700 matrículas por ano, a escola é constituída por alunos oriundos das mais diversas regiões de Porto Alegre, uma vez que a organização da escola se dá por meio da matrícula por disciplina, o que por um lado é vantajoso para o aluno, pois não há reprovação no ano todo e em todas as disciplinas. Dessa forma, permite que o educando progrida na série e repita somente as disciplinas reprovadas. Com essa possibilidade alunos de diferentes localidades vêm à escola para completar seus estudos. Entretanto, tal estruturação organizacional por vezes favorece a evasão escolar no início do ano letivo, o que dificulta o desenvolvimento de atividades em longo prazo.

A clientela basicamente é de classe média baixa e moradores de bairros distantes da escola, necessitando de transporte coletivo para se locomoverem até o local de ensino. Outra característica relevante é que a maioria dos alunos complementa a renda familiar por meio de seus estágios remunerados de seis horas diárias ou trinta semanais permitidos por lei federal (Lei Nº 11.788 de 25/09/2008).

Dessa forma, o grupo de sujeitos possui algumas características semelhantes às encontradas no nível superior, no qual o aluno possui autonomia e necessita de responsabilidades específicas para obter um sucesso na vida escolar. Entretanto muitas vezes a imaturidade estimula a desistência de muitos alunos no decorrer do ano letivo.

4.2 Abordagem de pesquisa

A abordagem da pesquisa é qualitativa, naturalista e compreensiva, por meio de um estudo de caso (LÜDKE e ANDRÉ, 1986). É naturalista, pois a pesquisa ocorreu no ambiente natural da escola, na qual a autora atua profissionalmente. É compreensiva, pois a pesquisa visa à compreensão do processo de aprendizagem significativa dos alunos envolvidos em relação ao tema “associação de resistores” durante a vivência de uma UA, na qual foram realizadas, entre outras, atividades por meio de um software educacional com a possibilidade de realizar simulações com circuitos elétricos. Além disso, os sujeitos foram solicitados a planejarem e a construir maquetes dinâmicas.

A abordagem qualitativa foi potencializada pela análises quantitativas descritivas (cálculos percentuais), comparando os testes inicial e final.

4.3 A Unidade de Aprendizagem em ação

Para a realização da investigação, relatada neste artigo, foi realizada uma UA sobre circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores. As atividades planejadas e realizadas na UA sobre circuitos elétricos foram devidamente selecionadas com o objetivo de oportunizar aos alunos uma participação efetiva. O envolvimento dos participantes ocorreu por meio da problematização do conhecimento, dos diálogos e das discussões em aula e da escrita de sínteses, do uso do computador com aplicativo específico - programa *Crocodile Physics*®, da construção e exposição de maquetes dinâmicas e da aplicação de testes de avaliação, inicial e final, para acompanhamento ao longo do processo. Especificamente, a UA foi constituída de sete aulas, cada uma com duração de 100 minutos, durante dois meses, realizadas conforme descrição a seguir: *aula 1* – problematização do conhecimento inicial dos alunos por meio da aplicação de um questionário (teste inicial) constituído de seis questões amplas, seguido de debate com os alunos, para identificar outros questionamentos e interesses sobre o tema; *aula 2* – discussão sobre os circuitos utilizados cotidianamente, com vistas à

compreensão da associação de resistores em série e paralelo, bem como da álgebra para o entendimento das distintas associações e realização de exercícios; *aula 3* – apresentação de uma situação-problema para que os alunos, ao tentar buscar respostas, reconstruíssem seu conhecimento sobre as diferentes combinações de associações; *aula 4* – orientações para a construção de maquetes dinâmicas, a serem confeccionadas em atividade extraclasse, devendo apresentar um projeto escrito e representar tridimensionalmente e em pequena escala algum ambiente idealizado pelo grupo, com iluminação, dotada de circuito em série e paralelo, com alimentação contínua e chaves interruptoras; *aula 5* - atividade com a utilização do programa *Crocodile Physics*® (Crocodile, 2006), que permite a construção virtual de circuitos elétricos por meio da inserção, por arraste, de lâmpadas, LEDs (*light emitting diode*), interruptores, pilhas e baterias, a visualização e testagem de seu funcionamento e de medidas de potencial elétrico, bem como a elaboração de esquema técnico, por meio dos símbolos específicos; *aula 6* – apresentação pública na escola das maquetes construídas pelos alunos, durante a qual cada grupo podia explicar o seu funcionamento e apresentar o esquema técnico correspondente elaborado a partir da aula anterior por meio do software referido; *aula 7* – debate sobre a exposição, identificando possíveis dúvidas sobre o assunto e aplicação do teste final, para avaliar as aprendizagens dos alunos.

Nessa UA, destaca-se a realização pelos alunos de simulações de diferentes associações de resistores por meio do aplicativo *Crocodile Physics*® (Crocodile, 2006). Foi previsto um roteiro com alguns problemas que os alunos tinham que resolver e fornecer respostas por meio de simulações. Nessa atividade os alunos tiveram a oportunidade de visualizar as mais diversas associações e simular circuitos, inclusive evidenciar resultado de ligações não adequadas que provocassem curto-circuito. Além das simulações, foi importante a produção dos esquemas técnicos, que consiste na representação gráfica, por meio de símbolos específicos utilizados em eletricidade, de um objeto tridimensional. Isso contribui para a compreensão do assunto e para o desenvolvimento da capacidade de abstração em relação ao tema de estudo. Posteriormente, os alunos produziram o esquema associado à maquete construída, o que oportunizou avaliar a compreensão do assunto pela sua aplicação concreta e pela sua representação gráfica.

Assim, destaca-se também a construção e apresentação das maquetes dinâmicas, em uma exposição pública à comunidade escolar. Para a construção da maquete os alunos tiveram que realizar pesquisas por iniciativa própria, buscando respostas às suas indagações em livros, revistas ou consultando pessoas de fora do ambiente escolar. Durante a apresentação para os demais colegas, os alunos tiveram a oportunidade de explicitar também as suas estratégias de ação, bem como as dificuldades que tiveram durante a construção da maquete. O fato de terem que representar o ambiente por meio de esquemas e de terem que falar e explicar publicamente o que construíram contribuiu para o desenvolvimento da linguagem dos alunos e do modo de pensar sobre o que tinham construído. Os presentes à exposição destacaram a complexidade dos trabalhos ali expostos e a diversidade de ambientes simulados, como residências, praças, restaurantes, entre outros.

4.4 Coleta de dados

Com o intuito de obter dados relevantes de pesquisa, organizaram-se diferentes coletas durante todo o processo. Teve-se a preocupação de abranger na coleta o que se refere tanto à análise qualitativa quanto à análise quantitativa descritiva. Os distintos modos de obtenção dos dados contribuíram para a triangulação metodológica, que, de acordo com Flick (2004) além de contribuir para conferir rigor à pesquisa e dar validade aos resultados, contribuem ainda mais para enriquecer e completar o conhecimento sobre o objeto de estudo.

4.4.1 Teste inicial

Dando início à pesquisa, organizou-se um teste inicial, adaptado de Moraes, Ribeiro-Teixeira (2006), com o objetivo de obter informações sobre os conhecimentos iniciais dos alunos sobre associação de resistores. Para essa etapa inicial realizaram a atividade 80 alunos distribuídos nas seis turmas, no qual a pesquisadora era a professora regente de todos os alunos pesquisados. Houve a

preocupação de informá-los que a realização do teste não implicava na nota na disciplina de Física, mas fazia parte da pesquisa já mencionada e autorizada pelos alunos maiores de 18 ou responsáveis dos alunos de idade menor do que 18 anos, por meio dos Termos de consentimento livre e esclarecido (Apêndices G e H, respectivamente)

O teste inicial possui seis questões, sendo que as cinco primeiras exigiram 18 respostas, abordando os conhecimentos básicos sobre circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores (Apêndice A). Essas respostas foram as computadas para fins de análise quantitativa descritiva, pois a resposta à questão 6 tinha por objetivo identificar interesses dos alunos sobre os circuitos elétricos.

Assim, foram propostas questões, que permitiriam à pesquisadora identificar os conhecimentos iniciais ou prévios dos alunos, ou seja, a compreensão ou não pelos alunos dos conceitos básicos sobre circuitos elétricos e, em especial, sobre a associação de resistores. Nessa coleta a preocupação inicial também era colher elementos que pudessem contribuir para a elaboração da Unidade de Aprendizagem, de modo a atender às necessidades, interesses e dificuldades dos alunos percebidas no teste inicial. A seguir são descritos os testes inicial e final.

O teste inicial é constituído das seguintes questões:

- questão 1: são apresentados quatro desenhos de lâmpadas ligadas de modos distintos a uma pilha e é solicitado que o respondente indique a situação na qual a lâmpada acende, justificando a resposta;

- questão 2: é apresentado o desenho de um circuito com três lâmpadas em série ligadas a uma pilha e há quatro alternativas relacionadas ao brilho das lâmpadas e o respondente além de optar por uma alternativa deve informar por que optou pela alternativa assinalada;

- questão 3: é apresentado o desenho de um circuito com quatro lâmpadas ligadas, duas a duas, em série e as duas duplas em paralelo a uma fonte e uma chave interruptora (Ch) e há dois questionamentos: um relacionando o brilho das lâmpadas com o fato de fechar a chave e outro perguntando o que ocorreria com as demais lâmpadas, com a chave fechada, se uma delas queimasse;

- questão 4: é apresentado um circuito com cinco lâmpadas, sendo duas em paralelo e três em série e uma fonte e há quatro questionamentos sobre o brilho das lâmpadas em situações diferentes;

- questão 5: é solicitado o desenho de um circuito que tenha três lâmpadas em paralelo ligadas a uma lâmpada em série, que estão ligadas a uma bateria e a uma chave interruptora;

- questão 6: é perguntado o que o aluno gostaria de aprender sobre circuitos elétricos nas aulas de Física.

As respostas a esse instrumento permitiram identificar as fragilidades e potencialidades e os interesses em relação aos conhecimentos iniciais dos alunos sobre o assunto, o que contribuiu para o planejamento das aulas da UA. Além disso, o teste inicial foi parâmetro para comparação com o teste final aplicado após a UA, no sentido de mostrar os avanços em relação às competências sobre o tema estudado.

4.4.2 Teste Final

Ao término da UA foi aplicado o teste final, com as mesmas questões iniciais. Com isso, foi possível identificar os resultados relativos aos desempenhos dos alunos em termos de aprendizagem, principalmente, dos conteúdos conceituais e procedimentais resultantes da realização da UA, proposta nesse trabalho. Nesse instrumento, a última questão difere do teste inicial (Apêndice B), solicitando uma avaliação do respondente em relação ao que foi estudado.

4.4.3 Entrevista semiestruturada

Por fim, foi aplicada uma entrevista semi-estruturada (Apêndice F). Foi possível, com esse instrumento, obter a percepção dos sujeitos em relação a sua participação na UA, bem como encontrar novos subsídios para compreender de forma significativa a reconstrução do conhecimento sobre circuitos elétricos, em especial sobre a associação de resistores.

Para participar da entrevista foram escolhidos, intencionalmente, os nove sujeitos de pesquisa que obtiveram os maiores escores nos resultados das diferenças entre os testes inicial e final. Desse modo, foram entrevistados os sujeitos B, D, I, L, R, S, AB, AE, AF.

4.4.4 Outros dados coletados

Como dados complementares, para uso pessoal da pesquisadora, foram registradas informações no Diário de Pesquisa (DP). Esse material teve a função de auxiliar a pesquisadora no registro de informações durante e após as atividades em sala de aula, para complementar, se necessário, a análise dos demais dados. No DP também foram registrados os relatos informais dos alunos durante a apresentação das maquetes dinâmicas e da apresentação dos esquemas técnicos, elaborados a partir do uso do programa de simulação computacional *Crocodile*, na exposição realizada na escola.

Durante a realização da UA foi apresentado aos sujeitos uma situação-problema (Apêndice D), na qual eram solicitadas respostas a partir de três circuitos dados.

4.5 Análise dos dados

Como já foi referido, com o objetivo de identificar as aprendizagens dos alunos sobre a associação de resistores ocorridas ao longo da UA, foram realizados procedimentos de natureza qualitativa e cálculos percentuais relativos aos testes inicial e final, que contribuiriam para potencializar a análise qualitativa. As análises qualitativa e quantitativa descritiva são entendidas como complementares, de modo que uma análise contribui para potencializar a outra, conferindo mais consistência à investigação (JICK, 1979).

Para a análise dos textos que constituem, principalmente, as respostas à pergunta 6 do teste inicial e a entrevista semi-estruturada foi empregada a Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2007).

Nessa análise, inicia-se pela unitarização ou desmontagem dos textos, obtendo-se unidades com significado particular para a pesquisa. Essas unidades são codificadas e organizadas. Em sequência, as unidades de significados são organizadas em categorias em função de conteúdos semelhantes ou próximos. Geralmente, nessa etapa surgem muitas categorias, as quais são denominadas de categorias intermediárias. Reorganizam-se, então, essas categorias em categorias mais amplas, denominadas de categorias finais e sobre elas são escritos metatextos ou textos descritivos, os quais são base para a interpretação e para a redação de textos finais.

Também se procedeu à análise dos desenhos solicitados na questão 5 dos testes inicial e final, pois permite identificar avanços relevantes, principalmente, em relação ao desenvolvimento do pensamento abstrato dos sujeitos.

5 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados das análises procedidas, tanto de natureza quantitativa, quanto de natureza qualitativa.

5.1 Análise dos testes inicial e final

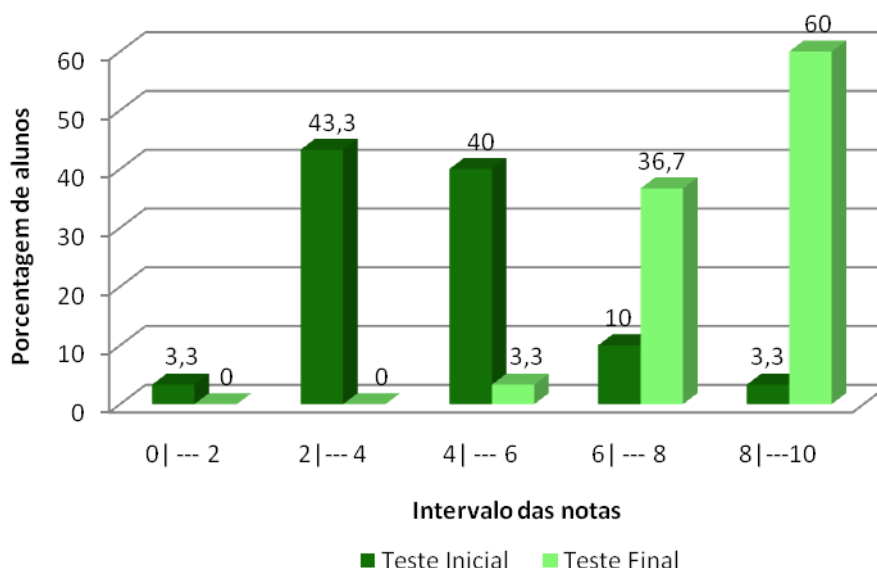
A média inicial do número de acertos no teste inicial foi de 7,80 com um desvio padrão de 3,41, enquanto no teste final a média elevou-se para 14,80 com um desvio padrão de 1,99. Analisando-se a redução do desvio padrão, verifica-se que a variabilidade foi reduzida, o que traduz um equilíbrio entre o número de acertos dos alunos pesquisados. A amplitude entre as notas máximas e mínimas diminuiu de 15 para 8 (a nota mínima passou de 2 para 10 e a máxima de 17 para 18, que é a nota máxima).

Houve, portanto, uma considerável diferença entre os alunos pesquisados que obtiveram a nota mínima no primeiro teste com relação ao segundo instrumento aplicado. Isto se repetiu com o outro extremo da análise, no qual foi atingida a pontuação máxima.

Transformando-se para notas de 0 a 10, na Tabela 1, constata-se um percentual de 86,6% de notas inferiores a 6 no teste inicial e 3,3% de notas inferiores a 6 no teste final, podendo-se inferir que os alunos apresentavam baixo nível de conhecimentos iniciais sobre o tema estudado e passaram a um nível consideravelmente maior.

Tabela 01: Comparação dos Resultados nos Testes inicial e Final

Notas	Teste inicial	Teste inicial (%)	Teste final	Teste final (%)
0 ---- 2	1	3,3	0	0,0
2 ---- 4	13	43,3	0	0,0
4 ---- 6	12	40,0	1	3,3
6 ---- 8	3	10,0	11	36,7
8 ---- 10	1	3,3	18	60,0
Total	30	100,0	30	100,0
Média	4,3	-	8,2	-

**Figura 4: Gráfico comparativo das notas dos alunos entre os testes inicial e final**

A Tabela 1 e o gráfico correspondente evidenciam que os alunos apresentaram um considerável número de acertos após a sua participação na UA. Isso é possível verificar por meio da análise da faixa máxima de acertos, na qual somente um aluno obteve este desempenho no teste inicial, representando 3,3% dos pesquisados. Ao contrário, o número de alunos no teste final dessa faixa de acertos subiu para 18, ficando com um escore de 60% dos pesquisados.

Esses dados evidenciam que o estudo realizado ao longo da UA contribuiu para a aprendizagem dos sujeitos em relação à associação de resistores. Nesse sentido, destaca-se que no teste inicial, 30% desconheciam um circuito elétrico, pois 36,7% alegaram que a lâmpada mais perto da pilha possuía maior brilho e 63,3% colocam

que independentemente da associação, o brilho era igual, já que estavam sujeitas à mesma pilha. Em contrapartida, após a realização da UA, 80% complexificaram suas respostas, utilizando nomenclaturas adequadas, como circuito série e paralelo ao invés da expressão no mesmo fio ou no fio diferente. Após a UA, 83,3% mostraram saber diferenciar as associações em série e paralelo e 100% dos sujeitos pesquisados fizeram os desenhos com os símbolos adequados.

5.2. Análise dos desenhos de circuitos elaborados pelos alunos nos testes iniciais e finais

Na realização da última questão do teste inicial, foi solicitado aos alunos que desenhassem um circuito contendo as seguintes características: três lâmpadas em paralelo ligadas a uma lâmpada em série, que estão ligadas a uma bateria e a uma chave interruptora. O objetivo dessa questão era obter uma comparação dos conceitos sobre circuitos elétricos em dois momentos, nos testes inicial e final. Com essa estratégia seria possível perceber a complexidade ou não dos desenhos e, conseqüentemente, identificar as diferenças após a realização da UA sobre circuitos elétricos.

Com isso, passa-se a analisar algumas características que evidenciaram a reconstrução do conhecimento sobre os circuitos elétricos de alguns sujeitos da pesquisa.

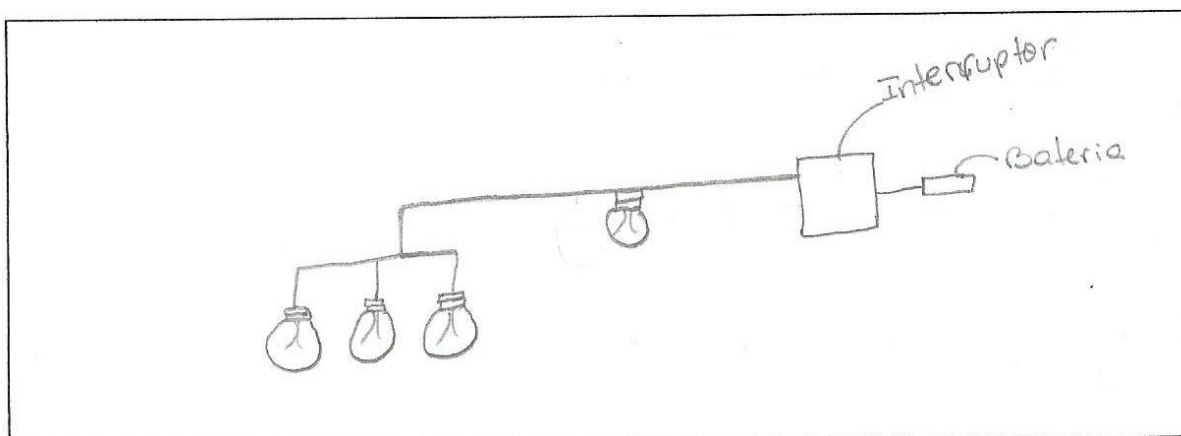


Figura 5 – desenho do Sujeito A (teste inicial)

O primeiro desenho caracteriza o não conhecimento sobre um circuito, pois o Sujeito A conecta todos os elementos solicitados, porém sua representação não possibilitaria o acendimento das lâmpadas. Pode também mostrar a inadequada representação, pela falta de detalhes, de uma ideia correta, pois se o fio representado for duplo o modelo poderia funcionar.

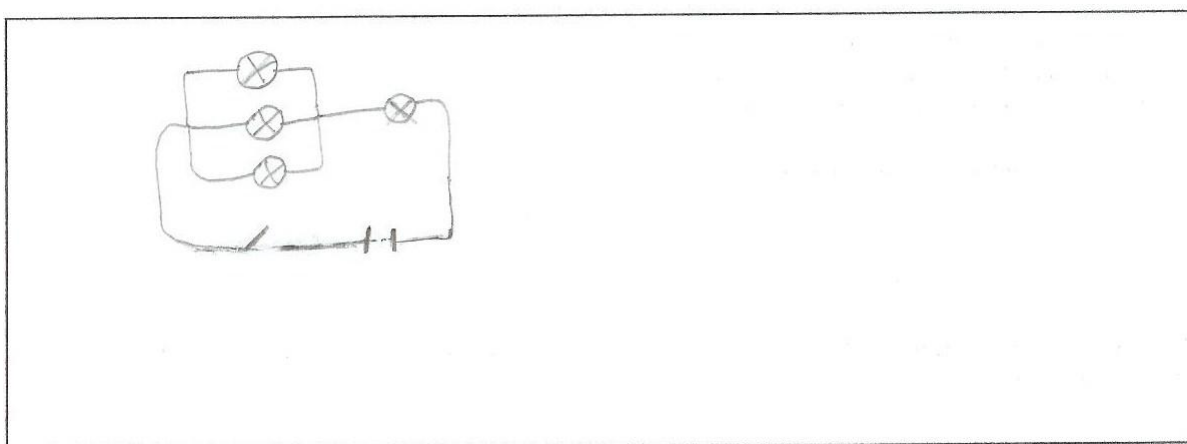


Figura 6 – desenho do Sujeito A (teste final)

No seu segundo desenho, o aluno A mostrou a reconstrução sobre o seu conhecimento após o desenvolvimento da UA, pois desenhou as três lâmpadas associadas em paralelo e uma ligada em série. Houve a representação adequada da chave de manobra e das pilhas. Percebe-se que o Sujeito A utilizou dos conhecimentos adquiridos com a utilização do programa *Crocodile* para representar as lâmpadas do seu circuito. Isso mostra também que o Sujeito A superou a representação do concreto e passou a operar com o abstrato, mostrando, por meio do esquema técnico a representação do que foi solicitado.

Num segundo exemplo, o desenho elaborado no teste inicial pelo Sujeito B não há o conceito de circuito elétrico estabelecido, uma vez que não há uma ligação correta com as lâmpadas, a bateria e o interruptor, além de faltar uma das lâmpadas.

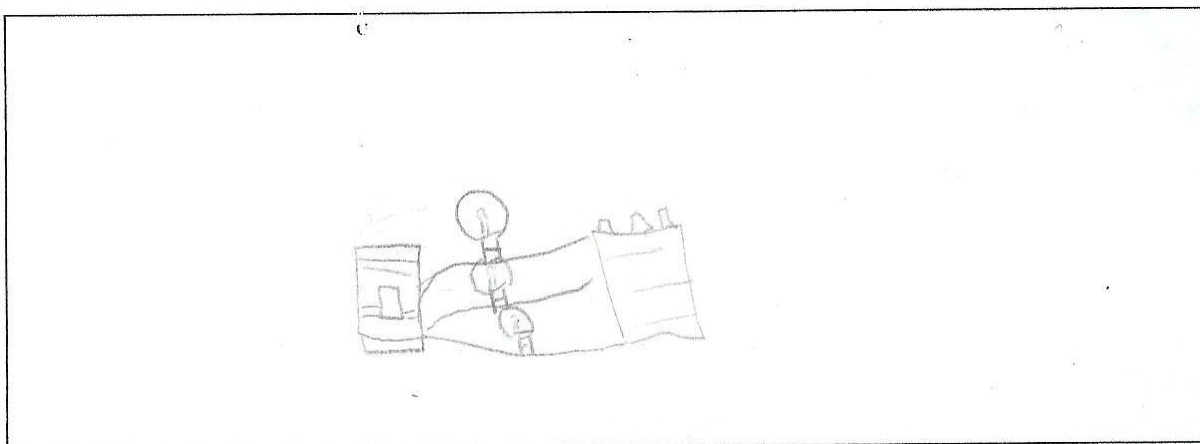


Figura 7 – Desenho do aluno B (teste inicial)

No desenho final do Sujeito B a representação de circuitos fica evidenciada através da representação correta solicitada na questão. Assim como o aluno A, o aluno B utilizou das representações do programa para desenhar o seu circuito.

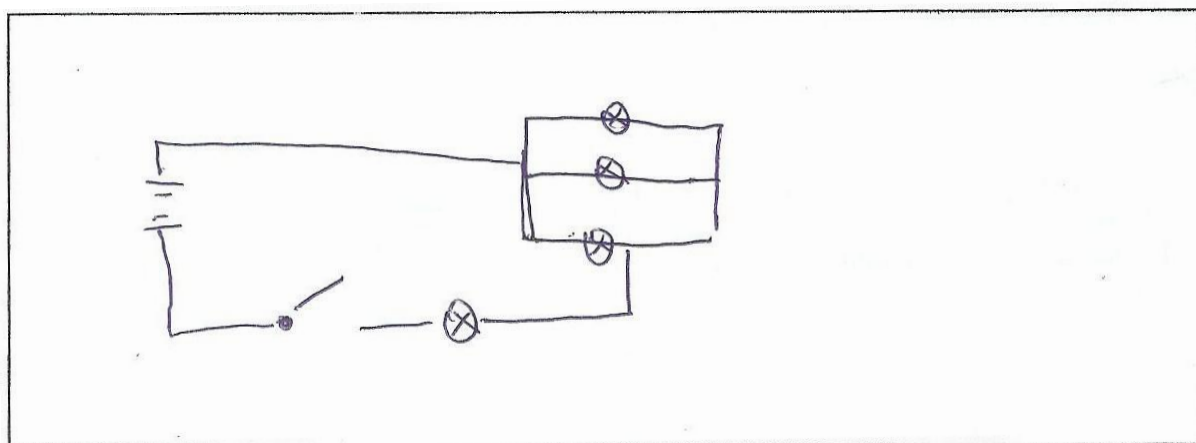


Figura 8 – desenho do aluno B (teste final)

Como um terceiro exemplo, o desenho do Sujeito C mostra um conhecimento prévio, anterior à participação na UA, que se aproxima do correto, porém sua representação do circuito impossibilita o acendimento das lâmpadas, pois não há pilhas ou baterias no desenho. Outro fator importante é não distinção nítida entre circuito série e paralelo, entretanto o aluno tinha certo conhecimento que há sim uma diferença entre esses conceitos, o que demonstra através da separação de três lâmpadas no lado esquerdo e uma no lado direito do circuito.

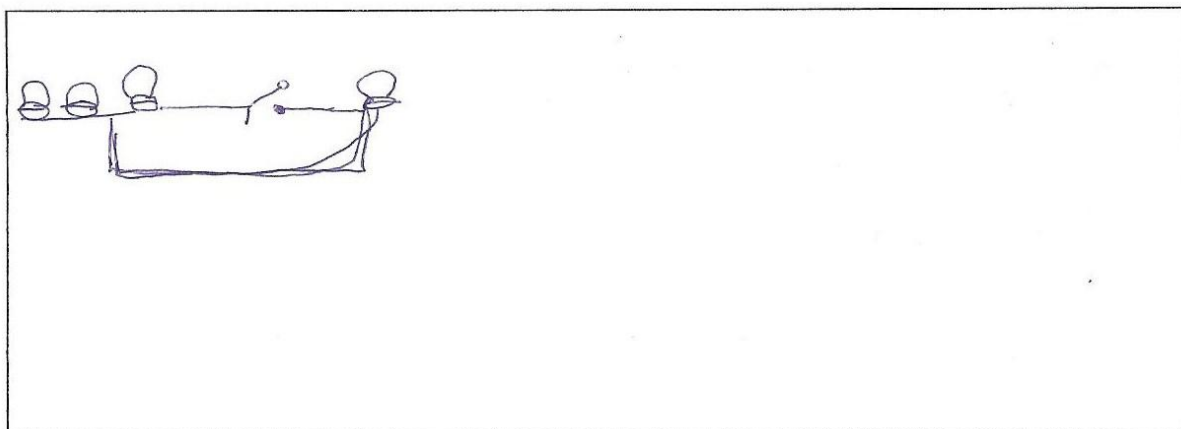


Figura 9 – desenho do Sujeito C (teste inicial)

Após a realização da UA, o desenho tornou-se mais complexo e agora apresenta pilhas/baterias em seu circuito. O aluno consegue perceber a diferença entre série e paralelo, colocando o que foi solicitado na questão e representa novamente a chave interruptora em seu circuito. Destaca-se também que o Sujeito C passou a operar com conceitos mais abstratos após o trabalho desenvolvido na UA.

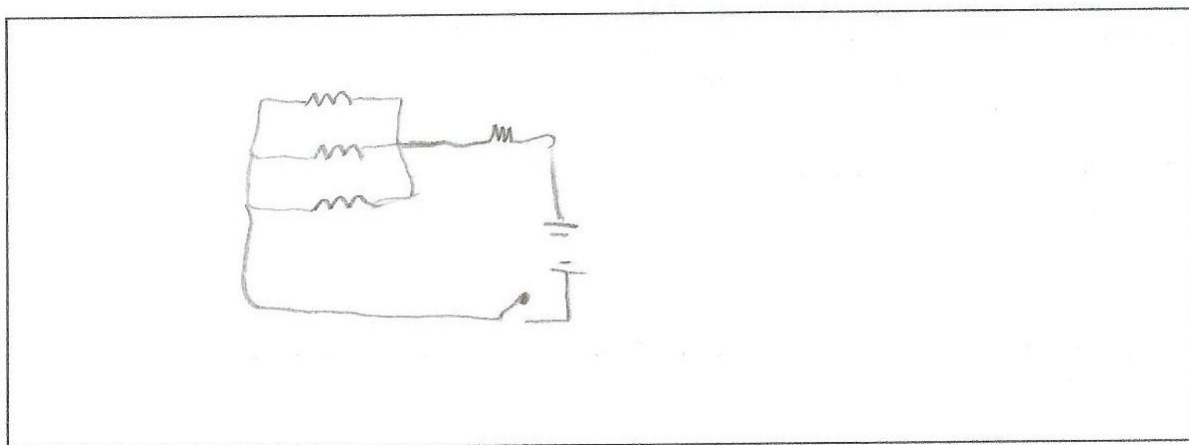


Figura 10 – desenho do Sujeito C (teste final)

Esses três exemplos mostram a complexificação do conhecimento dos sujeitos participantes da UA. Com a grande maioria dos demais sujeitos ocorreu o mesmo. Observa-se no gráfico a seguir que ao final os desenhos apresentam mais elementos nos circuitos.

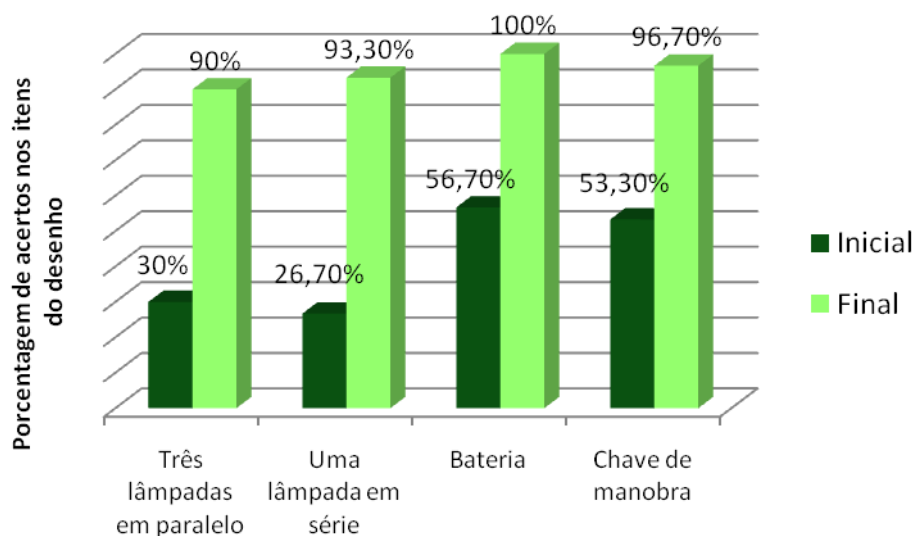


Figura 11 – Gráfico comparativo da presença dos elementos solicitados na questão 5

Inicialmente os desenhos de 30% dos alunos apresentaram três lâmpadas em paralelo e 26,7% desenharam uma lâmpada em paralelo. Porém ao final da UA esse índice subiu para 90% e 93,3% respectivamente, evidenciando que os alunos conseguiram diferenciar as duas associações com mais êxito. No teste inicial, ao ser solicitado aos alunos que desenhassem uma bateria e uma chave de manobra, 56,7% e 53,3%, respectivamente, apresentaram em seus circuitos os dois elementos. Entretanto, percebe-se que ao final do desenvolvimento da UA quase a totalidade dos alunos fizeram a representação correta dos elementos solicitados, indicando que houve uma aprendizagem significativa a partir dos desenhos analisados.

O que se pode destacar nessa análise é que além da compreensão do fenômeno que os sujeitos passaram a ter, é possível que tenha havido um pensamento mais abstrato, confirmado pela representação dos circuitos por meio dos esquemas técnicos, sem que isso tenha sido solicitado, pois a questão refere: “Desenhe um circuito que tenha as seguintes características: três lâmpadas em paralelo ligadas a uma lâmpada em série, que estão ligadas a uma bateria e a uma chave interruptora.”

Uma hipótese para esse avanço foi a utilização do software Crocodile, que contribuiu para os sujeitos fazer simulações, tanto de circuitos com os acessórios necessários, como gerar os esquemas técnicos referentes aos circuitos.

5.3 Análise das entrevistas e das respostas à questão 6 do teste final

Considerando que a entrevista semi-estruturada e a questão 6 do teste final tinham em comum proceder a uma avaliação do processo, os enunciados dos sujeitos foram analisados em conjunto. Por isso, podem ser apresentadas citações de outros sujeitos, além dos nove designados para as entrevistas.

A partir da Análise Textual Discursiva, emergiram das manifestações dos sujeitos as seguintes categorias: percepções positivas sobre a participação na UA; a importância do uso da simulação computacional para a aprendizagem significativa sobre associação de resistores; a importância da construção da maquete dinâmica e do esquema técnico para a aprendizagem significativa sobre associação de resistores; Novas evidências de aprendizagem significativa sobre a associação dos resistores.

A seguir são apresentadas e discutidas as categorias referidas.

5.3.1 Percepções positivas sobre a participação na UA

Os alunos entrevistados mostram *entusiasmo e motivação* com o seu envolvimento e participação na UA, e mencionam sua aplicabilidade prática em seus cotidianos. Revelam um interesse despertado pelo aprendizado sobre associação de resistores com as atividades propostas e é possível perceber a sua satisfação em serem os agentes de seu próprio conhecimento, pois foi evidente a compreensão do conteúdo estudado.

Tanto na entrevista quanto no teste final evidenciou-se uma considerável satisfação dos sujeitos em ter participado da UA, conforme as manifestações a seguir.

Foram atividades bastante úteis para aprendermos mais sobre eletricidade. (Sujeito D)

Foi bom para todos os alunos. As atividades foram além do teórico, nos ensinando também na prática a matéria. (Sujeito I)

Sim, minha participação foi ativa, participei por completo. Colaborei com toda a parte dos trabalhos, apresentações em aula. [...] Minha avaliação sobre as atividades feitas foi muito boa. No começo achei

difícil, mas com as atividades diferentes como a maquete foi mais fácil. (Sujeito L)

A hora que eu mais gostei foi a hora de montar, por que ali eu tinha que saber cada coisa, por que se eu errasse uma coisa não daria mais certo e na hora de apresentar iria dar errado. (Sujeito S)

Eu achei muito interessante. É uma área que eu sempre tive interesse desde pequeno. Eu sempre gostei muito dessa parte elétrica eletrônica desde pequeno. E eu achei que foi uma maneira de colocar meu conhecimento em prática e também de aprender coisas novas. (Sujeito AE)

Eu gostei acho que tanto na parte da confecção da maquete... na parte da confecção, trabalhar na marcenaria, madeira, prego, serrote, tendo que cortar, um trabalho manual e também na parte elétrica. A maquete foi mais interessante. (Sujeito AE)

Particpei de todas as aulas. Tive um pouco de dificuldade no raciocínio de calcular nas primeiras aulas, mas tirei todas as minhas dúvidas e tive erros na maioria por falta de atenção. (Sujeito AG)

O significado da UA transcende o saber escolar, relacionando-se com a vida e com o próprio futuro dos alunos, como se pode evidenciar nos depoimentos a seguir:

Eu achei uma ótima atividade, sem dúvida me proporcionou mais conhecimento e me despertou um grande interesse futuro pela engenharia elétrica. (Sujeito R)

Para mim foi muito proveitoso, tive chance de botar em prática meu conhecimento e também aprendi coisas novas, aprimorando os conhecimentos que já tinha. [...] Sempre tive bastante interesse na área de elétrica e eletrônica. De tal forma pode me gerar um grande interesse futuro em trabalhar nessa área. [...] Na minha opinião, o que mais se destacou foi a maneira e as regras de confecção e apresentação do trabalho. Eu gostei muito de confeccionar a estrutura da maquete, onde pude trabalhar tanto com marcenaria como eletricidade. (Aluno AE)

5.3.2 A importância do uso da simulação computacional para a aprendizagem significativa sobre associação de resistores

As manifestações dos alunos também evidenciam que a *integração das várias atividades*, que ajudam a visualizar os fenômenos e permitem interagir com eles contribuíram para a transição de um conhecimento mais simples a um conhecimento mais complexo e de um pensamento concreto a um pensamento mais abstrato, caracterizando a ocorrência de aprendizagem significativa. Para tanto, foi importante

o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprender, concordando com o que afirma Moreira (2000):

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento. (MOREIRA, 2000. p.4)

Assim, a operação com o programa *Crocodile*® foi fundamental para que os sujeitos pudessem, por meio da simulação com os circuitos, “tirar da planilha” e confeccionar a maquete, possibilitando também elaborar o esquema técnico do circuito, que é uma representação gráfica. Isso consiste em uma reconstrução do conhecimento a partir do que os sujeitos já conheciam.

Nas entrevistas, ficou claro que os alunos sentiram-se mais confiantes após a atividade com o uso do computador, no que se refere à futura construção dos circuitos e do esquema técnico. A simulação de elementos de um circuito que antecedeu à manipulação efetiva das maquetes trouxe uma melhor compreensão dos conceitos e possibilitou várias combinações de circuitos ainda não vivenciadas pelos alunos. Nas citações a seguir, isso fica evidente.

Facilitou muito por que através dos desenhos do computador tive maior facilidade de entender os resistores. (Sujeito D)

A atividade do computador ajudou a diminuir algumas dúvidas sobre a maquete, por exemplo, os leds, que seria melhor usar com bateria. (Sujeito I)

Muito boa, aprendi como se fosse na prática. Se houvesse falha a luz não acenderia só acenderia se estivesse certo. (Sujeito R)

Interessante, mas fazendo a maquete você percebe que não é tão simples como é fazer no computador. (Sujeito AA)

Muito interessante, pois além da teoria o trabalho no computador nos mostrou melhor a visualização de um circuito. Para mim foi fundamental no trabalho para conseguir “tirá-la da planilha”, só assim consegui me fixar no objetivo do funcionamento. (Sujeito AG)

A atividade no computador foi bem organizada, foi uma boa inspiração e ela acrescentou mais conhecimento em minha vida. (Sujeito AH)

As manifestações dos Sujeito S e AF mostram a tomada de consciência sobre o avanço de cada um em relação a conhecimentos mais complexos, destacando a importância da atividade de simulação, com o uso do computador, para isso:

Olha, ali foi significativo, por que eu montava ali na tela e via como eu poderia fazer o circuito. Primeiro eu fiz uns comuns, depois eu fui avançando para uns mais difíceis. (Sujeito S)

Apreendi coisas que eu não sabia... como a maneira de ligar as lâmpadas em relação à bateria. (Sujeito AF)

Os depoimentos dos Sujeitos B e S mostram a importância da atividade do computador para a elaboração da maquete e, principalmente, do esquema técnico e são complementados a seguir.

Foi o que me deu uma base para eu fazer a maquete, daí tivemos uma base de como funciona pelo computador. Por que no computador a gente pode ligar e desligar, já na folha não tem como fazer assim... (Sujeito B)

Eu achei legal. Mostra que não é tão simples como ir ali e pegar uma pilha, ligar uma lâmpada [...]. No computador parece muito fácil, mas não é fácil. Acho que a atividade do computador ajudou na maquete. (Sujeito AB)

Isso está de acordo com o que afirma Grégoire et al (1996 citado por Coscarelli, 1998), que as novas tecnologias de informação contribuem para a aprendizagem, pois esses recursos estimulam as habilidades intelectuais dos estudantes, contribuem para desenvolver o interesse e a concentração dos estudantes e estimulam a busca de informação complementares sobre um assunto, além de possibilitar um maior número de relações entre as informações e promover a cooperação entre os alunos.

Pelos resultados, percebe-se que as atividades realizadas e as mediações efetivadas durante a Unidade de Aprendizagem contribuíram de forma significativa para esse resultado. Os avanços foram observados durante todo o processo, bem como as dificuldades. Pode-se destacar na Unidade relatada a atividade desenvolvida com o programa *Crocodile Physics*, pois os alunos tiveram a possibilidade de simular diferentes circuitos de forma interativa, fazendo inclusive simulações de curtos circuitos e alterações de tensão de baterias que resultavam na queima das lâmpadas associadas. O estudo por meio deste software oportunizou aos alunos, ainda, a produção de um esquema técnico dos circuitos, empregando a

simbologia adequada, o que evidencia avanços no sentido da aprendizagem deste tema num plano abstrato.

5.3.3 A importância da construção da maquete dinâmica e do esquema técnico para a aprendizagem significativa sobre associação de resistores

Outra atividade destacada pelo grupo foi a construção das maquetes dinâmicas, que, em geral, reproduziam ambientes, como as próprias casas dos alunos, e era possível ver a iluminação em funcionamento, com circuitos em série e em paralelo, uma das exigências da tarefa. Assim, os alunos foram estimulados a colocar em prática os conhecimentos aprendidos durante as atividades, de forma prazerosa e desafiadora, promovendo o trabalho em equipe e desenvolvendo as relações interpessoais e, principalmente, sendo desafiados a argumentar sobre o que realizaram e aprenderam.

Sobre a confecção da maquete, os alunos apresentaram contribuições significativas, evidenciando a relevância desse recurso para a aprendizagem. Mencionam a *praticidade da atividade da maquete* como modo de aprender a partir do que sabem e aplicar os conteúdos trabalhados. Assim, estendem seus novos conhecimentos a situações do cotidiano, fora do ambiente escolar. Ressaltam a dissociação da prática e da teoria em outros conteúdos como um fator que dificulta a aprendizagem.

Foi boa. Aprender como funciona tanto na teoria como na prática. Levar para o dia a dia o conhecimento. Não tinha muita noção disso antes. (Sujeito R)

A maquete eu acho que foi fundamental para o desenvolvimento, porque, no caso da sala de aula, a gente tem uma visão praticamente teórica do trabalho. Quando a gente faz isso manualmente, consegue tanto associar com aquilo que a gente tá vendo no quadro como aquilo que tem que fazer ali manualmente. Fica muito mais fácil a gente conseguir entender a matéria. Tornou-se um complemento adicional na matéria. Fez com que a gente entenda realmente a matéria. (Sujeito AE)

Acho que sim, por que praticar é aprender. Quando tu pratica tu aprende mais do que quando tu liga ali no computador. (Sujeito AB)

Foi importante por que no momento que a gente está aprendendo um conteúdo, a gente colocou aquilo em prática. Por que tem outras

matérias que a gente aprende e não põe em prática e ali foi uma exceção, por isso que foi bom. (Sujeito S)

As entrevistas mostram que em um contexto não-tradicional de ensino *foi despertado o interesse* tanto no conteúdo quanto em situações futuras identificadas pelos alunos. A associação dessas atividades permitiu que os entrevistados visualizassem os circuitos de forma lúdica, por meio de simulações com o uso de um programa de computador e por meio da manipulação desses mesmos circuitos em uma maquete dinâmica, tridimensional, planejada e confeccionada por eles.

A construção de uma representação da maquete através de um esquema técnico de forma mais elaborada, veio em decorrência da atividade do computador. A manipulação dos elementos do circuito elétrico em um ambiente virtual possibilitou a reorganização mental dos alunos para a confecção dos seus esquemas técnicos. A abstração necessária para a execução do esquema permitiu um desequilíbrio nas estruturas formais dos educandos e conseqüentemente uma nova elaboração dos conceitos, de modo a expor a maquete construída, bem como a sua representação em uma folha de papel contendo desenhos e símbolos. A correspondência do esquema técnico com a maquete contribuiu para mostrar o entendimento do aluno sobre o conteúdo de associação de resistores e a complexificação da linguagem em relação ao assunto estudado, evidenciando-se um processo de transição entre o concreto e o abstrato.

Essa aprendizagem também pode ser evidenciada nos enunciados a seguir.

Foi importante por que ali a gente viu a matéria. [...] foi bom por que a gente mostrou como era cada coisa da casa, o fio onde passava as lâmpadas, onde tinha a chave [...]. (Sujeito S)

[...] foi bem fácil fazer o esquema técnico, a gente foi seguindo o que a gente fez na ligação da maquete. (Sujeito B)

Considerando que a aprendizagem se dá por meio da socialização e na reorganização das ações mentais, a construção do esquema técnico ao término da confecção das maquetes dinâmicas, trouxe subsídios para a verificação da compreensão sobre o tema estudado. A reestruturação dos saberes adquiridos durante a UA desenvolvida ficou evidenciada no momento em que o grupo apresentou o esquema técnico acompanhado das maquetes, mas vez que foi necessário justificar e organizar as opções representadas em um papel a partir das ações executadas nas estruturas construídas pelos próprios alunos em uma ambiente extraclasse.

5.3.4 Novas evidências de aprendizagem significativa sobre a associação de resistores

No que tange às questões referentes ao teste final, em relação ao teste inicial, os entrevistados apresentaram suas *impressões positivas* na realização dessa última atividade da UA. Naturalmente, fizeram uma comparação com o teste iniciado na pesquisa e perceberam seu crescimento após a conclusão das atividades. Salientaram sobre a complexidade na elaboração das respostas no teste final e sentiram-se satisfeitos em poder demonstrar isso ao final da UA.

Fui bem melhor. No teste inicial eu não fui muito bem. Eu não sabia muito bem o que era aquilo. Acho que eu não sabia nada. Aí depois foi tranquilo. (Sujeito I)

Eu acho que foi bem melhor, por que daí mostra o que se aprendeu. Daí depois eu sabia mais coisas. Se tu comparar um com outro acho que as resposta forma mais complexas. (Sujeito AB)

Ao término da Unidade de Aprendizagem sobre associação de resistores esperava-se que os alunos obtivessem uma compreensão considerável sobre o conteúdo desenvolvido, o que efetivamente ocorreu com todos os alunos entrevistados, conforme os resultados da análise quantitativa. Isso ficou evidente, também, na diferenciação dos conceitos básicos entre a associação em série e paralelo, que, de algum modo, todos os nove sujeitos fizeram durante as entrevistas. Nas falas dos sujeitos L e R, por exemplo, observa-se a distinção que fazem sobre a possível interrupção da corrente em um determinado ponto do circuito em paralelo sem prejuízo às demais lâmpadas associadas, o que não ocorre em um circuito em série, no qual, ao interromper o circuito em uma das lâmpadas, as demais apagam.

Circuito em série a corrente é sempre a mesma, em paralelo ela se divide. As lâmpadas em série, quando apaga uma, apagam todas e em paralelo não. Apaga uma as outras não apagam. (Sujeito L)

Desliga um, desligam todos como uma lâmpada... o pinheiro de Natal. Essa é em série. E paralelo é como de casa, várias ligações. Daí tu desliga uma e as outras ficam acesas. (Sujeito R)

Isso também ficou evidente nos resultados da análise da última pergunta do teste final, que configura mais uma ação para perceber as aprendizagens significativas dos alunos na UA e para identificar o modo como os alunos a comunicavam. Foi

questionado se o sujeito saberia citar diferenças entre um circuito em série e um circuito em paralelo. Ficou evidenciado que todos compreenderam o fenômeno e alguns conseguiram interpretá-lo adequadamente:

Um circuito em série, é um circuito que é organizado com resistores posicionados um após o outro, obtendo a mesma intensidade de corrente. Um circuito em paralelo, os resistores são posicionados lado a lado [o aluno se refere a fios diferentes], dividindo assim a corrente que se é aplicada. (Sujeito AG)

Um exemplo com duas lâmpadas: Se forem ligadas em série, elas serão sempre uma dependente da outra, se uma queimar a outra apaga. Se forem ligadas em paralelo, elas serão independentes, se uma queimar a outra não se apagará. (Sujeito AH)

Entretanto, nem todos, ainda, conseguiram comunicar corretamente o aprendido, integrando exemplos cotidianos com conceitos científicos, como o caso do Aluno R, que compreende o funcionamento das lâmpadas em uma árvore de Natal, mas interpreta equivocadamente, confundindo ligação em série e em paralelo com os termos corrente contínua e alternada, o que foi objeto de uma retomada do trabalho com vistas à reconstrução dos argumentos.

Série é a corrente contínua, desliga como em uma árvore de Natal, uma lâmpada desliga tudo, já a em paralelo é alternada, desliga uma de cada vez como iluminação da casa em pontos diferentes. (Sujeito R)

Em uma das questões da entrevista, houve um momento de reflexão sobre o que deveria ser alterado para enriquecer a pesquisa. Os entrevistados sugeriram realizar alguns testes prévios em sala de aula como atividade motivadora para a construção da maquete. Sendo assim, esse momento poderia contribuir para uma visualização dos circuitos, como refere o exemplo.

Ai, eu acho que se a gente fizesse alguns testes, tipo assim... um aluno trazer uma pilha, uma luz e a gente ficar ligando assim, acho que seria mais fácil ai na hora da maquete. Acho que seria legal uma aula que tivesse que ligar... (Sujeito AB)

Esses resultados têm relação direta com o que propõem Gil Pérez *et al* (2001) como aspectos a serem incluídas no ensino de ciências para a construção de conhecimentos científicos. Entre esses aspectos estão: apresentar situações problemáticas abertas para que os alunos possam tomar decisões; considerar os

interesses dos alunos em relação às situações propostas que deem sentido ao seu estudo; mostrar o papel essencial da matemática como instrumento de investigação; propor a formulação de hipóteses, fundamentadas nos conhecimentos disponíveis; possibilitar o planejamento e formulação de estratégias para solucionar problemas; criar condições para que os alunos comparem a sua evolução conceitual e metodológica com a evolução experimentada historicamente pela comunidade científica; considerar as implicações da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente do estudo realizado; prestar atenção à comunicação como aspecto essencial da atividade científica; potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando grupos de trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo central, compreender o processo de aprendizagem de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre a associação de resistores, por meio de uma Unidade de Aprendizagem, com o auxílio do *software* educacional *Crocodile Physics*, e da construção de maquetes dinâmicas em uma escola estadual de Porto Alegre, RS. Foi intenção responder à pergunta: *De que modo a realização de uma Unidade de Aprendizagem, fundamentada no educar pela pesquisa e na diversificação de atividades teórico-práticas, com destaque para o uso de simulação computacional e da construção de maquetes dinâmicas, contribui para o processo de aprendizagem sobre circuitos elétricos, com ênfase na associação de resistores?*

Para tanto foi desenvolvida uma Unidade de Aprendizagem que respeitasse as individualidades e promovesse a socialização dos saberes entre os sujeitos pesquisados e a pesquisadora. Essa organização possibilita ao educando meios de participar da sua aprendizagem e permite que o professor reorganize a todo o momento sua prática pedagógica. Dessa forma, há maiores possibilidades de promoção cognitiva do aluno, pois o torna agente de seu conhecimento. Outro fator importante no desenvolvimento de uma UA é a importância dada aos conhecimentos prévios dos educandos e a partir daí a elaboração de estratégias efetivas que os levem a compreensão ao tema estudado. Destaca-se aqui que a contextualização e vinculação da teoria e a prática também são fatores importantes para promover o conhecimento mais elaborado.

O presente trabalho procurou atender às exigências dos Parâmetros Curriculares Nacionais no que se refere à contextualização e à preocupação em formar cidadãos conscientes. Procurou-se apresentar a Física como algo dinâmico e com uma série de aplicabilidades consideráveis para a clientela pesquisada. Porém, não basta oportunizar condições de aprendizagem se o aluno não estiver predisposto a aprender. Isso foi verificado durante a pesquisa. Por diferentes motivos, sejam eles particulares ou pedagógicos muitos alunos não realizaram todas as atividades, o que ficou evidenciado pelo número considerável de alunos que fez o teste inicial e os trinta que realmente foram sujeitos da pesquisa, por terem realizado todas as atividades. Isso justifica a constituição do grupo.

Considerando os resultados evidenciados nos testes inicial e final, pode-se concluir que as atividades proporcionaram uma melhoria do desempenho dos sujeitos, o que expressa um avanço em termos de aprendizagem significativa, em relação às seguintes competências: indicar um circuito que está corretamente ligado e que acende a lâmpada, justificando a escolha; prever o brilho de lâmpadas ligadas em série, justificando a indicação; prever a diferença do brilho de lâmpadas ligadas em série e em paralelo; prever o que ocorre com o brilho de lâmpadas ligadas em série e em paralelo, quando uma das lâmpadas queima; desenhar um circuito, dadas as suas características.

A análise dos desenhos mostrou que os sujeitos da pesquisa foram capazes de transitar entre o circuito concreto, com lâmpadas ou LEDs, interruptores e fontes (pilhas) e o circuito abstrato, no qual foram usados símbolos, geralmente usados na eletricidade, para representar esses elementos. Considerando que a grande maioria dos sujeitos elaborou corretamente os esquemas técnicos ao apresentar as maquetes e soube explicar esses esquemas, isso mostra que as atividades realizadas na Unidade de Aprendizagem oportunizaram a transição entre o pensamento concreto e o pensamento abstrato, o que tem relação com aprendizagem significativa.

A complexificação dos desenhos e dos esquemas técnicos realizados pelos alunos possibilitou uma análise qualitativa dos conceitos trabalhados na pesquisa. A nomenclatura precisou ser adaptada à nova realidade construída por meio das maquetes dinâmicas, o que fez com que os sujeitos reorganizassem seus conhecimentos e elaborassem soluções ainda não vivenciadas em sala de aula, o que desmistifica a ideia de que o aluno precisa ter um exemplo para poder resolver algo e mostra que a UA pode ser realizada de modo não-linear.

A Análise Textual Discursiva das entrevistas e da questão 6 do teste final mostrou que os sujeitos realizaram as atividades e tarefas com bastante interesse e motivação. Durante as entrevistas todos os nove alunos mostraram-se satisfeitos com a pesquisa alegando que foi de suma importância esse tipo de trabalho, pois tiveram a possibilidade de realizar na prática atividades que muitas vezes só seriam trabalhadas de forma tradicional, no quadro de giz. Além disso, referem que a relação do trabalho com a realidade e com as possibilidades futuras foram os principais motivos para esse interesse. Também foi estimulante o uso do

computador, por meio da simulação com os circuitos, e a construção das maquetes, pela possibilidade de “colocar a mão na massa”.

Em relação ao uso do *software Crocodile Physics*, destaca-se que alguns sujeitos citaram a importância de poder errar e refazer os circuitos, sem causar danos. Também, pode-se destacar a referência que fizeram alguns sujeitos sobre a possibilidade de fazer previsões, formular hipóteses e testá-las e o quanto isso foi importante para a compreensão do que estavam fazendo.

O trabalho da simulação antes da construção das maquetes dinâmicas foi importante, pois deu segurança para essa construção. Sobre as maquetes, pode-se também referir que foi uma oportunidade de exercitar a criatividade, pois foi um trabalho sem muitas determinações e condicionantes, de modo que os sujeitos podiam criar.

Os sujeitos também valorizaram a maquetes pela aprendizagem em relação à montagem dos circuitos, o que pode ser aplicado no cotidiano, mas agora com compreensão do que fazem.

Entretanto, um aspecto importante foi identificado nas falas dos entrevistados com relação à simulação dos circuitos elétricos antes da confecção das maquetes dinâmicas. Alguns sujeitos também sentiram a necessidade de vivenciar a montagem de circuitos antes a elaboração das maquetes criadas e construídas pelos alunos. Isso se deve ao fato de alguns alunos, principalmente as meninas, não possuírem familiaridade com materiais elétricos e se sentirem pouco a vontade em iniciar a atividade, talvez por receio de errar ou ainda por não ter experienciado isso anteriormente. Essa sugestão trouxe contribuições importantes para um possível melhoramento para a realização de atividades similares futuras.

A interação social também ficou destacada nas falas dos sujeitos. Muitos alunos mostraram-se motivados em trabalhar com materiais manipulativos com seus colegas de grupo. Percebe-se, assim, que a socialização do saber contribui para a reformulação e reorganização das ações mentais, permitindo a complexidade do conhecimento.

Respeitar a individualidade, promover a reflexão e a crítica são competências necessárias para que a educação seja considerada diferenciada. Ensinar determinados conceitos de forma linear e desvinculada da realidade do aluno não contribuirão para sua formação, muito pelo contrário. Agindo de forma linear, o professor estará limitando seus alunos a somente aceitar aquilo que lhe é

apresentado, massificando o ensino e os tornando dependentes de uma sociedade injusta socialmente e intelectualmente. Através de uma educação diferenciada e preocupada com a formação efetiva do cidadão que reverteremos essa situação em que o país se encontra.

Em síntese, é relevante associar simulação computacional com a construção de maquetes dinâmicas, para estimular o interesse e a aprendizagem significativa sobre circuitos elétricos.

As ocorrências e vivências do trabalho de pesquisa realizado encaminham para outras investigações possíveis, dentre as quais, sugerem-se pesquisar sobre o processo de aprender de outros temas da Física, aplicando algum tipo de simulador e a construção de maquetes dinâmicas. Outra proposição de tema de investigação seria buscar elementos para compreender por que um grupo de alunos, mesmo com a participação nas atividades diversificadas, não consegue aprender significativamente os conceitos e princípios estudados.

Espera-se com este trabalho, contribuir para as reflexões dos professores de Física e para a maioria do seu trabalho.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, I. Ser professor reflexivo. In: ALARCÃO, I. (Org.). **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 1996. p. 171-189.

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

BECKER, Fernando; FRANCO, Sérgio. **Revisitando Piaget**. Porto Alegre: Mediação, 1999.

_____. Um divisor de águas. **Memórias da pedagogia: Jean Piaget**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. p.24-33

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2008. v.2.

_____. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2000.

BRASIL. **Lei n.11.788 de 25 de setembro de 2008**. Dispõe sobre o estágio de estudantes. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11788.htm> Acesso em: mai, 2009.

COSCARELLI, Carla Vianna. **O uso da informática como instrumento de ensino-aprendizagem**. Presença Pedagógica. Belo Horizonte, mar./abr., 1998. p. 36-45.

CROCODILES CLIPS LTD. **Crocodiles simple simulation software**: versão demo - 2006. Disponível em: <http://www.crocodile-clips.com/en/Downloads/>. Acesso em: 15, maio, 2008.

DEMO, Pedro. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

_____. **Educar pela pesquisa**. 2 ed. Campinas: Autores Associados.1997

_____. **Ser professor é cuidar que o aluno aprenda**. 2. ed. São Paulo: Mediação, 2004.

FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FRESCHI, M.; RAMOS, Maurivan Güntzel. Unidade de Aprendizagem: um processo em construção que possibilita o trânsito entre senso comum e conhecimento científico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 1. ,2009.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GARCIA, Fábio. Á.; LINDENMANN, R. H. Construindo Caleidoscópios: organizando Unidades de Aprendizagem. In: Moraes, Roque; MANCUSO, Ronaldo; **Educação em Ciências**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2004.

GALIAZZI, Maria do Carmo; AUTH, Milton; MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (Org.) **Aprender em redes na Educação em Ciências**. Ijuí; Unijuí, 2008.

GALIAZZI, M. C., MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de Professores de ciências. **Ciências & Educação**, Vol. 8, nº 2, 2002.

GIL PEREZ, D. et al. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. In: *Ciência & Educação*. Bauru: UNESP, 7(2), 2001, 125-153.

GONZÁLES J. F. et al. **Como hacer Unidades Didácticas innovadoras?** Sevilla: Diada, 1999.

JICK, Todd. Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action. **Administrative Science Quarterly**, vol 24, n. 4, December, 1979, p. 602-611.

LÉVY, PIERRE. **Cibercultura**. São Paulo: ED 34, 1999.

LIMA, Antonia Silva de. **Vygostky e Piaget**: um estudo comparativo. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 2001.

LÜDKE, Menga; ANDRE, Marli E.A. **Pesquisa em Educação**: abordagens. São Paulo: EPU, 1986.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n.2, jun, 2002. p.77-86

MORAES, M. B. dos S. A.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. **Circuitos elétricos**: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no ensino médio. Porto Alegre: UFRGS. v.17, n.1, 2006.

_____. **Textos de apoio ao professor de Física**. Porto Alegre: IF UFRGS. v. 17, n.. 1, 2006.

MORAES, Roque; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo; RAMOS, Maurivan Güntzel. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: Moraes, Roque. e Lima, Valdez, M. R. (Orgs.). **Pesquisa em Sala de Aula**: tendências para a Educação em Novos Tempos. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p.9-24.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan Güntzel; GALIAZZI, Maria do Carmo. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em ciências. In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (Org.). **Educação em Ciências**. 2.ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F; Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

_____. Aprendizagem significativa crítica. III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. **Atas.** set, 2000, p. 33-35. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2009.

_____. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica.** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: jan 2010.

_____. **Linguagem e aprendizagem significativa.** IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Set, 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>> Acesso em: dez. 2009.

PIAGET, J. **Os pensadores.** São Paulo: Vitor Civita, 1983.

RAMOS, Maurivan Güntzel. A importância da problematização no conhecer e no saber em Ciências. In: GALIAZZI, Maria do Carmo et al. **Aprender em rede na educação em ciências.** Ijuí: Editora Unijuí, 2008. p. 77-90.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Educação. **Referencial Curricular: Lições do Rio Grande – Ciências da natureza e suas tecnologias.** Porto Alegre: SEC, 2009

ROCHA, Ana Regina; CAMPOS, Gilda. **Avaliação da qualidade de software educacional.** Brasília, ano 12, n.57, jan./mar. 1993. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/845/757>> Acesso em: 02 mai, 2009.

SMOLE, Kátia Stocco. Novos óculos para a aprendizagem matemática. **Revista Memória da pedagogia:** Jean Piaget. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. p.34-41.

VALENTE, J.A. Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação. In: VALENTE, J.A. (org) **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação.** Campinas, SP: Gráfica Central da Unicamp, 1993.

VEEN, Wim; VRAKKING, Been. **Homo Zappiens: educandos na era digital.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

VYGOTSKY, L S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1996.

WELLS, G. **Indagación dialógica.** Barcelona: Paidós, 2001.

WERTSCH, J. V. **Mind as action.** New York: Oxford University Press, 1998.

_____. La mediación semiótica de la vida mental: L.S. Vygotsky y M.M. Bajtín. In: SCHNEUWLY, B.; BRONCKART, J.-P. (Coord.) **Vigotsky hoy.** Madrid: Popular, 2008, p. 111-134.

APÊNDICES

APÊNDICE A
TESTE INICIAL – CIRCUITOS ELÉTRICOS

APÊNDICE A

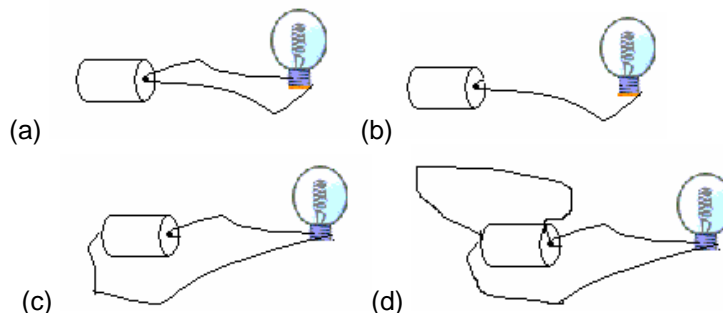
TESTE INICIAL – CIRCUITOS ELÉTRICOS³

Aluno: _____

Turma: _____ Data: _____

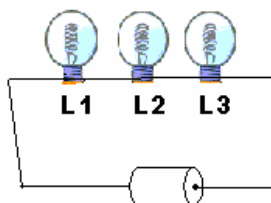
Responda às seguintes questões, considerando que nos circuitos todas as lâmpadas são idênticas, que o brilho das lâmpadas depende da intensidade da corrente elétrica e que a alimentação nos circuitos é contínua.

1. Indique em qual ou em quais situações abaixo a lâmpada acenderá e justifique a sua escolha:



Justificativa: _____

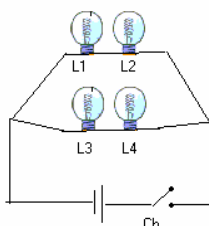
2. No circuito abaixo:



- (a) A lâmpada 1 brilha mais do que a lâmpada 2.
- (b) A lâmpada 2 brilha mais do que a lâmpada 1 e 3.
- (c) A lâmpada 3 brilha mais do que a lâmpada 1 e 2.
- (d) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

O que lhe fez optar por essa alternativa?

3. A figura abaixo representa quatro lâmpadas (1, 2, 3 e 4) ligadas a uma bateria e a uma chave ou interruptor (Ch):

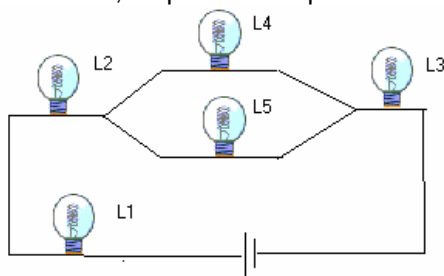


³ Adaptado de MORAES, M. B. S. A.; RIBEIRO-TEIXEIRA. **Textos de apoio ao professor de Física**. Porto Alegre: IF UFRGS. v. 17, n. 1, 2006.

(a) Ao ser fechado a chave **Ch**, o que ocorre com o brilho das lâmpadas? Justifique sua resposta.

(b) Com a chave **Ch** fechada, o que ocorreria com as demais lâmpadas, se uma das lâmpadas queimasse? Por quê?

4. Em relação ao circuito da figura abaixo, responda a respeito de seus brilhos:



(a) De todas as lâmpadas, quais têm o maior brilho? _____
Por quê?

(b) As lâmpadas 4 e 5 possuem o mesmo brilho que as lâmpadas 3 e 2? _____
Por quê?

(c) Se a lâmpada 2 fosse apagada, o que aconteceria com as demais lâmpadas do circuito?

(d) E se, em vez de apagar a lâmpada 2, fosse apagada a lâmpada 5, o que aconteceria com as demais?

5. Desenhe um circuito que tenha as seguintes características: três lâmpadas em paralelo ligadas a uma lâmpada em série, que estão ligadas a uma bateria e a uma chave interruptora.

6. O que você gostaria de aprender sobre circuitos elétricos, nas aulas de Física?

APÊNDICE B

TESTE FINAL – CIRCUITOS ELÉTRICOS

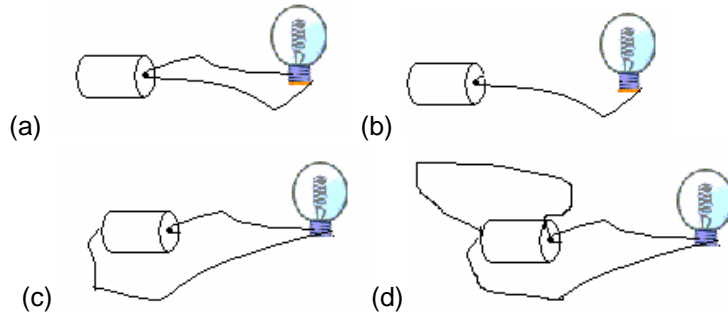
APÊNDICE B

TESTE FINAL – CIRCUITOS ELÉTRICOS⁴

Aluno: _____
Turma: _____ Data: _____

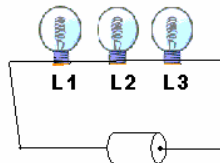
Responda às seguintes questões, considerando que nos circuitos todas as lâmpadas são idênticas, que o brilho das lâmpadas depende da intensidade da corrente elétrica e que a alimentação nos circuitos é contínua.

1. Indique em qual ou em quais situações abaixo a lâmpada acenderá e justifique a sua escolha:



Justificativa: _____

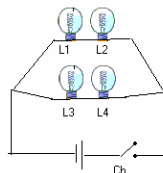
2. No circuito abaixo:



- (a) A lâmpada 1 brilha mais do que a lâmpada 2.
(b) A lâmpada 2 brilha mais do que a lâmpada 1 e 3.
(c) A lâmpada 3 brilha mais do que a lâmpada 1 e 2.
(d) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

O que lhe fez optar por essa alternativa?

3. A figura abaixo representa quatro lâmpadas (1, 2, 3 e 4) ligadas a uma bateria e a uma chave ou interruptor (Ch):

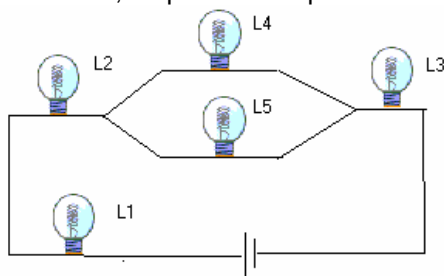


⁴ Adaptado de MORAES, M. B. S. A.; RIBEIRO-TEIXEIRA. **Textos de apoio ao professor de Física**. Porto Alegre: IF UFRGS. v. 17, n. 1, 2006.

(c) Ao ser fechado a chave **Ch**, o que ocorre com o brilho das lâmpadas? Justifique sua resposta.

(d) Com a chave **Ch** fechada, o que ocorreria com as demais lâmpadas, se uma das lâmpadas queimasse? Por quê?

4. Em relação ao circuito da figura abaixo, responda a respeito de seus brilhos:



(b) De todas as lâmpadas, quais têm o maior brilho? _____
Por quê?

(b) As lâmpadas 4 e 5 possuem o mesmo brilho que as lâmpadas 3 e 2? _____
Por quê?

(c) Se a lâmpada 2 fosse apagada, o que aconteceria com as demais lâmpadas do circuito?

(d) E se, em vez de apagar a lâmpada 2, fosse apagada a lâmpada 5, o que aconteceria com as demais?

5. Desenhe um circuito que tenha as seguintes características: três lâmpadas em paralelo ligadas a uma lâmpada em série, que estão ligadas a uma bateria e a uma chave interruptora.

6. Como você avalia as atividades sobre associação de resistores?

APÊNDICE C

ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO COM A UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE CROCODILE PHYSICS*

APÊNDICE C – ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO COM A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CROCODILE PHYSICS

Alguns esclarecimentos que serão úteis na atividade.

- Para poder criar os circuitos você deverá dar um clique em “Parts Library”, entrar em “Eletronics”, depois em “Pictorial”. Lá estarão disponíveis alguns elementos de um circuito elétricos.
- No lado direito da tela há uma região em branco onde você poderá arrastar com o mouse os elementos como pilhas, baterias, interruptores, lâmpadas e LEDs e conectá-los, formando o circuito.
- Para deletar alguns elementos do circuito, selecione a figura e utilize a tecla “delete” ou no ícone que aparece um desenho de um jacaré que está na parte superior esquerda da tela.
- Para visualizar a corrente, voltagem ou potência dos elementos você deve colocar sobre a figura o mouse e esperar alguns instantes que as informações aparecerão. Observe que, às vezes, há abreviações como mili (m), micro (μ), nano (n) kilo (k), dentre outras unidades de medida.
- Inicialmente você trabalhará com alguns circuitos simples, porém no decorrer da atividade você terá a possibilidade de criar seus próprios circuitos com liberdade e criatividade.

Bom trabalho!

=====

1. Monte o seguinte circuito contendo uma lâmpada, uma chave de manobra e uma pilha.

a. Anote a corrente que percorre o circuito e a potência da lâmpada.

Corrente _____ Potência _____

b. Faça um “esquema técnico” no quadro abaixo para este circuito utilizando a nomenclatura para cada elemento utilizando abrindo a pasta “analog”.

2. Acrescente mais uma lâmpada em série e anote:

a. Corrente e potência de cada lâmpada. Correntes _____ Potências _____

b. O que houve com o brilho das lâmpadas? Explique com suas palavras o porquê da mudança do brilho. _____

3. Faça um circuito contendo duas lâmpadas ligadas em paralelo, com um interruptor e uma pilha.

a. Anote a corrente e a potência em cada lâmpada.

Corrente _____ Potência _____

Corrente _____ Potência _____

b. Coloque o mouse sobre o circuito contendo os fios em diferentes locais: logo após a pilha, perto de cada lâmpada e após o interruptor. Anote as correntes em cada um destes lugares. Identifique alguma regularidade nestes locais.

Corrente _____ (Logo após a pilha)

Corrente _____ (Perto da lâmpada 1)

Corrente _____ (Perto da lâmpada 2)

Corrente _____ (Após o interruptor)

c. Compare seus “brilhos” em relação ao circuito anterior formado por duas lâmpadas em série. Explique. _____

d. O que se pode concluir a respeito do valor da potência (brilho da lâmpada) e a corrente? _____

e. Faça um “esquema técnico” no quadro abaixo para este circuito utilizando a nomenclatura para cada elemento utilizando abrindo a pasta “analog”.

4. Acrescente a esse circuito do item 4 mais uma lâmpada ligada em série.

a. Anote a corrente que percorre em cada lâmpada e explique por que a lâmpada que está ligada em série possui maior brilho.

Corrente da lâmpada 1 em paralelo _____

Corrente da lâmpada 2 em paralelo _____

Corrente da lâmpada ligada em série _____

b. Faça um “esquema técnico” no quadro abaixo para este circuito utilizando a nomenclatura para cada elemento utilizando abrindo a pasta “analog”.

5. Limpe a tela e monte um circuito contendo uma pilha, um LED e um interruptor. Anote a corrente e a voltagem. Observe o brilho do LED. No mesmo circuito apague a pilha e coloque no lugar uma bateria. Anote novamente a corrente e a voltagem.

Situação 1: Corrente _____ Voltagem _____

Situação 2: Corrente _____ Voltagem _____

a. O que houve com o brilho do LED? A que você atribui esta mudança? Explique fisicamente. _____

6. Monte somente com a nomenclatura um circuito contendo duas lâmpadas em série e três em paralelo, uma bateria de 9 v e uma chave interruptora. Desenhe este circuito no quadro abaixo e varie a voltagem da alimentação contínua.

a. O que acontece com o brilho das lâmpadas? Se aumentarmos muito a voltagem o que ocorre com as lâmpadas? Explique fisicamente o ocorrido. _____

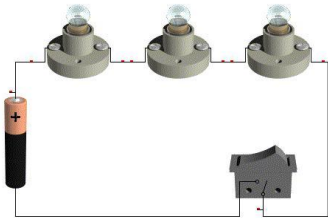
APÊNDICE D
SITUAÇÃO-PROBLEMA

APÊNDICE D

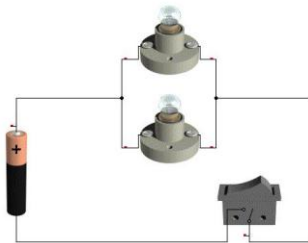
SITUAÇÃO-PROBLEMA

Determine a resistência equivalente das associações e a corrente em cada lâmpada esquematizada a seguir. A tensão da pilha é de 3V e cada lâmpada tem 2 ohm de resistência.

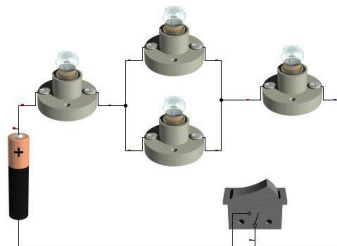
1.



2.



3.



APÊNDICE E
CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DE PESQUISA

APÊNDICE E

CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DE PESQUISA

- 1 – Nome completo _____
- 2 - Data de nascimento _____ 3- Números de filhos _____
- 4 - Cor/Raça Branca Preta Parda Amarela Indígena Não declarada
- 5 – Estado Civil _____
- 6 – Utiliza transporte público para ir a aula? _____ 7 - Número de ônibus total _____
- 8 – Bairro onde mora _____
- 9 – Trabalha/estágio? _____ 10- Número de horas por dia _____
- 11 – Quantas pessoas moram na sua casa? _____
- 12- Qual a renda aproximada da família? _____
- 13 - Você alguma vez reprovou em alguma série? Caso sim, em que série e quais disciplinas _____
- 14 - Qual a frequência que você vai ao cinema, teatro e/ou outros eventos culturais?
 toda semana duas vezes no mês um vez por mês raramente nunca
- 15 – Você possui acesso a internet:
 na escola em casa na *lan house* no trabalho não tenho acesso
- 16 – Onde você obtém informações sobre os acontecimentos da sociedade?
 na escola nos jornais/revistas na internet na televisão no rádio
- 17 - Qual a expectativa após o término do terceiro ano? _____
- _____
- 18 – Como você vê o acompanhamento de seus familiares na sua vida escolar?

- 19- Qual o grau de instrução da sua mãe?
 pós-graduação superior ensino médio fundamental analfabeta
- 20 - Qual a importância dos estudos na sua vida futura?

APÊNDICE F
ROTEIRO DE ENTREVISTA

APÊNDICE F

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Qual é o seu nome, idade e turma?
2. Você participou de todas as atividades sobre associação de resistores? Como foi a sua participação nessas atividades?
3. Qual é a sua avaliação sobre as atividades desenvolvidas em relação à associação de resistores?
4. Qual a importância desse trabalho para a sua aprendizagem? Por quê?
5. Para você, o que mais se destacou nesse trabalho? Do que você mais gostou?
6. Quais as suas impressões a respeito da atividade do computador? Como essa atividade contribuiu para a sua aprendizagem dos conceitos novos? Exemplifique.
7. Como a atividade da maquete contribuiu para o entendimento do conteúdo sobre os resistores?
8. Como você contribuiu com o grupo na realização da atividade da maquete?
9. Conte como foi a elaboração do esquema técnico. Qual foi a importância do esquema técnico para o entendimento do conteúdo de resistores?
10. Como você avalia as atividades de verificação da aprendizagem com o pós-teste?
11. Do que você não gostou nessa atividade?
12. O que você sugere para o aperfeiçoamento deste trabalho?
13. Você saberia citar diferenças entre um circuito em série e um circuito em paralelo?

APÊNDICE G

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ALUNOS

APÊNDICE G

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ALUNOS

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar como entrevistado da pesquisa **“Estudo do processo de reconstrução do conhecimento sobre a associação de resistores com o auxílio do computador e de maquetes dinâmicas”**, sob responsabilidade da mestranda Ana Paula Santos Rebello e orientação do Prof. Dr: Maurivan Güntzel Ramos, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, vinculado ao Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Declaro que estou ciente de que as informações prestadas serão analisadas e utilizadas na investigação, sendo garantido o anonimato.

Porto Alegre, de _____ de 2008.

APÊNDICE H

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO -
RESPONSÁVEL**

APÊNDICE H

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - RESPONSÁVEL

Eu, _____, abaixo assinado, concordo com a participação do(a) meu/minha filho(a), _____, da pesquisa “**Estudo do processo de reconstrução do conhecimento sobre a associação de resistores com o auxílio do computador e de maquetes dinâmicas**”, sob responsabilidade da mestrandia Ana Paula Santos Rebello e orientação do Prof. Dr: Maurivan Güntzel Ramos, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Declaro que estou ciente de que as informações prestadas serão analisadas e utilizadas na investigação, sendo garantido o anonimato.

Porto Alegre, de _____ de 2008.
