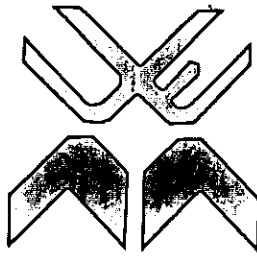


FduP-23



**EXPLORAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DAS
TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS
ELÉCTRICOS DE CORRANTE CONTÍNUA**

Samuel Benjamim Matlombe

**EXPLORAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRNT
CONTÍNUA**

Samuel Benjamim Matlombe

Comité do Júri

Presidente: Prof Doutor Balemire Basilashe (Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique)

Examinador externo: Prof Doutor Félix Singo (Universidade Pedagógica, Moçambique)

Supervisor: Prof Doutor Inocente V. Mutimucuo (Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique)

Co-supervisor: dra Catharina Boogert (Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique)

Exploração da contribuição das tecnologias de informação e comunicação no ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua

© 2005, Samuel Benjamim Matlombe

Exploração da contribuição das tecnologias de informação e comunicação no ensino e
aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua

Dissertação de Mestrado submetida à prova pública aos 20 de Outubro de 2005, às
15h00, na Faculdade de Educação da Universidade Eduardo Mondlane nos termos do
Regulamento dos Cursos de Mestrado em vigor na UEM

Por

Samuel Benjamim Matlombe

20 de Junho de 1972

Manhiça, Maputo, Moçambique

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho de dissertação de Mestrado nunca foi apresentado, na sua essência, para a obtenção de outro qualquer grau, e que constitui resultado da minha investigação pessoal, estando no texto e na bibliografia as fontes utilizadas.

Samuel Benjamim Matlombe

DEDICATÓRIA

À minha querida esposa, Ximely, e minhas queridas filhas, Tsakan e Rindzela, muito sacrificadas ao longo de todo o período em que estive envolvido nos meus estudos.

À minha querida mãe, Carolina Nhabanga, que durante muito tempo se viu privada de desfrutar da minha companhia.

À memória de meu pai, Elicha E. Matlombe, que sempre me encorajou a estudar.

AGRADECIMENTOS

Aos meus supervisores, o Prof. Doutor. Inocente Vasco Mutimucuo e dra Catharina den Boogert, pela valiosíssima ajuda prestada desde o início até a fase de conclusão do trabalho, vão os meus mais sinceros e profundos agradecimentos.

Especiais agradecimentos vão para o Professor Doutor Tjeed Plomp e a Professora Doutora Pauline Vos pela contribuição prestada enquanto estivemos a trabalhar juntos como meus supervisores.

Os meus agradecimentos são extensivos para a Prof. Doutora Diana Grayce da UNISA pela valiosa contribuição prestada.

Aos drs. Francisco Januário, Aguiar Baquete e Eugénia Cossa pela valiosa contribuição prestada, vão os meus profundos agradecimentos.

Ao dr. Ernesto Mandlate e a toda equipa do Centro de Desenvolvimento Académico vão os meus agradecimentos pela compreensão que tiveram comigo, permitindo que eu tivesse mais tempo para me dedicar ao meu trabalho.

Aos alunos da 11^a Classe, turma 11, aos monitores da sala de Informática e à direcção da Escola Secundária Josina Machel, vão os meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACA.....	Aprendizagem Centrada no Aluno
ACP.....	Aprendizagem Centrada no Professor
ADDIE.....	<i>Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation</i>
CC.....	<i>Crocodile Clips</i>
CCP.....	<i>Crocodile Clips for Physics</i>
CD-ROM's.....	<i>Compact Disc-Read Only Memory</i>
ddp.....	Diferença de Potencial
ESG1.....	Ensino Secundário Geral do 1º Ciclo
ESG2.....	Ensino Secundário Geral do 2º Ciclo
ESJM.....	Escola Secundária Josina Machel
FL.....	<i>Future Lab</i>
MINED.....	Ministério da Educação
TIC's.....	Tecnologias de Informação e Comunicação

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Percentagem anual do aproveitamento por disciplina. Percentagem média por disciplina e por classe e, percentagem média global (ESJM, 2003).	4
2	Visão geral da pedagogia numa sociedade industrial versus sociedade de informação (Voogt & Odenthal, 1997; Wijnen et al., 1999).	19
3	Actividades levadas a cabo para a recolha e análise de dados	43
4	Resultados de aprendizagem da lição nº1	46
5	Resultados de aprendizagem da lição nº2	46
6	Resultados de aprendizagem da lição nº3	47
7	Atitudes dos alunos quanto ao uso do computador na aprendizagem da Física (n=14). Primeiro grupo.	55
8	Atitudes dos alunos quanto ao uso do computador na aprendizagem da Física (n=8). Segundo grupo.	56

LISTA DE FIGURAS

Figura		
1	Modelo de pesquisa para o desenvolvimento dos protótipos (Plomp, 2002).	9
2	Fases da difusão das tecnologias (Itzkan, 1994, citado por Voogt, in press).	18
3	Processo de aprendizagem baseada numa abordagem de aprendizagem centrada no aluno (Garrison, citado por van de Vrie, 2004).	28
4	Janela do pacote CCP	29
5	Janela <i>create a circuit</i> do pacote CCP	31
6	Processos cíclicos (Adaptação do modelo de McKenney, 2002).	36
7	Alunos em plena aula durante a testagem	48

ÍNDICE

	Página
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMO.....	ix
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Origem do estudo.....	1
1.2 Contexto do estudo.....	2
1.3 Formulação do problema.....	5
1.4 Objectivos do estudo.....	6
1.5 Importância do estudo.....	7
1.6 Questões de pesquisa.....	9
1.7 Estrutura da dissertação.....	10
CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1 Introdução.....	11
2.2 Algumas características do ensino e aprendizagem das ciências naturais.....	11
2.3 Aprendizagem centrada no estudante e estratégias de aprendizagem.....	14
2.4 Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino das ciências.....	16
2.5 Algumas aplicações típicas desenhadas para a educação.....	20
2.6 Tecnologias de Informação e Comunicação e aprendizagem da Física.....	21
2.7 Significado dos resultados da revisão bibliográfica.....	24

CAPÍTULO 3	DESENHO DO PROTÓTIPO.....	26
3.1	Introdução.....	26
3.2	Concepção do protótipo na perspectiva duma ACA.....	26
3.2.1	Conteúdo.....	27
3.2.2	Meios.....	28
3.2.3	Abordagem.....	28
3.2.4	Organização.....	29
3.3	Características do protótipo.....	29
3.3.1	Características do pacote.....	29
3.3.2	Características das fichas de trabalho.....	30
3.3.3	Estrutura da aula.....	31
CAPÍTULO 4	METODOLOGIA.....	34
4.1	Introdução.....	34
4.2	Tipo de pesquisa.....	34
4.3	Produção do protótipo.....	35
4.3.1	Processos cíclicos.....	36
4.3.2	Desenvolvimento e avaliação do protótipo.....	37
4.4	População e amostra.....	39
4.5	Instrumentos.....	40
4.6	Procedimentos de recolha de dados.....	41
4.7	Análise dos dados.....	42
CAPÍTULO 5	RESULTADOS E SUA INTERPRETAÇÃO.....	44
5.1	Introdução.....	44
5.2	Resultados das fichas de trabalho.....	44
5.2.1	Resultados de aprendizagem da lição nº1.....	45
5.2.2	Resultados de aprendizagem da lição nº2.....	46
5.2.3	Resultados de aprendizagem da lição nº3.....	46
5.2.4	Conclusão sobre os resultados das fichas de trabalho.....	47
5.3	Resultados das observações.....	47
5.4	Resultados das entrevistas.....	49
5.5	Resultados do questionário.....	53
5.5.1	Resultados do grupo 1.....	53
5.5.2	Resultados do grupo 2.....	55
5.5.3	Conclusão sobre os resultados do questionário.....	56
5.6	Conclusão.....	57

CAPÍTULO 6	<u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</u>	58
6.1	Introdução.....	58
6.2	Conclusões.....	59
6.2.1	Características da aprendizagem da Física numa abordagem centrada no aluno.....	59
6.2.2	Estratégias que podem ser usadas para a integração das ferramentas das TIC's, estimulando a abordagem centrada no aluno.....	61
6.2.3	Condições necessárias para um ensino e aprendizagem da Física, usando os programas de simulação dos computadores.....	61
6.3	Reflexões.....	62
6.4	Recomendações.....	63
	BIBLIOGRAFIA.....	66
	ANEXOS	
	Anexo 1.....	70
	Anexo 2.....	71
	Anexo 3.....	72
	Anexo 4.....	73

RESUMO

O estudo foi desenvolvido na Escola Secundária Josina Machel (ESJM) e tem a sua origem nas dificuldades apresentadas pelos alunos, nas aulas de Física ao nível do Ensino Secundário Geral do 2º Ciclo. Esta situação pode estar relacionada com as actuais abordagens usadas que não estimulam uma participação activa do aluno, pois ele é visto apenas como um simples recipiente do conhecimento do professor.

Este estudo pretende proporcionar uma nova visão sobre o processo de ensino e aprendizagem aos professores e alunos daquele nível, influenciando-os a adoptar novas abordagens nas quais os alunos passam a ter um papel mais activo na construção do seu próprio conhecimento, cabendo ao professor o papel de facilitador. Portanto, o estudo adopta uma abordagem de aprendizagem centrada no aluno e como estratégia, explora as potencialidades oferecidas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) no ensino. Procura-se desta maneira, responder à questão sobre *como é que as aulas baseadas nas TIC's podem ajudar os alunos a aprender a Física e a estimular a aprendizagem centrada no aluno*, pois assume-se que as aulas de Física dadas com a ajuda do computador podem proporcionar aos alunos a compreensão dos conteúdos Físicos mais abstractos, uma vez ser possível visualizar os conteúdos através das simulações.

Para alcançar os objectivos definidos, o estudo desenvolve um protótipo de material instrucional, avaliado de acordo com os critérios de validade, praticabilidade e eficácia. Com vista a dar resposta à questão de pesquisa, o estudo baseou-se numa exploração sistemática do protótipo desenvolvido de acordo com a visão construtivista da aprendizagem. Este protótipo foi desenvolvido em três ciclos, tendo sido implementado em dois grupos, durante o segundo e o terceiro ciclo.

Os resultados mostram que é possível aprender Física com a ajuda do computador, bastando para isso que o professor seleccione tópicos que se adequem ao *Software* a ser usado e construa um guião de aulas que oriente a aprendizagem, focalizando no conteúdo, na abordagem e na organização. Os resultados revelam ainda que a aprendizagem é eficaz e que as TIC's estimulam uma aprendizagem individualizada, cooperativa e independente. Portanto, recomenda-se que a ESJM e outras que tenham as mesmas condições passem a usar as salas de computação também para fins educacionais.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 Origem do estudo

Este estudo tem a sua origem nas dificuldades apresentadas pelos alunos do 2^oCiclo (11^a e 12^a Classes), na Escola Secundária Josina Machel (ESJM) em Maputo, onde o pesquisador trabalhou até meados do ano lectivo 2003. Estas dificuldades estão relacionadas com a má compreensão dos conceitos mais abstractos que, por conseguinte, se reflectem na má resolução de exercícios e interpretação dos resultados e dos gráficos na disciplina de Física.

Como professor de Física na escola acima referida, o pesquisador viveu os cenários que envolvem o ensino e aprendizagem da Física do 2^oCiclo e testemunhou os resultados não muito satisfatórios que se registam nesta disciplina. Muitas razões podem estar por de trás desta situação como, por exemplo, o excessivo número de alunos por turma, a sobrecarga dos professores, as abordagens e as estratégias de aprendizagem tradicionais as quais são caracterizadas por aulas excessivamente expositivas.

Nestas abordagens, a aprendizagem é simplesmente reprodutiva, baseada, essencialmente, na memorização (Moreira, 2000). Pois, o professor é o único que transportando consigo o conhecimento transmite-o aos alunos, cabendo a estes o mero papel de o receber e reproduzi-lo sempre que necessário. Portanto, está-se perante um cenário em que o processo de ensino e aprendizagem está todo ele centrado no professor.

Por outro lado, os conteúdos de aprendizagem da Física da 11^a e 12^a Classes contêm muitos conceitos teóricos que exigem do aluno uma capacidade de abstracção mais elevada. E, como forma de facilitar a compreensão destes conceitos pelos alunos, os programas de ensino e aprendizagem da Física do 2^oCiclo contemplam a realização de aulas laboratoriais (MINED, 1997). Todavia, estas não têm sido realizadas por razões que se prendem com a insuficiência de professores qualificados e capazes de conduzir aulas laboratoriais, pois existe na ESJM um laboratório de Física que embora parte do material esteja, de certa forma, obsoleta algumas experiências podiam ser realizadas.

Portanto, de todos os problemas apontados, o presente estudo procura encontrar outras abordagens e estratégias que possam contribuir para a melhoria da presente situação na ESJM.

1.2 Contexto do estudo

O estudo foi levado a cabo na Escola Secundária Josina Machel (ESJM), localizada na cidade de Maputo. A ESJM é uma escola que contempla o Ensino Secundário Geral do 1ºCiclo (ESG1) para 8ª, 9ª e 10ª classes e, o Ensino Secundário Geral do 2ºCiclo (ESG2) para 11ª e 12ª classes.

De acordo com o Liceu Salazar (1957), nome pelo qual era conhecida a escola antes da independência, a média dos alunos matriculados no período compreendido entre 1955 e 1957 foi de 1140 a 1149 alunos. Ainda de acordo com o mesmo autor as turmas eram constituídas, em média, por 30 a 40 alunos. Com base nestes dados e porque não há outros que revelem ter havido alguma ampliação da escola até ao ano da independência, pode-se inferir que a escola não tenha sido construída para uma capacidade superior a 1500 alunos, pelo menos. Mas, nos últimos tempos, devido às mudanças sociais que se operaram no país, a procura dos serviços educacionais aumentou num ritmo não proporcional ao crescimento da rede escolar de tal forma que só em 2004 a escola matriculou cerca de 4287 alunos para os dois ciclos. Para o ESG1 estavam matriculados 2787 alunos e para o ESG2 1500 alunos (ESJM, 2005). Quer dizer, o número de alunos quase quadruplicou.

Ainda de acordo com a ESJM (2005) as turmas, no ano lectivo 2004, foram constituídas, em média, por um número que variava entre 47 a 50 alunos por turma, tendo havido casos em que uma turma chegava a ser constituída por 55 alunos.

No mesmo ano lectivo, o grupo de disciplina de Física era constituído por quatro professores dos quais apenas um possui formação pedagógica e somente um era efectivo. Os outros não possuem formação pedagógica e eram contratados. Destes professores dois possuem o nível de Licenciatura e os outros dois possuem o nível de bacharelato.

Os alunos têm experimentado dificuldades na compreensão de conceitos mais abstractos tais como circuitos eléctricos de corrente contínua sobre os quais o estudo pretende investigar.

Carga horária dos professores

De acordo com o Boletim da República (1990) cada professor do 2ºCiclo deve ter uma carga horária de 20 horas semanais. Para a disciplina de Física estão alocadas 4 horas semanais por turma. Isto significa que cada professor de Física deve ter um total de 5 turmas para completar

a. carga horária. Cada professor deveria ter, em média, 150 a 200 alunos sob sua responsabilidade, uma vez que a média era de 30 a 40 alunos por turma (Liceu Salazar, 1957). Mas, devido ao número exíguo de escolas e ao crescente número de alunos o professor tem, em média, 235/250 alunos sob sua responsabilidade, pois a média dos alunos por turma é de 47 a 50 (ESJM, 2005). Na maior parte dos casos, os mesmos professores dão aulas extras e, no caso de Física, o professor pode ter no máximo 3 turmas o que perfaz 12 horas. O professor de Física não pode ter mais de 3 turmas, pois ao fazê-lo teria 16 horas semanais, mas ao abrigo do regulamento o professor só pode fazer 15 horas extras no máximo (Boletim da República, 1990). Isto quer dizer que no total o professor que faz horas extras tem em média 376/400 alunos sob sua responsabilidade. De acordo com ESJM (2005) dos 4 professores de Física do 2ºCiclo, 3 têm a carga horária completa e fazem horas extras. O quarto é efectivo numa outra instituição. Portanto, os professores de um modo geral, estão sobrecarregados, não tendo tempo suficiente para dedicar maior atenção aos seus alunos e muito menos para fazerem uma auto - avaliação do seu próprio desempenho.

Situação actual na disciplina de Física

O programa de Física do 2ºCiclo prevê a realização de aulas laboratoriais como forma de garantir uma aprendizagem eficaz desta disciplina (MINED, 1997). Todavia, estas não são realizadas por razões que se prendem com a insuficiência de professores qualificados e capazes de conduzir aulas laboratoriais, devido à sobrecarga dos professores e ao facto de os laboratórios não estarem equipados de meios adequados, como já foi mencionado na secção 1.1.

A escola possui um Laboratório de Física que não tem sido usado. Esta possui também uma Biblioteca, mas não tem livros de Física. Nas livrarias da cidade existem poucos livros de Física e os conteúdos desses livros são vastos não indo de encontro com os programas escolares. O pesquisador constatou, no terreno, que para cobrir esta lacuna, alguns professores, poucos, elaboram fichas de exercícios, ditam apontamentos e/ou exercícios de aplicação durante a aula. Portanto, não tendo o livro de Física os alunos dependem exclusivamente daquilo que o professor leva para a sala de aula.

Métodos de ensino actualmente usados e consequentes resultados

As aulas de Física são excessivamente expositivas, o que faz despender muito tempo, não permitindo que os alunos tenham uma participação activa nas aulas. Como resultado disto, um

grande número de alunos é passivo o que faz com que as aulas de Física não sejam eficazes e os resultados mostram que muitos alunos não possuem um bom desempenho académico no fim de um ano lectivo. Para ilustrar esta situação a seguir apresenta-se a tabela dos resultados do aproveitamento pedagógico dos alunos nos anos lectivos de 2002, 2003 e 2004.

Tabela 1: Aproveitamento Pedagógico relativo aos anos lectivos de 2002, 2003 e 2004.

FÍSICA					
Ano Lectivo	Classe	Alunos no fim do ano lectivo	Alunos reprovados	Alunos aprovados	Percentagem de alunos aprovados
2002	11	595	194	401	67,3
	12	373	61	312	83,6
2003	11	465	147	318	68,3
	12	451	238	213	47,2
2004	11	486	35	451	92,7
	12	378	118	260	68,7
Total	11	1546	476	1170	75,6
	12	1202	417	785	65,3

Observando-se para a coluna das percentagens dos aprovados, nota-se um aparente rendimento positivo. Porém, na mesma tabela pode-se ver que nos anos 2002 e 2003, os alunos reprovados na 11ª Classe são quase a metade dos aprovados. Na 12ª Classe em 2003 os reprovados superaram os aprovados e em 2004 os alunos reprovados constituíram, aproximadamente, a metade dos aprovados. Além disso, é preciso notar que estes são resultados, no caso da 12ª Classe, dos alunos que foram ao exame. Há alunos da 12ª Classe que foram excluídos e que, por via disso, não constam nesta tabela. Pode-se ver a partir da tabela que a média dos alunos reprovados nos três anos lectivos é de, aproximadamente 25% na 11ª Classe e 35% na 12ª Classe. Portanto, o número dos alunos que reprovam nas duas classes constitui motivo de preocupação. Daí a necessidade de se encontrar formas que possam contribuir para a melhoria do rendimento pedagógico dos alunos. Mas esta situação de baixo rendimento pedagógico dos alunos na disciplina de Física pode estar ligada a muitos factores como a falta do livro escolar, o número insuficiente de professores qualificados em Física, a sobrecarga horária dos professores, o número excessivo de alunos por turma, as próprias abordagens actualmente usadas que não permitem uma maior interacção, discussão e

cooperação entre os alunos e com o professor. Dada a multiplicidade de factores, o pesquisador propões-se a explorar a contribuição de uma estratégia de ensino (simulações computacionais) para o desempenho dos alunos no ensino e aprendizagem de CECC.

1.3 Formulação do problema

Na ESJM, a Física é uma das disciplinas consideradas mais difíceis pelos alunos, o que contribui para a baixa motivação e interesse por parte destes nesta disciplina. O pesquisador constatou, durante o período em que leccionou esta disciplina, a existência de problemas cognitivos, pois os alunos mostravam falta de compreensão dos conceitos e por isso não podiam aplicar correctamente o conhecimento que têm em situações concretas. Por exemplo, quando os alunos têm que usar a fórmula $v = v_0 \pm gt$, torna-se-lhes muito difícil perceber que é preciso considerar $v = 0 \Rightarrow 0 = v_0 \pm gt$, quando o objecto atinge a altura máxima, uma vez que a velocidade vai diminuindo até que se torne nula ao atingir a altura máxima, ou $v_0 = 0 \Rightarrow v = gt$, quando o objecto é abandonado a uma dada altura, atingindo o solo com uma velocidade máxima. Este exemplo, sobre queda livre, mostra que há dificuldades, por parte dos alunos, em fazer uma relação entre o conhecimento teórico que têm e as diversas situações concretas (resolução de exercícios). Isto significa que eles não compreendem bem o conceito aceleração de gravidade e por isso não podem aplicar correctamente a fórmula considerada. No caso vertente, o aluno precisa ter bem presente o conceito aceleração de gravidade, sempre dirigida verticalmente para baixo, que no caso em que uma partícula é lançada verticalmente para cima, esta estará sujeita a um movimento uniformemente retardado, pois a aceleração de gravidade tem sentido contrário ao da velocidade da partícula. Por isso, a velocidade torna-se nula a uma dada altura. No caso em que a partícula é abandonada de cima para baixo, ela estará sujeita a um movimento uniformemente acelerado, pois a aceleração tem o mesmo sentido que o da velocidade daquela partícula, atingindo o solo com a velocidade máxima. Quer dizer, o aluno precisa saber bem que o significado Físico da aceleração, de um modo geral, é que esta caracteriza a variação da velocidade na unidade de tempo.

O pesquisador, como professor de Física daquele nível, desconfia da existência de muitos factores que podem estar em torno desta situação, como por exemplo, questões de índole instrucional, cultural e afectivo. No que se refere a questões de índole instrucional pode-se apontar, por exemplo, a não realização de aulas laboratoriais e as abordagens em prática. A

nível cultural, verifica-se, por exemplo, que há falta do hábito de produção do material instrucional da parte dos professores. No que se refere a questões de índole afectivo, constata-se uma certa ausência de cometimento tanto da parte dos professores como dos alunos para com as suas responsabilidades, pois os alunos não têm o hábito de realizar os seus trabalhos de casa e quando o fazem os professores não corrigem e, a falta de motivação tanto dum lado como do outro. Embora estes aspectos se compenetrem mutuamente, o estudo concentra-se apenas na investigação de aspectos instrucionais, nomeadamente a falta de realização de aulas laboratoriais e a abordagem expositiva adoptada pelos professores para o ensino da Física.

Os conteúdos contêm poucos exemplos do dia-a-dia o que não facilita a compreensão dos conceitos mais abstractos pelos alunos. E, como consequência, eles apenas memorizam e reproduzem o conhecimento, não havendo oportunidades para a discussão entre os alunos e a consequente construção do conhecimento que se poderia esperar (Moreira, 2000).

De acordo com Brummelhuis e Plomp (2001), a introdução das TIC's facilitaria o equilíbrio entre o conhecimento antigo (reprodução do conhecimento) e o conhecimento novo (produção do conhecimento), uma vez que o aluno teria a oportunidade de consolidar o seu conhecimento prévio através da aquisição do conhecimento novo, explorando, discutindo e cooperando com os colegas.

Portanto, o pesquisador julga ser necessária a identificação de uma estratégia alternativa que possa contribuir para minimização deste problema. Esta é apresentada na secção 1.5.

1.4 Objectivos do estudo

Neste contexto e de acordo com os problemas apresentados estabelecem-se os seguintes objectivos do estudo:

Objectivo geral

Explorar as possibilidades oferecidas pelas TIC's, na abordagem de aprendizagem centrada no aluno (ACA), no ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua.

Objectivos específicos

- Identificar as características duma abordagem de ACA para o ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua;

- Identificar algumas estratégias de integração das TIC's na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua numa ACA;
- Determinar a extensão da contribuição das aulas de simulação computacional na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua.

A secção seguinte apresenta a importância do estudo.

1.5 Importância do estudo

No âmbito da implementação do projecto *SchoolNet* e da introdução a nível das escolas do ESG2 da componente informática, o MINED iniciou em 2004, um projecto de instalação de salas de informática para todos os IMAP's e todas escolas secundárias do ESG2 ao nível de todo o país (Jornal Notícias, 2004). Ainda de acordo com este jornal cada sala de informática deverá ter um total de 40 computadores. Sendo assim, o estudo reveste-se de grande importância na medida em que as escolas têm que começar a preparar-se para fazer um uso adequado das salas de informática que estão a ser instaladas. Isto é, usá-las para fins pedagógicos e não somente para ministrar cursos de *Softwares* aplicativos como tem acontecido até ao momento.

O pesquisador, que já foi professor de Física do 2^oCiclo durante vários anos, testemunhou o fraco rendimento pedagógico e a conseqüente desmotivação dos alunos na disciplina de Física. A falta de livros, de professores qualificados, as turmas numerosas e a sobrecarga dos professores, são alguns dos factores que podem estar a afectar negativamente o rendimento pedagógico dos alunos.

Por outro lado, o programa de Física do 2^oCiclo contempla a realização de aulas laboratoriais para ajudarem o aluno a compreender tais conceitos, mas também a pesquisar e a manipular os instrumentos (MINED, 1997). Mas, constatou-se no terreno que estas aulas não tem sido realizadas.

A situação descrita requer abordagens alternativas que possam ajudar a mudar o estado actual da aprendizagem da Física na ESJM. É nesta perspectiva que o estudo procura explorar a contribuição das TIC's (visualizações e simulações computacionais) no ensino e aprendizagem dos conceitos mais abstractos como, por exemplo, circuitos eléctricos de corrente contínua na disciplina de Física. Procedendo deste modo, o pesquisador tem a

esperança de que os alunos compreenderão melhor os conceitos relacionados com os CECC e, conseqüentemente, terão melhor desempenho académico.

Possíveis alternativas de estratégias de ensino e aprendizagem

O cenário referido na secção 1.2 exige que se faça uma reflexão sobre as medidas que devem ser tomadas com vista a contribuir para melhoria do aproveitamento pedagógico dos alunos na disciplina de Física. Portanto, o estudo propõe a introdução de abordagens alternativas que possam contribuir para uma aprendizagem efectiva da Física na ESJM. Uma das alternativas possíveis e que o presente estudo pretende investigar é o ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua (CECC) baseado no computador, numa perspectiva construtivista, cujas características são apresentadas na secção 2.3. Pois, de acordo com Moreira (2000) o processo de ensino e aprendizagem é um processo de construção do conhecimento no qual o aluno tem a possibilidade de interagir com os colegas, com o professor e com os dados da informação na perspectiva de que ele adquira novos conhecimentos, significativos para a sua vida e para a sua autonomia. Por isso, o presente estudo pretende explorar algumas das potencialidades oferecidas pelo computador no ensino, uma vez que este pode facilitar a construção do conhecimento aos alunos quando devidamente utilizado (Voogt, in press). É neste contexto que foi concebido um protótipo com a finalidade de testar a eficácia duma aprendizagem de CECC centrada no aluno e baseada no computador. Assim, o estudo experimenta um dos vários programas de *Softwares* educacionais já existentes, o *Crocodile-Clips for Physics*, por ser um dos que, numa visão construtivista, melhor estimula a abordagem de aprendizagem centrada no estudante que, por uma questão de opção, passa a designar-se, neste estudo, por aprendizagem centrada no aluno (ACA). Nesta abordagem, os alunos passam a ter um papel mais activo, enquanto que aos professores cabe o papel de facilitadores, criando um ambiente de aprendizagem no qual os alunos constroem o seu próprio conhecimento.

Assim, o estudo explora as potencialidades oferecidas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) no ensino, aulas baseadas no computador, para a implementação da ACA nas aulas de Física sobre os circuitos eléctricos de corrente contínua, na 11^a Classe, na ESJM. Portanto, assume-se que as aulas de Física leccionadas com a ajuda do computador podem proporcionar aos alunos uma melhor compreensão de conteúdos mais abstractos tais como circuitos eléctricos de corrente contínua uma vez ser possível visualizá-los através das simulações. As TIC's podem dar oportunidades para que novas abordagens sejam aplicadas

em substituição das aulas excessivamente expositivas que têm sido prática corrente e, mais ainda, espera-se que haja um maior intercâmbio entre os alunos e que estes sejam menos dependentes do professor (Brummelhuis & Plomp, 2001). É convicção do pesquisador que a introdução de novas formas de ensino e aprendizagem seria uma contribuição para a minimização dos problemas que se registam na disciplina de Física, na ESJM.

O estudo centra-se em três aspectos de ensino e aprendizagem: No conteúdo, isto é, no desenvolvimento de aulas baseadas nas simulações em computadores para a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua; na abordagem, isto é, na planificação das aulas cuja aprendizagem seja centrada no aluno e na organização, isto é, os alunos trabalham aos pares e independentes do professor por forma a que eles construam o seu próprio conhecimento. O estudo desenvolve, para estas aulas, um protótipo de material instrucional constituído pelo pacote informático e pelo guião de aulas (fichas de trabalho), desenhado numa visão construtivista da aprendizagem e que serve tanto para os professores assim como para os alunos, explorando-se as potencialidades oferecidas pelas TICs no ensino e aprendizagem da Física.

A seguir apresenta-se a questão de pesquisa.

1.6 Questões de pesquisa

O estudo focaliza as suas atenções no uso das TIC's (do computador), especialmente os programas de simulações para a substituição das aulas práticas (laboratoriais) como uma estratégia alternativa que facilite a aprendizagem dos circuitos eléctricos de corrente contínua. Neste estudo, procura-se explorar as potencialidades oferecidas pelas TIC's para estimular uma aprendizagem centrada no aluno, numa visão construtivista. Para tal, a seguir apresenta-se a questão principal de pesquisa: *Como é que as aulas baseadas nas TIC's podem estimular a aprendizagem centrada no aluno para ajudá-lo a aprender os circuitos eléctricos de corrente contínua?*

Com vista a responder a questão principal de pesquisa foram formuladas três questões operacionais, nomeadamente:

- Quais são as características duma aprendizagem centrada no aluno (ACA) para a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua?

- Que estratégias podem ser identificadas para a integração das ferramentas das TIC's, estimulando a abordagem centrada no aluno?
- Qual é a extensão da contribuição da simulação computacional na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua?

A primeira pergunta será respondida com base na literatura consultada. A segunda será respondida com base nos resultados das fichas de trabalho, das observações durante as aulas, das entrevistas administradas a 10 alunos e com base no questionário sobre as atitudes em computadores que foi administrado no fim da terceira aula de cada ciclo. A terceira pergunta será respondida com base na revisão da literatura e das conclusões sobre a análise dos dados e das recomendações.

Na secção que se segue apresenta - se a estrutura da dissertação.

1.7 Estrutura da dissertação

Esta dissertação foi estruturada da seguinte maneira:

O capítulo 1 faz a introdução e descreve a origem do estudo, o contexto, o problema de pesquisa, os objectivos do estudo, a importância do estudo, as questões de pesquisa e por último a estrutura da dissertação. O capítulo 2 faz a revisão da literatura em aspectos chave tais como o ensino e a aprendizagem das ciências e suas características, a abordagem da aprendizagem centrada no aluno e estratégias de aprendizagem, a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino das ciências, aplicações típicas desenhadas para a educação, estratégias de implementação das TIC's na aprendizagem da Física e finalmente o significado dos resultados da revisão bibliográfica. O capítulo 3 é sobre a metodologia do estudo. Começa por fazer menção ao tipo de pesquisa, descreve o processo de desenvolvimento do protótipo e indicando os processos cíclicos, descreve a amostra e os instrumentos, os procedimentos para a recolha de dados e apresenta a análise dos mesmos. O capítulo 4 é sobre a concepção do protótipo, isto é, o modelo de aprendizagem adoptado, a sua concepção e as características do mesmo. O capítulo 5 apresenta os resultados e faz a sua interpretação. O capítulo 6 faz as conclusões e as recomendações, fazendo alguma reflexão e indicando as limitações do estudo.

CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução

O capítulo faz a revisão da literatura em tópicos relevantes relacionados com a área das TIC's com vista a ter uma ideia clara sobre o quadro teórico que possa orientar o estudo. Esta revisão é feita em cumprimento das questões de pesquisa formuladas para o estudo (veja a secção 1.6). Assim, foram seleccionadas as seguintes áreas de estudo: Ensino e aprendizagem das ciências e suas características; abordagem e estratégias de aprendizagem; Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino das ciências; Aplicações típicas desenhadas para a educação e a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação na aprendizagem da Física.

2.2 Algumas características de ensino e aprendizagem das ciências naturais

O estudo concentra as suas atenções apenas no ensino e aprendizagem da Física no ESG2. Para a Física a este nível, como uma ciência experimental, o conhecimento, a compreensão, a interpretação e a aplicação são as características fundamentais para o seu estudo. Dos objectivos traçados para a aprendizagem da Física no ESG2 constata-se que ao concluírem o ESG2 os alunos sejam capazes de (MINED, 1997, p.2):

- *Analisar problemas;*
- *Aplicar correctamente os conhecimentos adquiridos, especialmente as leis, as fórmulas e as respectivas unidades das grandezas físicas na resolução dos problemas e exercícios;*
- *Explicar cientificamente os fenómenos da natureza e da prática técnica;*
- *Utilizar os métodos específicos da disciplina para resolver os problemas colocados (experimentação - planificar e executar, analisar e proceder à interpretação do resultado obtido);*
- *Interpretar os resultados matemáticos dos exercícios resolvidos no sentido Físico;*
- *Elaborar novos conhecimentos pelo estudo independente dos livros, textos e de outro material;*
- *Dominar as técnicas do trabalho mental - intelectual como condição fundamental para estudar nas escolas superiores.*

Para que isto se torne possível, as sessões de Física deverão ser acompanhadas pelas aulas laboratoriais. Esta posição é defendida por investigadores em educação em ciências naturais e está preconizado no programa de Física do 2ºCiclo (MINED, 1997). Com efeito, muitos currículos desenvolvidos nos anos 60 e 70 foram concebidos de forma a considerar as aulas laboratoriais como o cerne do processo de aprendizagem nas ciências (Trumper, 2002). Pretendia-se que os laboratórios providenciassem aos alunos experiências na manipulação de instrumentos com vista a que eles desenvolvessem a sua compreensão dos conceitos teóricos. Pois, de acordo com o mesmo autor os laboratórios são uma boa forma de ensino e aprendizagem das ciências uma vez que a prática é a base do conhecimento científico e da compreensão. Pelo que as aulas laboratoriais jogam um papel fundamental na compreensão dos conceitos Físicos por parte dos alunos, pois este é um dos caminhos através dos quais se podem compreender os conceitos Físicos.

Contudo, diz ainda Trumper (2002) a compreensão de alguns factos, conceitos, leis e teorias aceites nas ciências é complexa e problemática, requerendo, por isso, uma apreciação dos caminhos através dos quais determinado conhecimento foi estabelecido e requer também o nosso cuidado em aceitarmos-lo como válido. É nesta perspectiva que van den Berg (1997) conduziu uma pesquisa com vista a avaliar os resultados das aulas laboratoriais, tendo concluído que os laboratórios nem sempre são o lugar aonde o aluno vai automaticamente aprender a Física. Os resultados da sua pesquisa revelam que muitos alunos não são capazes de sumarizar os aspectos mais importantes duma experiência que a tenham realizado. Outros lembram-se apenas das manipulações feitas no laboratório, mas incapazes de perceber o objectivo central da experiência, a sua teoria principal ou os seus métodos básicos.

Portanto, apesar de tanto tempo gasto a trabalhar no laboratório, muitos estudantes aparentam estar a aprender muito menos das aulas laboratoriais. Isto significa que as aulas laboratoriais devem ser ensinadas com muito cuidado. Há, pois, que definir claramente os objectivos das aulas laboratoriais para que não se confundam necessidades de aprender conceitos com as de aprender a fazer pesquisa ou de apenas manipular instrumentos (Trumper, 2002). Deve haver consistência entre os objectivos e a sua operacionalização nas fichas de exercícios e guias laboratoriais e os métodos de avaliação. Adicionalmente, as prioridades das instruções laboratoriais devem ser muito claras de modo que fique claro, também, para o professor e o aluno, quais são as habilidades que devem ser desenvolvidas nestas aulas (van den Berg, 1997). Impõe-se, pois que as aulas laboratoriais sejam classificadas de acordo com os

objectivos que se pretendem para não haver uma miscelânea heterogênea que acabe distorcendo o propósito das aulas laboratoriais. De acordo com van den Berg (1997) existem três tipos de laboratórios, nomeadamente:

- *Laboratórios sobre os conceitos;*
- *Laboratórios sobre os processos;*
- *Laboratórios sobre as habilidades.*

Abaixo faz-se uma descrição resumida destes tipos de laboratórios.

Laboratórios sobre conceitos

Os laboratórios sobre os conceitos requerem uma cuidadosa concepção de interacção entre os alunos e as experiências para que haja lugar a uma correcção e refinamento dos conceitos dos estudantes. Estes laboratórios dão suporte às teorias e conceitos tratados nas aulas de Física, pois com a visualização e experimentação estabelece-se uma ligação entre o modelo do aluno com a realidade, permitindo-lhe uma melhor compreensão dos conceitos.

Laboratórios sobre processos

Os laboratórios sobre os processos requerem experiências laboratoriais de certo modo abertas para que os alunos tomem as suas próprias decisões com relação a vários passos a serem dados durante o processo de experimentação. Estes laboratórios são também conhecidos por laboratórios de pesquisa, pois realizando-os os alunos engajam-se no processo de formular perguntas de pesquisa, de conceitualizar ideias, de desenhar experiências, de interpretar os dados e de tirar conclusões.

Laboratórios sobre habilidades

Os laboratórios sobre habilidades são frequente e altamente estruturados e requerem técnicas desenhadas para ajudar os alunos a modelar e a reforçar habilidades psicomotoras específicas. São também conhecidos por laboratórios de instrumentos uma vez que lidam com o manuseamento destes. Os alunos aprendem várias técnicas e a fazer medições.

Embora se reconheça a importância dos laboratórios na aprendizagem de alguns conceitos, leis e teorias, estes objectivos nem sempre são alcançados (van den Berg, 1997). Para além disto, os laboratórios são caros, a manutenção do equipamento é cara, exigem muito tempo de preparação antes da realização e para a verificação dos relatórios dos alunos, o equipamento é susceptível de se partir durante a realização das experiências e, os alunos podem ferir-se

durante a realização das experiências. Contudo, o pesquisador tem esperança de que usando os programas de simulação dos computadores, laboratórios virtuais, estes problemas podem ser minimizados.

Portanto, há uma necessidade de se definir claramente os objectivos das aulas laboratoriais para um enquadramento adequado dos tópicos nos diversos tipos de laboratório.

E numa situação em que as aulas laboratoriais não possam ser conduzidas, é necessário que novas abordagens sejam tomadas para uma aprendizagem efectiva da Física.

2.3 Aprendizagem centrada no aluno e estratégias de aprendizagem

As dificuldades que se verificam na aprendizagem da Física e as mudanças que ocorrem na sociedade levam a que se tenha que identificar novas abordagens de ensino e aprendizagem para se fazer face às novas exigências. No sistema educacional, as mudanças que se operam referem-se não apenas ao que deve ser aprendido, mas também a pergunta sobre como é que se deve aprender e também sobre quando e onde aprender (Brummelhuis & Plomp, 1999). Portanto, é necessário que se pense na introdução de novas abordagens no ensino que possam responder a estas novas exigências para garantir que haja uma aprendizagem efectiva. A aprendizagem centrada no aluno é uma abordagem na qual os alunos trabalham em grupos e/ou individualmente para explorar os problemas e tornarem-se trabalhadores com conhecimento activo do que recipientes passivos de conhecimento (Harmon & Hirumi, 1996).

De facto, numa ACA o papel tanto do professor como do aluno muda. O aluno passa a ser mais activo na busca do seu conhecimento, construindo o seu próprio conhecimento através da exploração, da discussão e da cooperação com colegas. Diferentemente do que acontece no ensino tradicional (corrente) em que todas as actividades relacionadas com a aprendizagem estão sob responsabilidade do professor, se a aprendizagem se tornar mais orientada para o aluno, estas actividades passam para a sua própria responsabilidade, tornando-o mais activo na construção do seu próprio conhecimento (Brummelhuis & Plomp, 2001).

Uma abordagem que caracteriza perfeitamente esta visão sobre a aprendizagem é o construtivismo. Esta é uma abordagem que, segundo Brummelhuis e Plomp (2001), caracteriza a aprendizagem como um processo activo de aquisição do conhecimento como actividade social, isto é, de interacção com outros colegas e não apenas individual e, não está ligada a um conteúdo e contexto específicos necessários, pois para a transferência do

conhecimento e das habilidades é necessário variar as situações e o contexto. Para Harmon e Hirumi (1996) os alunos tornam-se orientadores e mentores, ajudando-se mutuamente no acesso, na interpretação, na organização e transferência do conhecimento para resolver problemas autênticos, enquanto ganham experiências não apenas no contexto da sua área de estudo, mas também na aprendizagem.

O construtivismo é constituído por dois princípios básicos, nomeadamente, o psicológico e o epistemológico, ambos enfatizando que o conhecimento não pode ser separado do conhecimento da disciplina (Mutimucuo, 1998). O princípio psicológico, segundo Mutimucuo (1998), estabelece que o conhecimento não é recebido passivamente, mas sim construído de forma activa. O mesmo autor refere que o princípio epistemológico é adaptativo e permite que o aluno construa explicações viáveis das suas experiências.

Assim, o aluno aprende como aprender através da descoberta, da pesquisa e da solução de problemas. A figura abaixo mostra o modelo no qual o aluno passa a desempenhar um papel mais activo na sua própria aprendizagem.

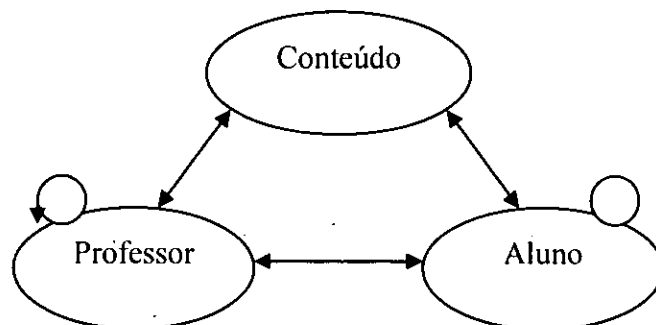


Figura 1: Processo de aprendizagem baseada numa abordagem de ACA (van de Vrie, 2004).

Neste modelo o professor e o aluno procuram o conteúdo da aprendizagem, o aluno explora-o e discute com os colegas, podendo procurar o professor para certos esclarecimentos. Portanto, desta maneira fica garantida uma aprendizagem independente, individualizada e cooperativa. O professor dá retroalimentação aos alunos, monitora a aprendizagem destes, controla o trabalho deles e partilha as suas experiências com os seus colegas de profissão.

Na secção seguinte pode-se ver como o uso das TIC's pode sustentar a provisão de aulas interactivas e mais flexíveis, estimulando a abordagem centrada no aluno numa visão construtivista.

2.4 Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino das ciências

O uso de *Softwares* educacionais no ensino das ciências pode ser útil na minimização dos problemas que surgem devido a não realização de aulas laboratoriais e das abordagens em prática actualmente (Janssen Reinen & Plomp, 1996).

Para o pesquisador a introdução das TIC's no ensino das ciências poderá facilitar a compreensão dos conceitos por parte dos alunos, reduzir o contacto professor - aluno, conferindo a este um papel mais activo e, tornando o ensino mais eficaz e mais efectivo. O professor poderá deixar de ser o centro das atenções, assumindo o papel de agente facilitador da aprendizagem.

Usar as TIC's como laboratórios virtuais significa usá-las como ferramentas para o ensino e aprendizagem e não apenas como um instrumento para aprendizagem de habilidades em *Softwares* aplicativos como o *Microsoft Word, Powerpoint, etc.*

Mas a integração das TIC's no ensino das ciências, como em qualquer outra área, deve ser gradual e integrada. Com relação a este aspecto Voogt (in press) advoga a integração das TIC's em disciplinas já existentes e não uma inclusão separada no currículo escolar. Ainda de acordo com o mesmo autor, esta abordagem foi adoptada pela Inglaterra e o País de Gales de tal modo que nos seus currículos nacionais os objectivos da aprendizagem em computadores foram completamente integrados em disciplinas já existentes. A ênfase foi dada numa abordagem instrumental focalizando a aprendizagem com o computador (Janssen Reinen & Plomp, 1996). Ainda de acordo com os mesmos autores as TIC's foram vistas como uma ferramenta bastante útil na aprendizagem relacionada com as tarefas, pois contribuem para o aumento do ensino e aprendizagem e têm o potencial de aumentar o âmbito de aprendizagem aos alunos, quando usadas de uma forma apropriada.

De acordo com Voogt (in press) a integração das TIC's no ensino e aprendizagem obedece a três fases de difusão, nomeadamente (i) a fase da substituição, (ii) a fase da transição e (iii) a fase da transformação. A fig.2 mostra as três fases de integração das TIC's.

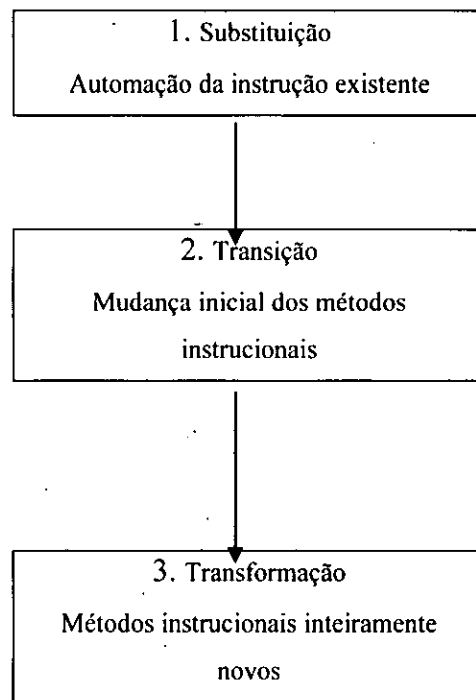


Figura 2: Fases da difusão das tecnologias no currículo (Voogt, in press).

Abaixo faz-se um breve comentário sobre estas fases.

Fase da substituição

Este estágio consiste na automação de partes do processo de instrução pelas aplicações das TIC's. Faz-se, durante este estágio, a reposição das tarefas do professor com o objectivo específico de tornar a educação mais efectiva ou providenciar mais possibilidades de individualização educacional. No presente trabalho isto é feito através da integração do computador no ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente continua. Produziu-se um protótipo usado como guião de aulas e adoptou-se o pacote Crocodile-Clips que permite visualizar e simular experiências.

Fase da transição

Neste estágio exige-se, para além do que se passa no primeiro estágio, a mudança do conteúdo e das práticas instrucionais. Aqui estrutura-se o processo de ensino e os próprios alunos estruturam continuamente os seus processos de aprendizagem. No presente trabalho isto é feito através da adopção duma abordagem de ACA em harmonia com a visão construtivista. Portanto, dá-se a mudança dos papéis tanto do professor bem como do aluno, pois este passa a ser mais activo na busca do conhecimento.

Fase da transformação

No estágio da transformação mudam-se, não somente as práticas instrucionais e os conteúdos, mas também a justificação educacional evocada anteriormente. Nesta fase, o aluno envolve-se mais na organização da sua própria aprendizagem, construindo o seu próprio conhecimento através da realização de maior parte das actividades anteriormente realizadas pelo professor.

Como foi referido na secção 2.3 o estudo usa uma abordagem de aprendizagem centrada no aluno e as TIC's estimulam esta abordagem e facilitam a realização e implementação das pedagogias emergentes.

Para Voogt (in press) o espectro duma abordagem pedagógica que se espera ser mais dominante numa sociedade de informação versus sociedade industrial em que a abordagem pedagógica se adequa perfeitamente, pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2: Visão geral da pedagogia numa sociedade industrial versus sociedade de informação (Voogt & Odenthal, 1997; Wijnen et al., 1999)

Aspecto	Menos ("Pedagogia tradicional")	Mais ("Pedagogia emergente" para uma Sociedade de informação)
Activo	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Actividades prescritas pelo professor<input type="checkbox"/> Aula dirigida a toda turma<input type="checkbox"/> Pequena variação das actividades<input type="checkbox"/> Velocidade determinada pelo programa	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Actividades determinadas pelos alunos<input type="checkbox"/> Pequenos grupos<input type="checkbox"/> Muitas actividades diferentes<input type="checkbox"/> Velocidade determinada pelo aluno
Colaborativo	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Individual<input type="checkbox"/> Grupos homogéneos<input type="checkbox"/> Cada um por si	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Trabalho em equipa<input type="checkbox"/> Grupos heterogéneos<input type="checkbox"/> Ajuda mútua
Criativo	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Aprendizagem reprodutiva<input type="checkbox"/> Aplicação de soluções conhecidas aos problemas	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Aprendizagem produtiva<input type="checkbox"/> Procura novas soluções para os problemas
Interactivo	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Não há ligação entre teoria e prática<input type="checkbox"/> Disciplinas separadas<input type="checkbox"/> Baseada na disciplina<input type="checkbox"/> Professores individualmente	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Ligação entre teoria e prática<input type="checkbox"/> Interdisciplinaridade<input type="checkbox"/> Temático<input type="checkbox"/> Professores em equipa
Avaliativo	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Direcção ao professor<input type="checkbox"/> Sumativa	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Direcção ao aluno<input type="checkbox"/> Diagnóstico

Os termos “menos” e “mais” patentes na tabela mostram que a educação hoje em dia procura um novo equilíbrio entre a pedagogia “tradicional” e a “emergente”. A tabela mostra a relação existente entre as características de uma abordagem tradicional, centrada no professor, e as características de uma abordagem emergente, centrada no aluno, na qual este assume um papel mais activo como resultado das possibilidades oferecidas pelas TIC’s. A última coluna corresponde às características duma abordagem de ACA, adoptada pelo pesquisador.

Portanto, acredita-se que as TIC’s podem facilitar a realização e implementação da pedagogia emergente, uma vez que ela oferece mais possibilidades aos alunos para explorarem o conhecimento de forma autónoma e colaborativa. A contribuição das TIC’s no processo de ensino aprendizagem é bem reflectida na lista das capacidades das TIC’s sobre o aumento da aprendizagem que a seguir se apresenta (Voogt, in press):

- *Centralizando o currículo em torno de problemas autênticos paralelos aos que se apresentam no mundo real;*
- *Envolvendo estudantes em comunidades virtuais práticas, usando ferramentas avançadas similares às altas tecnologias actuais;*
- *Facilitando inquéritos guiados e de reflexão através de projectos que inculquem conceitos sofisticados e habilidades e gerar produtos complexos;*
- *Utilizando a modelação e a visualização como meios poderosos para o estabelecimento da ponte entre a experiência e a abstracção;*
- *Aumentando a construção colaborativa do significado por meio de diferentes perspectivas na partilha de experiências;*
- *Incluindo estudantes como parceiros no desenvolvimento da aprendizagem das experiências e geração do conhecimento;*
- *Forçando o sucesso para todos estudantes por meio de medidas especiais para apoiar os que porventura tenham alguma deficiência;*

Estas capacidades apresentadas reflectem uma psicopedagogia construtivista e podem ser bem estimuladas pela ACA. O presente trabalho focaliza as suas atenções nos últimos quatro pontos da lista destas capacidades das TIC’s. Pois, acredita-se que a implementação de uma abordagem construtivista, bem como o uso das simulações e de laboratórios baseados em computadores motivaria tanto o professor bem como o aluno.

Todavia, para as condições actuais do nosso país, em particular na ESJM e de acordo com a experiência do investigador e sustentado por Brummelhuis e Plomp (2001) o uso das TIC’s com o objectivo de substituir as actuais abordagens poderia ser fatal. Portanto, sugere-se que não haja uma substituição total das actuais abordagens pelas emergentes, mas sim uma

combinação de modo a estabelecer-se um equilíbrio entre o professor como principal fonte de conhecimento e o aluno como um procurador activo do conhecimento (UNESCO, s.d.). Pois, em certos momentos o professor dá o conhecimento ao aluno e este tem que confiar no professor e crer nele. Noutras ocasiões o professor cria condições favoráveis que levem o aluno a criar o seu próprio conhecimento (UNESCO, s.d.).

2.5 Algumas aplicações típicas desenhadas para a Educação

De acordo com Voogt (2004) as aplicações típicas das Tecnologias de Informação e Comunicação desenhadas para educação são: *Drill and Practice*, *Tutoriais (Tutorials)*, *Simulações*, *Multimedia*, *Laboratórios Baseados em Microcomputadores* e *WebQuest* (<http://www.lesley.edu/faculty/myoder/webquest.pdf>).

- As *Drill and Practice* e *Tutoriais* pertencem a uma categoria que serve como assistente aos professores, realizando suas tarefas. O *Software* muitas vezes facilita a providência de uma retroalimentação aos alunos e determina o seu desempenho. Os *Softwares* de *Drill and Practice* permitem uma individualização da instrução e são usados para a automação de conhecimentos práticos básicos e das habilidades;
- O *Tutorial* pode ser usado para a aprendizagem de conteúdos educacionais novos;
- As *Simulações* são representações de parte da realidade. Ao manipular variáveis nestas representações e estudando os efeitos, os estudantes podem ganhar a compreensão da realidade. Elas ajudam a visualização de conceitos abstractos, servindo de ponte entre a realidade e o modelo mental dos estudantes sobre a realidade. Com os sistemas de modelação os estudantes constróem o seu próprio modelo de parte da realidade e assim ganham compreensões de relações complexas;
- As *Multimedia* oferecem a possibilidade de estudar partes da realidade apresentando ilustrações do mundo real prático que pode ser discutido e estudado sob várias perspectivas. Normalmente, estas combinam segmentos de vídeo, áudio e, comentários de textos juntamente com facilidades de acessos aleatórios e *Hyperlinks* e dessa maneira criar um ambiente aberto de aprendizagem centrada no aluno;
- Os *Laboratórios Baseados em Microcomputadores* dão um ambiente educacional das ciências. O computador é usado como ferramenta para os trabalhos laboratoriais do aluno. Com a ajuda deles é possível a colecta de dados em tempo real e, torna-se mais fácil repetir as experiências, medir diferentes variáveis ao mesmo tempo, usar oscilações temporais muito curtas ou longas, analisar dados e representá-los

graficamente. Em vez de perder o tempo instrucional em colectar os dados, o computador pode analisar e interpretar os dados;

- O *Webquest* é uma abordagem sistemática de como preparar lições através de *sítios* na Internet. O *Webquest* refere-se a lições nas quais a maioria da informação vem de fontes de Internet.

Estas são algumas das aplicações que podem ser usadas no ensino e aprendizagem. Para o presente estudo foram adoptadas as *Simulações* por serem aquelas que mais oferecem maiores possibilidades para uma abordagem centrada no aluno.

A secção seguinte procura mostrar as vantagens que a integração das mesmas traria para o ensino e aprendizagem da Física e, descreve também, o Software educacional escolhido para o presente estudo.

2.6 Tecnologias de Informação e Comunicação e a aprendizagem da Física

De um modo geral, as sociedades estão a sair da sociedade industrial para uma sociedade de informação uma vez que as TIC's penetraram em todos os sectores da sociedade (Brummelhuis & Plomp, 2001). Estas mudanças resultam em novas exigências para as pessoas. Por isso, elas precisam estar preparadas para responder a estes novos desafios de forma eficiente e eficaz.

Moçambique é um país que está lutando pelo seu desenvolvimento a todos os níveis. Sendo, por isso, importante que ele vá ajustando as suas necessidades ao que está acontecendo pelo mundo fora. Assim, torna-se necessário que as nossas necessidades na educação sejam ajustadas às novas exigências emergentes na sociedade, uma vez que os ambientes de aprendizagem estão também a ser afectados por estas mudanças. Hoje em dia, já se reconhece que as TIC's podem providenciar formas mais apropriadas para uma aprendizagem individualizada e flexível para determinadas necessidades específicas e que vão de encontro com as necessidades duma aprendizagem ao longo da vida (Brummelhuis & Plomp, 2001).

Como foi referido na secção 2.3 o estudo usa uma abordagem de aprendizagem centrada no aluno e as TIC's estimulam esta abordagem e facilitam a realização e implementação das pedagogias emergentes.

O papel das TIC's na educação tem-se tornado progressivamente importante como meio de comunicação e ajuda no processo de ensino e aprendizagem por causa das constantes mudanças que se operam na nossa sociedade. Para os objectivos educacionais existem já

muitas metodologias tais como os livros, leccionação, tutoriais e por aí em diante. Para este estudo foi seleccionada a abordagem da aprendizagem centrada no aluno com o objectivo de ajudar os alunos a aprender CECC de forma eficaz através da compreensão de conceitos abstractos. Como as TIC's podem facilitar a implementação desta abordagem na aprendizagem da Física e preencher a lacuna deixada pelas aulas laboratoriais, algumas ferramentas destas serão usadas com o propósito de encontrar estratégias da sua implementação no ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua.

No contexto deste estudo, no qual se explora a contribuição que as TIC's podem dar na aprendizagem de conceitos mais abstractos tais como os circuitos eléctricos de corrente contínua, promovendo a abordagem de ACA, foram escolhidas as simulações.

Simulações

Apesar de existirem muitas ferramentas das TIC's para a aprendizagem da Física o estudo opta pelas simulações não somente pela sua importância, mas também pela exiguidade do tempo para experimentar outras ferramentas. As simulações são conhecidas como aquelas ferramentas que aumentam a segurança, providenciam experiências não prontamente disponíveis na realidade, tornam eventos raros mais comuns, controlam a complexidade da situação da aprendizagem para benefícios instrucionais e poupam dinheiro, portanto são eficientes (Alessi & Trollip, 2001).

De acordo com Alessi e Trollip (2001) as simulações são tidas como as técnicas mais interessantes e motivadoras do que outras metodologias. O propósito das simulações educacionais é de ajudar os alunos a construir o seu próprio modelo mental dos fenómenos ou procedimentos e providenciar-lhes oportunidades para explorar, praticar, testar e melhorar aqueles modelos de forma segura e eficiente. Ainda de acordo com Alessi e Trollip (2001) as simulações podem dividir-se em dois grupos, dependendo do objectivo educacional que pode ser o de ensinar o conteúdo ou as habilidades. O grupo do conteúdo pode ser subdividido em simulações físicas e iterativas enquanto o grupo das habilidades pode ser subdividido em simulações de procedimentos e situacionais.

Simulações físicas

Existem muitos exemplos de simulações físicas. Os laboratórios do futuro (*Future Lab*) (LF) são um exemplo. Nestas simulações, a pessoa pode construir circuitos eléctricos. As actividades têm lugar ao mesmo tempo tal como aconteceria nos laboratórios reais de electrónica ou engenharia. Os LF são mais seguros e menos caros que os laboratórios reais.

Simulações iterativas

Nas simulações iterativas os alunos realizam experiências tantas vezes quantas quiserem, seleccionando os valores para vários parâmetros no início da experiência, observando os fenómenos que ocorrem sem intervir, interpretando os dados, e repetir a experiência com novos valores para os parâmetros.

Simulações de procedimentos

As simulações de procedimentos oferecem uma sequência de acções para a realização de determinados objectivos. Tipicamente, eles contêm objectos físicos simulados, pois a performance dos alunos deve imitar os procedimentos reais para a sua operação ou manipulação. A principal diferença entre as simulações físicas e de procedimentos é que nestas, a simulação de vários objectos físicos é necessária para ir de encontro com as exigências dos procedimentos, enquanto nas simulações físicas os próprios objectos são o foco da instrução. Um exemplo das simulações de procedimentos é o *BioLab Frog* que permite ao aluno dissecar o sapo e realizar outras experiências sem, no entanto, matar o animal.

Simulações situacionais

As simulações situacionais estão relacionadas com o comportamento e atitudes das pessoas ou organizações em diferentes situações. De acordo com Alessi e Trollip (2001) o campo mais popular das simulações situacionais está no negócio educacional, incluindo o marketing, negociação de contratos, relações dos empregados e interacção com outros negócios.

Existem muitas companhias que produzem pacotes de simulações nas TIC's. Uma delas é a da *Crocodile Clips* (CC) que oferece pacotes para Matemática, Química, Biologia, Física e TIC's. O *Crocodile Clips for Physics* (CCP) é um programa de simulação física pertencente a CC e permite ao utente modelar experiências na janela (*screen*). Por isso, há um largo âmbito de

componentes para montar simulações cobrindo Electricidade, Óptica, Oscilações, Força e Movimento e, Ondas.

Os professores têm a liberdade de realizar experiências na forma que lhes convém. O *CCP* permite aos alunos explorarem a disciplina mais profundamente. Por exemplo, os alunos podem criar circuitos apenas por usar o *rato* para arrastar componentes para a janela (*screen*), e ligá-los por meio duma linha.

O *CCP* é um pacote educacional interessante para a aprendizagem dos alunos porque eles engajam-se na realização de experiências em vez de ler ou ouvir acerca de experiências (<http://www.crocodile-clips.com>). O *CCP* permite praticar, por exemplo, a criação de circuitos, dando também oportunidades para fazer várias combinações. Desta maneira, os alunos podem construir o seu próprio conhecimento através da descoberta de novas coisas e treinar a fazer conclusões. Por todas estas razões, o *CCP* 3^a Edição Elementar é o pacote seleccionado para se levar a cabo o estudo nos tópicos de circuitos eléctricos e lei de Ohm seleccionados para este estudo.

2.7 Significado dos resultados da revisão bibliográfica

Da revisão da literatura pode-se concluir que as Tecnologias de Informação e Comunicação podem ser bastante valiosas para a aprendizagem efectiva da Física, uma vez que elas estimulam a aprendizagem centrada no aluno. Esta abordagem promove a individualização da aprendizagem, a cooperação entre os alunos, a construção do novo conhecimento, o espírito de trabalho em equipa e o melhoramento das relações sociais entre eles uma vez que a aprendizagem envolve a troca de ideais, a discussão e a colaboração entre os alunos. Estas características adequam-se perfeitamente às aulas a serem desenhadas, integrando o uso das TIC's, pois para além de se pretender que ocupem o lugar deixado vago pelas aulas laboratoriais, úteis para a compreensão dos conceitos, finalidade fundamental deste trabalho, também dão azo a que os alunos desenvolvam as suas capacidades de pesquisa e de interacção com os instrumentos.

As aulas desenhadas para esta intervenção têm a característica de serem materiais instrucionais a serem usados tanto pelo professor assim como pelo aluno. Na exploração dos diferentes cenários na sala de aulas deseja-se que o professor intervenha muito pouco. Que o professor intervenha somente para a clarificação de determinados aspectos necessários para que os alunos trabalhem independentemente, aos pares e/ou individualmente. O pacote informático escolhido, o *Crocodile Clips for Physics*, e as fichas de trabalho desenhadas permitem que o aluno trabalhe independente e individualmente ou aos pares sem precisar

estar em permanente contacto com o professor. As simulações, tal como foi referido na secção 2.6 ajudam o aluno a construir o seu próprio modelo mental sobre o fenómeno ou procedimentos e dão-lhe oportunidades para explorar, praticar, testar e melhorar os seus modelos de uma forma segura e eficaz. Isto assenta perfeitamente numa visão construtivista que segundo Thijs (1999) os alunos constróem activamente o significado através da interacção com o seu conhecimento prévio e ideias dos colegas e do professor. Os alunos interagem com outros para fazer sentido as experiências e fenómenos e assim vão reflectindo e reconceitualizando as estruturas do seu conhecimento. Desta maneira, a aprendizagem é percebida como um processo social no qual a interacção com outros colegas é de capital importância. Para verificar como é que as TIC's podem ser integradas na aprendizagem da CECC foi produzido um protótipo, isto é, um guião de aulas, o pacote *CCP* adaptado e a abordagem da aprendizagem centrada no aluno em linha com a visão construtivista que foi sistematicamente explorado e formativamente avaliado com vista a introduzir os necessários melhoramentos.

O capítulo que se segue apresenta a metodologia do estudo, fazendo referência ao tipo de pesquisa, o processo de desenvolvimento do protótipo, acompanhado de uma avaliação sistemática visando a introdução dos necessários ajustes.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

3.1 Introdução

A metodologia é o processo através do qual se faz a recolha de dados (Keppel & Zedeck, 1989). Por conseguinte, este capítulo apresenta todas as actividades levadas a cabo para a recolha de dados que permitiram dar resposta às perguntas de pesquisa formuladas. Porém, é importante compreender primeiro que tipo de pesquisa foi usado para melhor se compreender a razão que ditou a escolha dos métodos de recolha de dados para este estudo. Por isso, a secção seguinte dedica-se ao tipo de pesquisa adoptado neste estudo.

3.2 Tipo de pesquisa

O objectivo deste estudo é investigar de que maneira as TIC's podem contribuir para a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua (CECC). É nesta perspectiva que a pesquisa faz uma abordagem predominantemente qualitativa com a finalidade de obter informações sobre as opiniões, as percepções, as atitudes e as perspectivas da sua população alvo no que concerne às abordagens de ensino e aprendizagem. Este estudo é de carácter exploratório, pois pretende-se satisfazer a curiosidade quanto ao uso das TIC's na aprendizagem de CECC e testar ideias sobre novas abordagens para o ensino e aprendizagem da Física em geral (Keppel & Zedeck, 1989). Neste contexto, optou-se por uma pesquisa de tipo *development research*, na qual fez-se uma intervenção através da abordagem de uma aprendizagem baseada no computador, introduzindo-se novas estratégias de ensino e aprendizagem, com adopção e adaptação de um pacote informático apropriado (*Crocodile-Clips for Physics*), concepção e desenvolvimento dum guião de aulas com características de uma ficha de trabalho, usado durante as aulas.

Sobre a pesquisa de tipo *development research* Wang (2001) dá uma definição funcional especificando-a em dois principais propósitos:

1. Ajudar o desenvolvimento dos protótipos (melhorar o produto);
2. Gerar direcções metodológicas para o desenho e avaliação de tais protótipos (crescimento do conhecimento).

Para Plomp (2003) uma pesquisa de tipo *development research* tem como objectivo construir protótipos que progressivamente vão ao encontro das aspirações e exigências das inovações.

Este processo de desenvolvimento é muitas vezes cíclico ou espiral incluindo as seguintes fases: Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação.

No presente estudo, estas fases consistiram no seguinte:

Na fase da análise fez-se o estudo do problema e a revisão da literatura em diferentes tópicos relacionados com as TIC's no ensino e aprendizagem das ciências e da Física em particular, com o objectivo de identificar algumas características e estratégias de ensino e aprendizagem numa abordagem de aprendizagem centrada no aluno e um quadro teórico que possibilitasse a realização deste estudo com sucesso.

Na fase do desenho foram seleccionados os tópicos (circuitos eléctricos, associações em série e em paralelo e lei de Ohm) das aulas, foi concebido o guião de aulas (fichas de trabalho), isto é, determinadas as características do guião e seleccionado o pacote informático (*Crocodile-Clips for Physics*), ou seja, foi concebido o protótipo.

Na fase de desenvolvimento foi produzido o guião de aulas constituído pelas fichas de trabalho para as três aulas programadas e adaptado o pacote informático, seleccionado na fase de desenho, em função dos objectivos de cada aula. O pacote, originariamente na versão Inglesa, foi traduzido para Português. Portanto, foi produzida a versão inicial do protótipo que, antes de testada no terreno, foi avaliada pelos peritos de avaliação.

Na fase de implementação foi testado o protótipo produzido. Dois ciclos foram necessários para a testagem deste protótipo.

Durante as fases de desenvolvimento e de implementação foi sendo feita uma avaliação formativa através de observações, entrevistas e análise das fichas de trabalho para que fossem verificados os aspectos da validade, da praticabilidade e da eficácia do protótipo. Para tal, foram convidados três peritos de avaliação (PA), nomeadamente um de TIC's, outro de Física e um outro de didáctica que coincidentemente é também das TIC's. Ainda com o mesmo objectivo, dois alunos foram também convidados a fazer parte desta avaliação.

Este processo conduziu a um processo cíclico de desenvolvimento e testagem do protótipo uma vez que foi necessário que se retornasse às fases de desenvolvimento, implementação e avaliação para se introduzir os melhoramentos ditados pela avaliação formativa feita.

Este processo está de certa forma de acordo com a visão de Wang (2001) que caracteriza a pesquisa de tipo *development research* como um estudo sistemático de desenho, desenvolvimento e avaliação de programas instrucionais, processos e produtos que devem ir de encontro com os critérios de eficácia e de consistência interna.

Ainda de acordo com o mesmo autor distinguem-se dois tipos de *development research* :

1. *Pesquisa formativa*: as actividades de pesquisa são levadas a cabo durante o processo de desenvolvimento com o objectivo de otimizar a qualidade do produto bem como gerar e testar princípios de desenho;
2. *Estudos reconstrutivos*: as actividades de pesquisa decorrem às vezes durante, mas muitas vezes depois do processo de desenvolvimento para articular e especificar os princípios de desenho.

Este estudo baseou-se na pesquisa formativa com o objectivo de criar e melhorar a qualidade do protótipo como forma de encontrar estratégias de implementação das TIC's na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua. Portanto, não era pretensão do estudo obter um produto (protótipo) final pronto a ser usado, mas sim encontrar formas de como usar as TIC's na aprendizagem de CECC para se ir ao encontro das aspirações e exigências da situação actual com adopção das novas abordagens.

3.3 Desenvolvimento do protótipo

Concebido o protótipo na fase de desenho, era preciso que o mesmo fosse construído, isto é, produzido. O processo de produção do protótipo engloba três fases, nomeadamente: a fase de Desenho, na qual foi concebido o protótipo (Secção 3.2); a fase de Desenvolvimento, na qual foi produzido o protótipo, designado por protótipo 1, e avaliado pelos peritos de avaliação.

Os peritos, na presença do pesquisador, analisaram o guião de aulas (fichas de trabalho), fazendo comentários sobre os objectivos da aula, o conteúdo, a linguagem, a sequência das tarefas, o nível de exigência e o tempo disponível. Seguindo as instruções contidas nas fichas, ligaram o computador para medir não só a validade, a praticabilidade e a eficácia das fichas, mas também do próprio pacote. Como resultado desta avaliação, os peritos sugeriram que se reformulassem os objectivos, que se elevasse um pouco o nível de exigência das tarefas contidas na ficha e que fossem suprimidas as perguntas dentro do pacote uma vez que estavam também nas fichas. Os peritos analisaram também o guião de observações, o guião de entrevistas e o questionário sobre as atitudes em computadores com os mesmos propósitos.

De referir que esta avaliação teve lugar no gabinete do pesquisador. A figura 3 mostra um dos momentos da avaliação por um dos peritos.



Fig. 3: Um dos momentos de avaliação do protótipo por um dos peritos.

Os dois alunos convidados para esta avaliação, tal como aconteceu com os peritos acima referidos, fizeram a aula no gabinete do pesquisador. O pesquisador explicou em primeiro lugar os objectivos do trabalho que ia ser feito e como iriam trabalhar. A seguir explicou-lhes como deviam trabalhar com as fichas de trabalho e com o pacote informático. Depois os dois alunos trabalharam sozinhos. Enquanto os alunos resolviam as tarefas das fichas, o pesquisador fazia observações (Anexo 2) e no fim de cada uma das três aulas fazia entrevistas (Anexo 3) não somente para se informar sobre as suas percepções, ideias e sentimentos com relação a este tipo de aulas, mas também medir a validade, a praticabilidade e eficácia de todos os instrumentos. Antes da aula seguinte o pesquisador analisava as respostas dadas pelos alunos nas fichas. Não foi possível medir bem o tempo porque no gabinete havia mais pessoas e isso perturbava um pouco o ambiente ideal no qual pudessem estar apenas o pesquisador e os alunos. Terá sido esta uma das razões que fez com que os alunos não acabassem as tarefas das fichas.

Como resultado dessa avaliação, surgiu a versão 2, designada por protótipo 2 ; na fase de Implementação, foi testado o protótipo 2, durante o segundo ciclo. Depois desta testagem fez-se uma avaliação formativa através das observações, das entrevistas, da análise das fichas de trabalho e do questionário. Da avaliação feita, conclui-se que se devia retirar das fichas de trabalho as duas primeiras tarefas da lição nº 1, pois os alunos não tinham conseguido resolver

todas as tarefas da ficha. Quanto ao pacote informático já não foi preciso modificar-se nada. Surgiu assim a terceira versão do protótipo, designada por protótipo 3. Esta terceira versão do protótipo foi testada durante o terceiro ciclo. Também foram feitas observações, entrevistas e administrado o questionário. No fim dos dois ciclos de testagem fez-se uma avaliação de todo o processo através da análise de todos os dados recolhidos.

O protótipo (versão 2 e 3) serviu tanto para verificar a possibilidade de incorporar as TIC's na aprendizagem de CECC bem como para verificar se desta maneira a aprendizagem é efectiva. Embora o protótipo seja um produto não acabado ele possui todas as características dum produto ideal, tendo permitido, desse modo, que se recolhessem os dados necessários para a informação pretendida.

A figura 4 mostra os processos cíclicos durante as etapas de Desenho, Desenvolvimento e Implementação do protótipo.

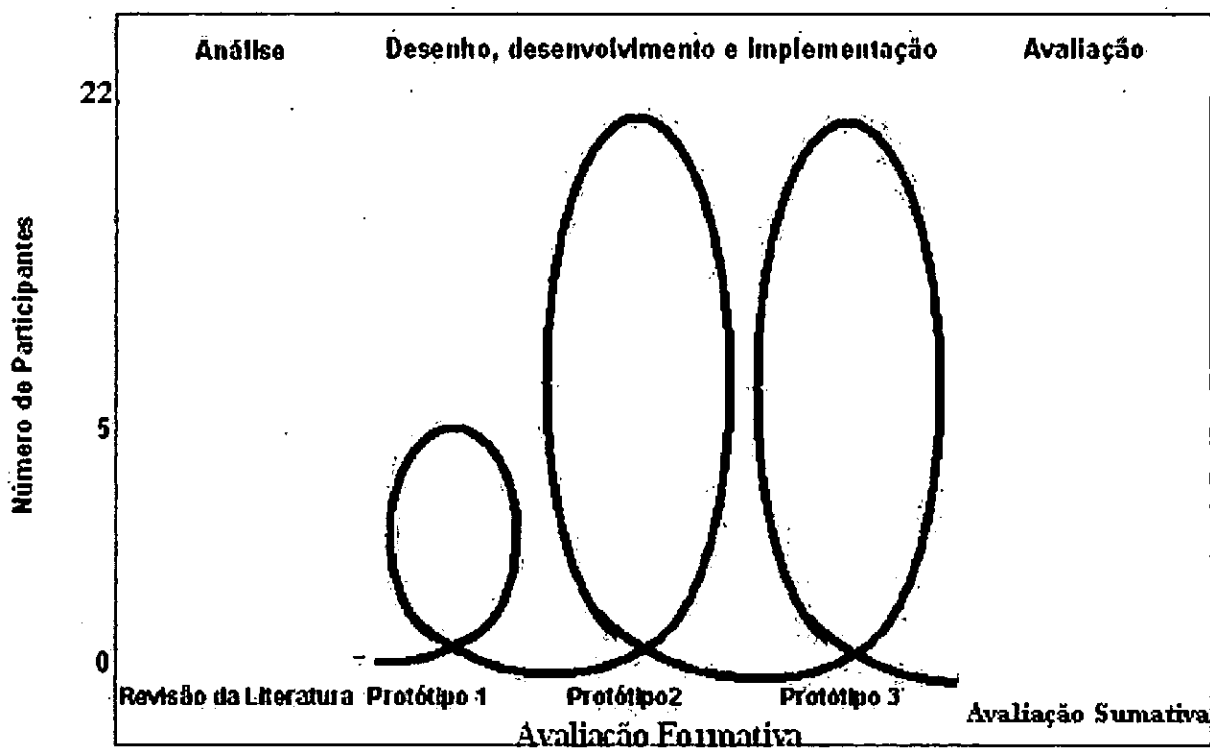


Fig. 4: Processos cíclicos (Adaptado de McKenney, 2002).

Processos cíclicos

De acordo com Thijs, (1999) o desenvolvimento de protótipos em diferentes estágios da pesquisa de tipo *development research* obedece aos critérios de validade, praticabilidade e eficácia.

Onde a validade refere-se ao nível para o qual o produto atingiu. Portanto, foi necessário garantir que o protótipo desenhado estivesse em conformidade com os anseios do pesquisador e dos alunos, através da medição daquilo que se esperava que medisse, nomeadamente, as opiniões, as percepções, as atitudes e as perspectivas dos mesmos (Mason, 1996).

A praticabilidade verifica-se quando o grupo alvo e outros avaliadores consideram o produto usável e quando são capazes de usá-lo, de maneira que seja largamente consistente com as intenções dos designers. Para que a validade, a praticabilidade e a eficácia fossem verificadas e garantidas, foram convidados três peritos de avaliação e mais dois alunos para que o protótipo fosse testado antes da implementação no terreno. Mas esta avaliação não terminou por aqui, pois em todos os estágios da pesquisa, os aspectos da validade, praticabilidade e eficácia foram sempre verificados através da avaliação formativa.

Quanto à eficácia, esta é atingida quando os resultados da intervenção são consistentes com os objectivos traçados. A análise dos dados das fichas de trabalho, das observações, das entrevistas e do questionário permitiu avaliar a eficácia destes instrumentos, antes, durante e depois da implementação.

A seguir são descritos os processos de desenvolvimento e avaliação do protótipo por ciclos.

Primeiro ciclo: Durante este ciclo fez-se o desenho e desenvolvimento do protótipo 1 que depois de avaliado pelos peritos de avaliação para verificar os aspectos de validade, praticabilidade e eficácia resultou o protótipo 2. O protótipo 1 foi desenhado com base nos problemas sobre o ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua, bem como na revisão da literatura sobre as estratégias de aprendizagem. Com vista a fazer-se uma avaliação e a consequente validação do protótipo, isto é, das fichas de trabalho (guião de aulas) e do próprio pacote informático, foram convidados três peritos de avaliação.

Algumas alterações no guião de aulas e no formato das aulas no écran foram efectuadas como resultado dos comentários dos peritos. Esta avaliação foi feita após a concepção e produção do protótipo 1, acompanhado da adaptação das aulas contidas no pacote informático e da respectiva tradução de Inglês para Português. Dois alunos foram também solicitados para se fazer a testagem do protótipo para verificar a sua praticabilidade e a sua eficácia.

O pesquisador fazia observações com o auxílio de um guião de observações (Anexo 2) para ver como os alunos trabalhavam, com que dificuldades se deparavam enquanto controlava o tempo. Os dois alunos participaram nas três aulas desenhadas e no fim de cada aula o pesquisador conversava com eles, entrevistando-os para saber quais eram os seus sentimentos e suas ideias sobre aquele tipo de aulas e também para ver se o guião de entrevistas (Anexo 3)

servia para os propósitos para os quais fora concebido. Tal como aconteceu com os resultados da avaliação feita pelos três peritos, os resultados desta testagem foram tomados em consideração para o material implementado na ESJM. A avaliação formativa durante a fase de desenvolvimento e antes da implementação teve um papel muito importante para a tomada de decisão quanto ao formato do protótipo testado na ESJM. Pois, ao prestar-se atenção na avaliação formativa desde o início do processo de desenvolvimento, tornou-se possível detectar imperfeições no protótipo, o que permitiu melhorar a qualidade deste material (Thijs, 1999).

Segundo ciclo: Neste ciclo, fez-se a implementação do protótipo 2 e uma avaliação formativa do mesmo, resultando no protótipo 3. Portanto, durante este ciclo tiveram lugar as fases de implementação, avaliação e desenvolvimento do protótipo. Na implementação deste protótipo, participaram 22 alunos e a avaliação formativa foi feita através de observações, entrevistas e análise das fichas de trabalho o que resultou na supressão da primeira e segunda tarefas correspondentes a ficha de trabalhos da primeira aula, dando lugar ao protótipo 3, embora do próprio pacote informático nada mais tenha sido alterado. A análise das observações, das entrevistas, das fichas e do questionário foi feita durante o intervalo entre o segundo e o terceiro ciclo.

Terceiro ciclo: Neste ciclo, fez-se a implementação do protótipo 3 e participaram nele 22 alunos. Foi feita também uma avaliação formativa por meio de observações e entrevistas. No fim do ciclo foi administrado o questionário sobre as atitudes em computadores. Portanto, durante este ciclo tiveram lugar as fases de implementação e da avaliação. Este ciclo teve lugar duas semanas depois do segundo ter tido lugar para permitir que se fizessem os necessários melhoramentos antes da sua implementação. No fim foi feita a avaliação de todo processo.

Como as actividades desenvolvidas já tinham permitido obter dados suficientes para responder a pergunta principal da pesquisa, já não foi necessário fazer-se nenhuma alteração nesta versão. Todavia, estas podem ser operadas em estudos futuros.

3.4 População e amostra

A população era constituída pelo universo dos alunos (800) da ESJM, segundo ciclo, secção de Ciências Naturais e Matemática, constituída pelas seguintes disciplinas: Física, Biologia,

Química, Matemática e Desenho. A amostra foi seleccionada por conveniência para se explorar as facilidades que o pesquisador tinha para conseguir o grupo sobre o qual incide o estudo (Gil, 1999). De salientar que se trata de uma amostra não probabilística, pois trata-se de uma pesquisa qualitativa.

No estudo, durante a testagem do protótipo na ESJM, tomaram parte 22 alunos da 11ª classe, secção de ciências com desenho. Estes são provenientes de uma turma de 55 alunos. Todos os alunos participantes no estudo foram voluntários.

Foram seleccionados aleatoriamente 10 alunos para serem entrevistados no fim de cada aula. Para a selecção dos entrevistados fez-se uma lista e foram seleccionados os primeiros 10 alunos com números ímpares. Destes 10 alunos, 5 foram entrevistados durante o segundo ciclo e os restantes 5 foram entrevistados durante o terceiro ciclo. Tal procedimento visava a verificação da convergência ou não das respostas dos alunos, como forma de garantir a fiabilidade. Estes podiam debruçar-se sobre o que aprenderam, o que gostaram ou não e quais foram as dificuldades encontradas. Fazer uma reflexão sobre a organização das aulas, da linguagem usada e da sequência das tarefas. Propôr ideias e estabelecer uma comparação entre estas aulas e as tradicionais (correntes). O guião de entrevistas (Anexo 3) foi elaborado durante a fase desenvolvimento e validado pelos peritos de avaliação e pelos dois alunos convidados, antes da implementação na ESJM.

Para não interferir no decurso normal das aulas, uma vez que eles tinham aulas durante o turno da manhã, o estudo decorria na sala de computadores de ESJM, no turno da tarde, das 15h às 16:30h, em dias alternados. Cada computador era ocupado por um par de alunos. O par era constituído por um aluno que tivesse noções de computadores e outro que não tivesse nenhuma noção. Isto foi feito para permitir que os que tinham já noções de computadores pudessem ajudar aqueles que ainda não as tinham. Todavia, houve dois pares de alunos que eram constituídos por alunos que nunca antes tinha trabalhado com computador. Esta foi uma situação accidental, mas útil na medida em que permitiu avaliar a prestação de alunos que ainda não possuem nenhuma habilidade em computadores.

3.5 Instrumentos

Os instrumentos usados para a recolha de dados foram os seguintes:

- As fichas de trabalho;
- Guião de observações;

- Guião de entrevistas;
- O questionário.

As fichas de trabalho (anexo 1) foram desenhadas de forma a estimular a abordagem centrada no aluno numa visão construtivista e em observância aos seis níveis da taxonomia de Bloom sobre os objectivos educacionais da aprendizagem, como é referido na subsecção 4.2.2. Através delas foi possível estimular uma aprendizagem mais efectiva e num nível de abstracção mais elevado por via das tarefas colocadas e, ver se realmente os alunos aprendiam ou não, tomando como base as respostas dadas por estes durante a realização daquelas tarefas. As respostas podiam ser dadas na própria ficha de trabalho ou numa outra folha de papel providenciada pelo professor (pesquisador). Estas fichas para além das tarefas tinham orientações de como os alunos deveriam proceder sem a intervenção do professor, salvo raras ocasiões para elucidar num e noutro aspecto, quando solicitado pelos alunos ou quando o professor constatasse a necessidade de clarificar algum aspecto.

As observações foram feitas com a ajuda de um guião de observações (anexo 2) que inclui alguns indicadores observáveis sobre um ensino efectivo, seleccionados da tabela de Perrot (1982), medidos pelo comportamento dos alunos com o objectivo de ajudar na recolha de dados que permitissem uma avaliação no que toca a aprendizagem de CECC com o apoio do computador. Adoptou-se a técnica de observação participativa na qual o observador participa de algum modo na actividade do aluno, mas sem perder o respectivo estatuto. Trata-se de uma técnica utilizada de preferência em aulas de Trabalhos Oficinais, Trabalhos Manuais, Educação Física ou em aulas em que o aluno se pode centrar mais facilmente num determinado trabalho, sem dependência directa da palavra do professor ou da acção deste (Estrela, 1986). O observador que neste caso é o professor e o pesquisador ao mesmo tempo só intervém no trabalho do aluno ocasionalmente, ajudando-o no esclarecimento deste ou daqueles aspectos.

A entrevista semi-estruturada (anexo 3), administrada a 10 alunos, 5 em cada ciclo, permitiu colher ideias e percepções dos alunos no que diz respeito a este tipo de aulas. A entrevista semi-estruturada aplica-se quando é necessário uma análise aprofundada de factos ou comportamento, e permite que o entrevistador possa intervir sempre que necessário, ou seja, quando o entrevistado se afasta do tema e/ou quando não aprofunda suficientemente (Bell, 1997). Este tipo de entrevistas tinha como objectivo permitir que o pesquisador não se

cingisse apenas nas perguntas já formuladas, mas em função das respostas que iam sendo dadas pudesse reformular as perguntas ou formular outras novas.

O questionário, adaptado do *Texas Center for Educational Technology* (<http://www.tcet.unt.edu/>) (anexo 4) tinha como objectivo obter dados sobre as atitudes, as percepções e opiniões dos alunos sobre a utilização das TIC's na aprendizagem da Física. Todas as questões eram fechadas, daí que a sua análise foi quantitativa, baseada na escala de Likert.

3.6 Procedimentos de recolha de dados

Para a recolha de dados foram ministradas três aulas e, foram utilizadas as três fichas de trabalho construídas (Anexo 1).

Durante as aulas eram feitas observações e no fim de cada aula 5 alunos eram submetidos a uma entrevista.

No fim de cada ciclo de aulas, todos os alunos eram submetidos a um questionário sobre as atitudes em computadores.

Portanto, os dados foram obtidos através de uma análise das respostas dadas pelos alunos quando respondiam as perguntas colocadas nas tarefas das fichas de trabalho, a partir das notas tomadas durante as observações, a partir das transcrições das gravações das entrevistas e a partir da análise do questionário.

3.7 Análise dos dados

Os dados recolhidos foram analisados de acordo com a fonte de recolha desses mesmos dados, a saber: as fichas de trabalho, as observações, as entrevistas e o questionário. As fichas de trabalho, as observações e entrevistas foram analisadas qualitativamente enquanto o questionário foi analisado quantitativamente.

Para a análise dos dados das fichas de trabalho foram tomados em consideração os seis níveis da taxonomia de Bloom para a aprendizagem (Perrot, 1982). Para as observações e entrevistas foi feita uma análise qualitativa baseada numa comparação constante das respostas dadas pelos alunos de modo a encontrar possíveis semelhanças e/ou diferenças para as mesmas perguntas colocadas (Dye, 2000). Para o questionário fez-se uma análise quantitativa, de acordo com a escala de Likert com vista a analisar a convergência ou divergência das percepções, sentimentos e opiniões dos alunos. A tabela 3 mostra, de forma resumida, as

actividades levadas a cabo para a recolha de dados que permitiram responder as perguntas de pesquisa.

Tabela 3. Actividades levadas a cabo para a recolha e análise de dados

Questões de pesquisa	Actividades	Instrumentos	Análise dos dados	Fases da pesquisa
1. Quais são as características duma ACA para a aprendizagem de CECC?	Revisão da literatura	Bibliografia	Análise qualitativa dos dados	Análise
2. Que estratégias podem ser identificadas para a integração das ferramentas das TIC's, estimulando à ACA?	<input type="checkbox"/> Desenho e desenvolvimento do protótipo <input type="checkbox"/> Testagem do protótipo <input type="checkbox"/> Avaliação formativa	<input type="checkbox"/> Fichas de trabalho <input type="checkbox"/> Guião das observações <input type="checkbox"/> Guião das entrevistas <input type="checkbox"/> Questionário	Análise qualitativa e quantitativa dos dados	Desenho, Desenvolvimento e Implementação
3. Qual é a extensão da contribuição da simulação computacional na aprendizagem de CECC?	<input type="checkbox"/> Revisão da literatura <input type="checkbox"/> Conclusões e recomendações	<input type="checkbox"/> Bibliografia <input type="checkbox"/> O próprio relatório da pesquisa		Avaliação

CAPÍTULO 4: DESENHO DO PROTÓTIPO

4.1 Introdução

Este capítulo apresenta o desenho do protótipo usado para experimentar algumas aulas baseadas no computador com o objectivo de verificar como é que elas podem facilitar o ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua, explorando a abordagem de aprendizagem centrada no aluno.

4.2 Concepção do protótipo na perspectiva duma ACA

Para que fosse levado a cabo um estudo seguro e que respondesse a pergunta principal de pesquisa, foi desenhado um protótipo em conformidade com os objectivos do estudo e dos resultados da revisão da literatura apresentados no capítulo 2. O protótipo destinava-se a uma intervenção para se avaliar a aprendizagem de CECC com base no computador. O protótipo é constituído pelo pacote informático e pelas três aulas (Anexo 1): a primeira sobre os *circuitos eléctricos*, a segunda sobre *tipos de associações: em série e em paralelo e lei de Ohm* e, a terceira sobre *circuitos eléctricos, tipos de associações e lei de Ohm: consolidação e noção de fusível e sua importância*. Para estas aulas foram concebidas fichas de trabalho, consistindo em tarefas a serem realizadas pelos alunos com a ajuda do computador, usando o *Crocodile-Clips for Physics (CCP)*. Quer dizer, desta maneira o processo de ensino e aprendizagem decorre de forma interrogativa, obrigando o aluno a procurar constantemente a resposta e/ou solução.

Com vista a desenhar aulas que pudessem servir de resposta à pergunta principal de pesquisa foram tomadas em consideração algumas teorias de aprendizagem que melhor permitam alcançar os objectivos de aprendizagem pretendidos. Como estas teorias devem permitir que os alunos desenvolvam capacidades de raciocínio elevadas, a teoria adoptada para este estudo é a teoria do construtivismo (veja a secção 2.3) em que o elemento chave consiste na mudança de papel tanto do professor como do aluno, isto é, a aprendizagem está centralizada no aluno. Portanto, a ACA baseada na teoria do construtivismo deu forma, neste estudo, às aulas desenhadas com relação ao conteúdo (escolha dum Software com as características da ACA), a didáctica (exploração do assunto com a ajuda das fichas de trabalho) e a organização (trabalho aos pares e independentes do professor). No protótipo desenhado, uma vez indicado

o tópico e traçados os objectivos da aula pretendida, com exemplos da vida real, o aluno, com a ajuda do computador explora o conteúdo, discute-o e pode servir-se do professor ou dos seus próprios colegas para o esclarecimento de certos aspectos. Cabe ao professor o papel de controlar, ajudar na selecção dos conteúdos e na organização do processo de aprendizagem tendo como base uma estratégia comunicativa¹ e artística², criando um ambiente propício enquanto interage também com seus colegas de profissão com vista a melhorar o seu desempenho (veja a secção 2.3).

O protótipo foi desenhado tendo em conta:

- O conteúdo;
- Os meios;
- A abordagem;
- A organização

4.2.1 Conteúdo

A concepção começa com a selecção dos tópicos (CECC) em volta dos quais decorrem as aulas e é seguida da escolha do pacote informático. O pacote informático foi escolhido tendo em conta os tópicos já previamente seleccionados. Estes foram seleccionados não somente por serem alguns daqueles nos quais os alunos demonstram muitas dificuldades para a compreensão dos conceitos neles encontrados, mas também em estrita observância ao programa de Física da 11ª classe.

O pacote escolhido foi o *Crocodile Clips for Physics* (CCP), um *Software* que para além de ser interactivo, flexível e adaptável permite a simulação e visualização dos conceitos relacionados com a Electricidade, Óptica, Força e Movimento, etc. (<http://www.crocodile-clips.com/crocodile/physics/index.htm>). Pertence à classe das *simulações iterativas* nas quais o aluno tem a possibilidade de repetir a experiência tantas quantas vezes for preciso. É um *Software* que pode muito bem servir como Laboratório Virtual. Neste programa os alunos podem construir circuitos eléctricos, bastando para isso arrastar os componentes da barra de menu que se encontra no topo do écran. O programa permite que os valores das correntes eléctricas, voltagens, potência, etc. sejam lidos nos circuitos. Portanto, providencia uma retroalimentação. Este permite ainda uma aprendizagem activa (Plomp & Voogt, 2001) e por isso o aluno pode:

¹ Estratégia ligada ao modelo deliberativo de Walker (1990) em que se assume que uma boa planificação e bom desenvolvimento resultam da interacção de todos os intervenientes no processo. ² Estratégia relacionada com o modelo artístico de Eisner (1985) em que o decisor (professor) comporta-se como um artista que baseado no seu conhecimento e experiência procura respostas para situações específicas, pois é uma visão ecléctica e adaptável.

- Ao construir o circuito eléctrico, fazer várias mudanças em conformidade com os seus objectivos e/ou as exigências da tarefa;
- Em caso de uma falha, reconstruir o seu circuito sem que isso acarrete custos adicionais, pois nada se danifica;
- Aprender mais em pouco tempo, pois podem construir muitos circuitos eléctricos em pouco tempo.

Na fig. 5 apresenta - se a janela de entrada do pacote CCP.

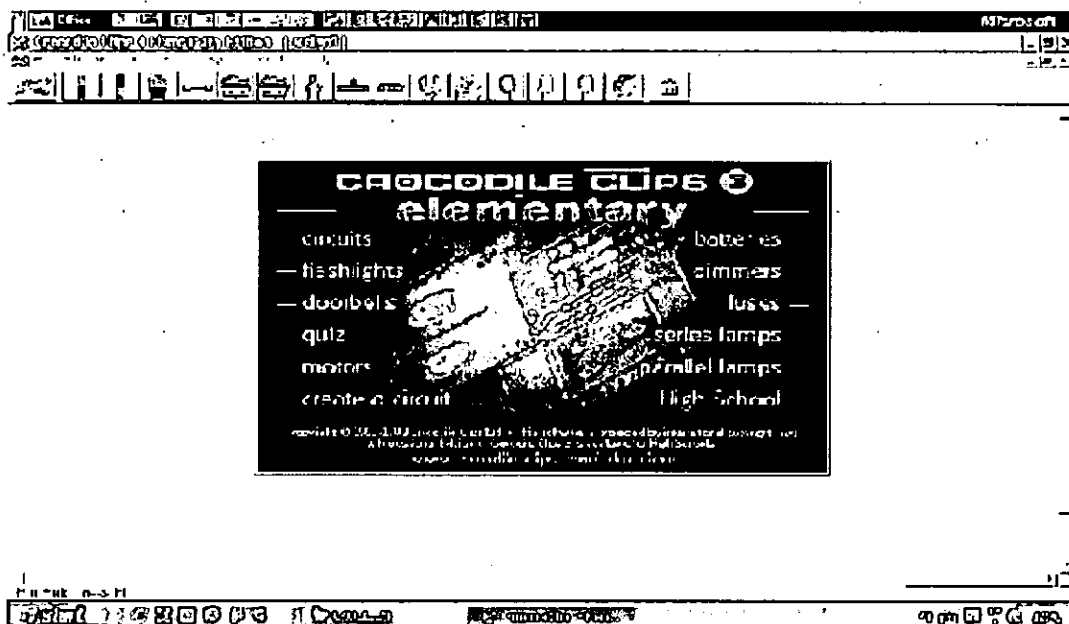


Figura 5: Janela do pacote CCP.

4.2.2 Meios

O guião de aulas (veja o anexo 1), contendo instruções de como usá-lo e tarefas para os alunos, foi desenhado de tal maneira a satisfazer a abordagem de aprendizagem centrada no aluno e em linha com a visão construtivista. As tarefas apresentadas procuram satisfazer os seis níveis da taxonomia de Bloom sobre os objectivos educacionais da aprendizagem e ajudam o aluno a explorar mais o conteúdo (Perrot, 1982). Os seis níveis referidos são: o conhecimento, a compreensão, a aplicação, a análise, a síntese e a avaliação. Esta taxonomia caracteriza a natureza e o nível de exigência das diferentes tarefas.

4.2.3 Abordagem

A independência, a exploração, a cooperação e a construção do conhecimento são elementos intrínsecos ao protótipo que de forma positiva influenciaram uma aprendizagem activa. Estes

elementos e a estrutura adoptada para o desenho das aulas (Secção 4.3.3) justificaram a adopção da abordagem da aprendizagem centrada no aluno e do construtivismo.

Alguns factores que se pensa poderem influenciar positivamente a aprendizagem e que, por conseguinte, nortearam o desenho das aulas e a adopção do pacote informático *Crocodile-Clips* são a visualização e a simulação, pois permitem o estabelecimento dum equilíbrio entre o modelo do aluno com a realidade. Mais ainda espera-se que a eficácia e flexibilidade do pacote resgatem a motivação e o interesse dos alunos.

4.2.4 Organização

As sessões foram organizadas de tal maneira que os alunos trabalhassem aos pares e com muito pouca intervenção do professor, isto é, eram independentes. Foram-lhes colocadas tarefas desafiadoras, que lhes levassem a um nível de abstracto mais elevado e que, por conseguinte lhes permitisse discutir, trocar ideias e, portanto cooperassem. Na primeira aula o professor deu uma breve explicação de como iria decorrer a aula, como usar o pacote informático escolhido e como usar a ficha de trabalhos. Na segunda e terceira aulas o professor apenas distribuiu as fichas de trabalhos e à medida que a aula decorria, o professor ia controlando as actividades dos alunos, dando a necessária retroalimentação nos casos em que tal ajuda se justificava.

4.3 Características do protótipo

O protótipo é um produto desenhado antes do produto final ser construído e implementado na prática (Hameyer, Kuiper & van den Akker, 2003). Para este estudo o protótipo é constituído pelo pacote informático e pelas fichas de trabalho (Anexo 1) desenhadas na base duma visão construtivista da aprendizagem e nas quais estão colocadas as tarefas a serem realizadas pelos alunos e reveste-se duma abordagem de aprendizagem centrada no aluno e numa organização flexível (cooperação e independência). Portanto, as características mais importantes deste protótipo são: a simulação e visualização dos conteúdos; a auto - instrução e a exploração e elaboração dos conteúdos num nível mais elevado.

A seguir apresentam-se algumas características do pacote e das fichas de trabalho e, apresenta-se também a estrutura da aula.

4.3.1 Características do pacote

O pacote informático usado é iterativo e permite visualizar e simular experiências que possam ajudar o aluno a compreender melhor os conceitos relacionados com os circuitos eléctricos de

corrente continua. Permite ainda ao professor desenhar aulas de acordo com o que ele quer que os alunos saibam e que estes realizem todas as actividades constantes da ficha sem exigir muitos conhecimentos de computadores. A seguir apresenta-se a janela do pacote que tanto pode ser usada pelo professor para desenhar as suas aulas e/ou pelo aluno para a realização das tarefas.

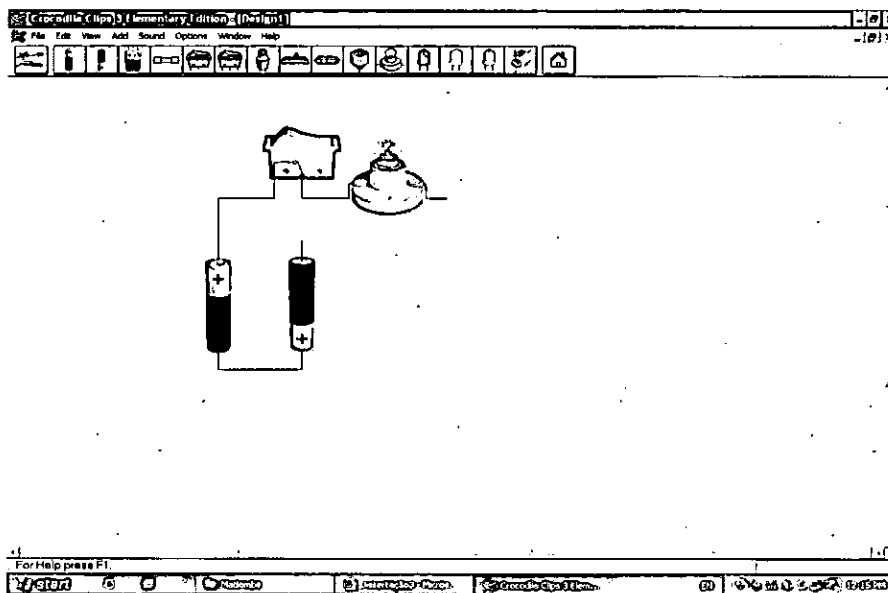




Fig. 6: Janela **create a circuit** do pacote CCP.

4.3.2 Características das fichas de trabalho

Nas fichas de trabalho estão indicadas as orientações de como usá-las sem, no entanto, incluírem as figuras relacionadas com as tarefas. As figuras estão disponíveis dentro do pacote informático. As fichas de trabalho foram desenhadas e desenvolvidas, pelo pesquisador, tomando em consideração os tópicos escolhidos e o pacote informático a ser usado. Elas contêm tarefas que incluem os seis níveis da taxonomia de Bloom (Secção 4.2.2) e possuem, também, espaços nos quais os alunos podem responder as questões apresentadas. Por exemplo, uma das questões era:


Tarefa N°2: Clique no **batteries**  que se vê na barra de menu e depois clique no **batteries**.

Faça uma breve leitura do texto que tem pela frente. Responda as questões seguintes:

a) Se apenas uma pilha for usada no circuito da fig.1 a lâmpada brilha menos. Porquê? Sugestão: Pode retirar uma pilha. Para tal, clique no crocodilo . Coloque a seta do "mouse" sobre a pilha que pretende retirar e faça um clique sobre ela. Para desactivar o crocodilo, coloque a seta do "mouse" nele e retire-a. Feche o circuito, ligando a pilha com a lâmpada.

b) Porque é que a lâmpada do circuito da fig.2 não está acesa? _____

c) Se os terminais da pilha forem ligados entre si (em curto circuito) a voltagem reduz-se a zero. O que é que conteceria se a pilha fosse ligada em curto circuito? Situação típica dum curto circuito: dois fios desfiados em contacto numa instalação eléctrica; má ligação num circuito ou nas nossas residências. _____

Feche a janela "Batteries". Clique *File* → *Close* → *No* → 

4.3.3 Estrutura da aula

Três elementos em linha com a visão construtivista devem estar presentes nas lições a serem desenhadas, a saber: a introdução ao tópico, a exploração do tópico e a discussão (Thijs, 1999).

Introdução ao tópico: No início da aula o professor faz a introdução ao tópico numa forma desafiadora, estimulando a curiosidade do aluno, isto é, o professor cria um ambiente que favoreça a aprendizagem através da realização das tarefas que ele dá aos alunos. As perguntas espontâneas dos alunos ou as questões que o professor coloca constituem o ponto de partida para a exploração do tópico.

Exploração do tópico: Os alunos exploram o tópico para satisfazer a sua curiosidade e responder às perguntas através da realização de actividades. O professor orienta os alunos nas suas actividades que podem ser realizadas em grupo ou individualmente.

Discussão: Depois da exploração, o professor estimula a negociação do significado. Assim, os alunos procuram explicações para os dados que colheram e constroem o seu próprio significado. A discussão reveste-se de uma importância tal que permite a cristalização do conhecimento adquirido ao longo da aula.

As aulas desenhadas para este estudo tentam seguir esta linha de pensamento, obedecendo aos três elementos acima descritos.

Portanto, no presente estudo, a parte introdutória de cada aula é também constituída por uma breve leitura do texto que se encontra disponível no écran do computador, dentro do pacote a ser usado. A aprendizagem é feita explorando-se o tópico através da realização das tarefas colocadas e discutindo com os colegas, isto é, através da cooperação e colaboração. Isto significa que se privilegia, neste protótipo, os estilos “aprender fazendo” e “aprender por variação”. O estilo “aprender fazendo” corresponde à fase da exploração, enquanto o estilo “aprender por variação” corresponde à fase da discussão em que o aluno tem a oportunidade de partilhar os seus estilos de aprendizagem e aprender através dos estilos dos colegas (Plomp & Voogt, 2001).

Aprender fazendo

Os alunos aprendem de forma mais efectiva quando são mais activos. Portanto, as fichas de trabalho foram elaboradas de modo a por os alunos a envolverem-se mais na realização das tarefas como forma de aprendizagem.

Aprender por variação

Significa que se reconhece que cada aluno tem um estilo próprio de aprendizagem e, nesta abordagem, é-lhe permitido que adopte o estilo de aprendizagem que lhe convier. Durante a fase da discussão os alunos trocam experiências.

O capítulo seguinte apresenta os resultados e a sua interpretação.

CAPITULO 5: RESULTADOS E SUA INTERPRETAÇÃO

5.1 Introdução

O presente capítulo apresenta os resultados obtidos no momento da implementação do protótipo, tendo em conta todos os instrumentos usados durante a recolha de dados, nomeadamente: as fichas de trabalho, o guião de observações, o guião das entrevistas e o questionário. Os dados recolhidos por todos os instrumentos tinham em vista responder a seguinte pergunta principal de pesquisa: *Como é que as aulas baseadas nas TIC's podem estimular a aprendizagem centrada no aluno para ajudá-lo a aprender circuitos eléctricos de corrente contínua?*

5.2 Resultados das fichas de trabalho

No protótipo (fichas de trabalho) estavam todas as orientações de como usá-lo. As tarefas colocadas foram elaboradas tendo em conta tanto os objectivos traçados no programa de Física (secção 2.2) como também a taxonomia de Bloom sobre os objectivos educacionais.

Embora as tarefas apresentadas incluam os diferentes níveis cognitivos de Bloom, é importante referir que para o presente estudo, não se obedece à sequência apresentada por ele dada a natureza da própria disciplina.

Os conteúdos de cada uma das perguntas podem ser vistos no anexo 1 correspondente as três lições. Nas três lições, cada tarefa tinha diferentes níveis cognitivos (veja as Tabelas 4, 5 e 6). A lição nº1 tinha 5 tarefas, a lição nº2 tinha 4 tarefas e finalmente a lição nº3 tinha 5 tarefas.

Nas três Tabelas o sinal “+” indica as tarefas que foram bem resolvidas, o sinal “+/-” indica as que foram resolvidas em 50% e o sinal “-” indica as tarefas que foram mal resolvidas (abaixo de 50%) ou pura e simplesmente não foram resolvidas.

5.2.1 Resultados de aprendizagem da lição nº1

Os resultados da Tabela 4 que a seguir se apresentam mostram que, de um modo geral, os alunos resolveram correctamente as tarefas colocadas, embora tenham experimentado algumas dificuldades nas tarefas 3, 4 e 5. Na tarefa 3 os alunos tinham que explorar as diferentes maneiras de construir um circuito eléctrico (tipos de associações), primeiro com duas lâmpadas e depois com três lâmpadas (anexo 1). Os alunos tinham, ainda, que analisar a

circulação da corrente em cada um dos circuitos e a voltagem nos extremos de cada uma das lâmpadas e depois fazer uma análise comparativa para os diferentes circuitos construídos, interpretando e fazendo conclusões sobre o que observavam. Esta tarefa foi razoavelmente bem resolvida por todos. Os alunos deviam, também, registar os dados nas tabelas, interpretar os dados e comparar os resultados. As tarefas 4 e 5 tinham as mesmas perguntas. A diferença residia apenas no facto de que a tarefa 4 era uma associação em série enquanto a tarefa 5 era uma associação em paralelo. As tarefas 4 e 5 introduziam a noção do potencial e da diferença de potencial (ddp) numa associação em série e em paralelo, respectivamente. Os alunos revelaram possuir dificuldades na criação de tabelas para o registo de dados e na elaboração das conclusões.

Para a tarefa 4 houve alguma dispersão em termos de resultados, com efeito, dois pares não conseguiram resolver, dois resolveram razoavelmente bem e sete pares resolveram bem. A tarefa 5 é aquela que mais problemas causou, pois 6 pares não conseguiram resolver e apenas 4 resolveram razoavelmente bem. Este facto revela que os alunos precisam de mais oportunidades para praticar. Estas últimas três tarefas exigiam mais elaboração por parte dos alunos. Porém, é provável que esta situação não se deva somente a uma grande dificuldade dos alunos em interpretar e tirar conclusões, mas sim ao tempo perdido pela cedência tardia da sala de computadores pelos monitores da sala de informática. Em cada aula houve sempre um atraso de 30 minutos.

Tabela 4: Resultados de aprendizagem da lição nº1 (n=11 pares)

Lição nº1		Conteúdo	Frequência		
Tarefa	Nível cognitivo		+	+/-	-
1	Conhecimento, compreensão, aplicação e análise	Noção de circuito eléctrico: a) 1 lâmpada+1 pilha+1 interruptor b) 2 lâmpadas+1 pilha+1 interruptor	11		
2	Aplicação, síntese e avaliação	Construção, pelo aluno, dum circuito eléctrico simples: 1 lâmpada+1 pilha+1 interruptor	10	1	
3	Conhecimento, aplicação, síntese e avaliação	O aluno tenta descobrir (construir) os diferentes tipos de circuitos eléctricos: a) 2 lâmpadas+1 pilha b) 3 lâmpadas+1 pilha		11	
4	Conhecimento, aplicação e análise	Noção do potencial e da ddp numa associação em série: 2 lâmpadas+1 resistencia+1 pilha	7	2	2
5	Conhecimento, aplicação e análise	Noção do potencial e da ddp numa associação em paralelo: 2 lâmpadas+1 resistencia+1 pilha	1	4	6

5.2.2 Resultados de aprendizagem da lição nº2

Os resultados da Tabela 5 que a seguir se apresentam mostram que os alunos resolveram com sucesso as duas primeiras tarefas, tendo tido dificuldades nas duas últimas. Suspeita-se que a situação verificada nas tarefas 3 e 4 esteja ligada ao nível de exigência que ia crescendo de tarefa em tarefa. Na tarefa 3 introduzia-se o conceito “resistência eléctrica”. Os alunos tinham dois circuitos eléctricos nos quais um tinha um resistor e o outro tinha dois resistores. Tinham também um circuito eléctrico com um reóstato. Os alunos deviam analisar a corrente eléctrica que circula e a diferença de potencial (ddp) nos extremos de cada resistor. Nestas tarefas, sobre circuitos eléctricos em série e em paralelo, os alunos tinham que construir tabelas para nelas fazer o registo dos dados e fazer as conclusões. Um exemplo ilustrativo das dificuldades enfrentadas pelos alunos pode ser encontrado na tarefa nº4 em que os alunos demonstraram dificuldades na elaboração das conclusões apesar de terem resolvido correctamente. Nesta tarefa, pedia-se aos alunos que indicassem a relação existente entre a corrente, a resistência eléctrica e a diferença de potencial (ddp) com base nos dados recolhidos por eles, na experiência realizada. Uma das respostas dadas pelos alunos foi a de que *“a ddp é directamente proporcional ao produto da resistência pela sua intensidade e a resistência é directamente proporcional à ddp e inversamente proporcional à intensidade de corrente e a intensidade da corrente é directamente proporcional à ddp e inversamente proporcional à resistência”*. Esta situação evidencia a necessidade de dar aos alunos a oportunidade de tal tipo de actividades para que possam praticar, pois embora tenham tido bons resultados tiveram muitas dificuldades em interpretar e tirar conclusões. Esperava-se que os alunos pudessem, com base nos dados da experiência, formular a lei de Ohm cujo enunciado é o seguinte: *a ddp aplicada nas extremidades de um condutor (Óhmico) é directamente proporcional a corrente que por ele passa.*

Tabela 5: Resultados de aprendizagem da lição nº2 (n=11 pares)

Lição nº2		Conteúdo	Frequência		
Tarefa	Nível cognitivo		+	+/-	-
1	Compreensão, análise e avaliação	Associação em série: Fig.1. 3 lâmpadas+1 pilha+1 interruptor Fig.2. 1 lâmpada+1 pilha+1 interruptor	11		
2	Compreensão, análise e avaliação	Associação em paralelo: Fig.1 3 lâmpadas+1 pilha+1 interruptor Fig.2. 1 lâmpada+1 pilha+1 interruptor	11		
3	Conhecimentó, compreensão, aplicação e avaliação	Noção da resistência: Fig1. 1 resistor+1 interruptor+1 pilha+1 díodo.Fig.2 . 2 resistores+1 interruptor+1 pilha+1 díodo. Fig.3. 1 lampada+1 reostato+1 pilha		11	
4	Compreensão, aplicação, análise, e avaliação	Lei de Ohm: 1 resitencia+6 pilhas, aumentadas gradualmente (veja o anexo 1)		9	2

5.2.3 Resultados de aprendizagem da lição nº3

Os resultados da Tabela 6 a seguir apresentados correspondem à lição nº3. Estes revelam que os alunos foram capazes de resolver com sucesso as três primeiras tarefas, tendo tido dificuldades na resolução das últimas duas (veja o anexo 1). Mais uma vez se observa que os alunos têm dificuldades na construção de tabelas, interpretação dos resultados e na formulação das conclusões. Mas, já se regista um certo crescimento, pois 6 pares de alunos conseguem resolver correctamente. É importante notar que as tarefas aqui apresentadas eram fundamentalmente uma consolidação daquilo que fora estudado nas lições anteriores.

Tabela 6: Resultados de aprendizagem da lição nº3 (n=11 pares)

Lição nº3		Conteúdo	Frequência		
Tarefa	Nível cognitivo		+	+/-	-
1	Conhecimento, compreensão e aplicação	Funcionamento do interruptor numa associação em série: 3 lâmpadas+3 interruptores+1 pilha	10		1
2	Conhecimento, compreensão, aplicação e avaliação	Funcionamento do interruptor numa associação em paralelo: 3 lâmpadas+3 interruptores+1 pilha	11		
3	Compreensão, aplicação, síntese e avaliação	Associação em série: 3 lâmpadas+1 pilha	11		
4	Aplicação, análise e síntese	Associação mista: 3 resistências em paraleo+1 resistência em serie com aquelas+1 pilha	6	2	3
5	Compreensão, aplicação, análise e síntese	Noção de fusível: 1 lâmpada+1 interruptor+4 pilhas+1 fusível	6	1	4

5.2.4 Conclusão dos resultados das fichas de trabalho

A avaliar por aquilo que foi a prestação dos alunos (veja os resultados das 3 Tabelas), pode-se afirmar que houve efectivamente aprendizagem. Note-se, por exemplo, que na última tabela já existem 6 pares de alunos que conseguem resolver correctamente as duas últimas tarefas, construção de tabelas e interpretação dos resultados. No entanto, é preciso sublinhar que as dificuldades observadas na resolução das últimas tarefas podem ter a ver com 2 razões fundamentais, a saber:

1. O crescimento do nível de exigência evidenciado por uma maior diversificação dos domínios cognitivos exigidos;
2. A redução do tempo disponível devido à ocupação da sala de computadores.

Os alunos precisavam de mais tempo para responder as perguntas mais difíceis e mais complexas. Precisavam de mais tempo para discutir as suas ideias, elaborar as respostas, construir tabelas e interpretá-las para melhor tirar as conclusões.

Os monitores da sala de informática sempre dispensaram a sala com 30 minutos de atraso. Desse modo, as aulas desenhadas para 90 minutos acabaram sendo feitas em 60 minutos.

5.3 Resultados das observações

As observações constituíram uma das técnicas de recolha de dados sobre a aprendizagem dos alunos no que se refere à organização, ao comportamento e à atitude destes durante as aulas. As observações foram feitas com a ajuda de um guião de observações elaborado para o efeito e validado pelos peritos em avaliação para o efeito (anexo 2). Organizados aos pares, um par por cada computador, era preciso ver como os alunos trabalhavam, tendo em conta também os 4 indicadores seleccionados da tabela de Perrot (1982) e que constam no anexo 2. Foi possível observar que os alunos trabalhavam activamente, discutiam as suas ideias e aqueles que já tinham noções de computadores ajudavam os que ainda tinham dificuldades em lidar com o computador. Foram poucas as vezes em que os alunos solicitaram a intervenção do professor para o esclarecimento de alguma dúvida. Os alunos liam atentamente as fichas de trabalho e iam-se trocando os papeis no sentido de que enquanto um pegava no *mouse*, o outro fazia o registo dos resultados nas fichas de trabalho e vice-versa. A figura 7 mostra um dos momentos em que os alunos trabalhavam.



Figura 7: Alunos em plena aula durante a testagem.

O pesquisador observou também que os alunos seguiam rigorosamente as instruções dadas nas fichas de trabalho. Portanto, notava-se um grande entusiasmo e interesse por parte dos alunos. Eles deixaram transparecer uma atitude positiva e um espírito de cooperação e colaboração entre eles. Notou-se também que sempre que se caminhasse para o fim da aula havia alguns alunos que abriam a Internet. Este último aspecto mostra que o professor deve manter um controlo contínuo e permanente sobre os alunos não só para evitar que os alunos abram outros programas que não sejam do interesse da aula, mas também para ver se estão no bom caminho em termos de cumprimento dos objectivos traçados para essa aula.

Conclusão das observações

De um modo geral, notou-se que os alunos gostaram, estiveram muito motivados e empenhados nas suas actividades durante as aulas e que predominava uma aceitação mútua dos papéis de cada um dos intervenientes, tanto entre alunos assim como entre estes e o professor (pesquisador). Estava assim estabelecida a confiança por uma aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua mais efectiva, usando o computador.

5.4 Resultados das entrevistas

Dos 22 alunos participantes no estudo, 10 alunos foram sujeitos a uma entrevista com vista a ter uma ideia clara sobre suas percepções e seus sentimentos quanto a este tipo de aulas. Os alunos foram seleccionados de forma aleatória (secção 3.4). Os resultados apresentados são

baseados na comparação constante das respostas dos entrevistados com o propósito de encontrar semelhanças e/ou divergências nos seus pontos de vista quanto a estas abordagens (Dye, 2000).

Pergunta 1: O que é que você acha sobre a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua com base no computador? Acha que vale a pena aprender circuitos eléctricos de corrente contínua desta maneira?

Em resposta a esta pergunta os dez alunos entrevistados afirmaram, de um modo geral, que é uma experiência interessante e que valeria a pena se se pudesse implementar, pois ao dar-lhes a possibilidade de poderem experimentar e visualizar os conceitos a sua compreensão melhorava. Por exemplo, ao responder a esta pergunta o João disse:

“Eu acho que na sala as aulas não são tão directas, tão precisas e com o computador a gente vê como funciona tudo, a gente faz experiências no computador, a gente tem a certeza de como a coisa funciona, enquanto na sala de aulas não. Eh... o professor pode falar isto é assim, assim e às vezes a gente não entende como é que a coisa funciona”.

A posição deste aluno mostra a importância da visualização e da simulação computacional no refinamento do modelo mental do aluno ao ser confrontado com a realidade. Com efeito, Alessi e Trollip (2001) defendem que a simulação computacional pode ser vista como uma ponte entre o modelo mental do aluno com a realidade. Portanto, nota-se uma clara evidência do poder que o computador tem para com a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua e da confiança depositada pelos alunos nesta abordagem.

Pergunta 2: Pode estabelecer uma comparação entre este tipo de aulas e aquelas que tem tido normalmente (vantagens e desvantagens entre um e outro tipo de aulas) ?

No tocante a esta pergunta oito alunos disseram que encontravam muitas vantagens aprendendo com o computador, pois podendo experimentar e visualizar, tudo se tornava fácil para eles. O Salvador, por exemplo, expressou-se nos seguintes termos:

“Na sala de aula o professor só fala e nós limitámo-nos a ouvir o que ele diz e mais ainda faz esquemas e diz, por exemplo, que a corrente circula assim... que esta é a resistência... enfim, tudo o professor é que diz. Mas aqui já não, nos vemos que ah, afinal fonte de tensão pode ser uma pilha, vemos ainda como circula a corrente e o professor nem precisa de nos dizer, pois tá tudo ali a nossa vista. O que já não acontece na sala de aula”.

Para o João, *“As aulas são diferentes. Aqui estamos a pôr em prática... o aluno é obrigado a usar as suas próprias palavras e isso é muito bom. Aqui sou obrigado a exprimir... ajuda o aluno a pensar. Na sala de aula o professor fala tudo”*. Para o Manuel as aulas de Física no computador trazem-lhe vantagens na medida em que ele disse *“eu vejo que as lâmpadas acendem... não acendem. No circuito em série o brilho é menor, em paralelo o brilho é maior... conseguimos distinguir uma ligação em série duma ligação em paralelo, mas na sala só ouvimos dizer, não vimos”*.

Todavia, dois alunos deste grupo vêm vantagens nas duas abordagens. Repare-se, por exemplo, nos pronunciamentos do Santana e do Simões.

Santana (S):

“Esta é boa. Mais rápida, mais flexível e não tem muita leitura. Há diferença sim. A vantagem do outro lado [sala de aula] é que ele [o professor] dá, explica, e nós no computador encontramos a solução, procuramos a solução... só que lá o professor explica”.

Pesquisador (P): Quer dizer que sentiu a falta do professor?

S: *“Senti. Se o professor estivesse lá havia de dar mais ajuda”*.

P: Então porque é que não o chamou?

S: *“é aquela coisa né... receio. Tínhamos que ser nós a resolver”*.

P: Então não conseguiu resolver todas as tarefas?

S: *“Consegui”*.

P: Então porque é que precisava do professor? Ou melhor, para quê?

S: *“Acho que a parte do professor... digamos que é indispensável porque nós no computador...o professor tem aquela forma de explicar, aquela maneira de dizer assim mais directa, mais compreensível em relação ao computador”*.

P: Gostaria de acrescentar alguma coisa?

S: *“Não, mas gostei daquela parte em que tinha que construir uma lanterna e de trabalhar com o colega, pois é melhor trabalhar com o colega do que trabalhar sozinho”*.

O Simões pensa que as duas abordagens são importantes, pois

“tanto naquelas [na sala de aula] como nestas [no computador] podemos tirar proveito de qualquer coisa. Mas aqui aprendemos mais. Acho que devíamos continuar com este trabalho. Combinar os dois métodos. Assim aprendemos mais”.

Portanto, embora os alunos tenham gostado de aprender desta maneira, depreende-se a partir das respostas destes dois alunos que a combinação das duas abordagens seria a melhor

coisa para eles. Pois, embora acreditem que possam trabalhar sozinhos eles acham que a presença do professor é indispensável.

Pergunta 3: O que é que você achou sobre a organização da ficha (Os conteúdos, a sequência, as tarefas colocadas)? E o tempo disponível era suficiente?

Quanto a esta questão todos os alunos acham que as fichas estavam bem organizadas e que os conteúdos estavam ao seu nível, tanto mais que não se tratava de uma coisa completamente nova, pois trata-se de uma matéria já estudada na classe anterior como disse um dos entrevistados. Os alunos disseram que a sequência estava boa e notaram que à medida que iam passando de tarefa em tarefa a dificuldade (exigência ou grau dificuldade) das perguntas ia crescendo, mas sempre a um nível em que pudessem compreender. Neste aspecto, uma das alunas entrevistadas, por sinal a única rapariga participante no estudo, disse:

“Talvez porque é a primeira vez que a gente aprende a Física desta maneira, pareceu-nos que as tarefas eram muitas. Por isso não conseguimos acabar. Mas com o decorrer do tempo já iam-nos habituando. Talvez com mais experiência...”

Portanto, embora acreditando que o facto de ser a primeira vez a estudar naquelas condições pudesse ter influenciado, os alunos acharam que seria necessário reduzir as tarefas. E que para eles o tempo revelou-se curto, o que foi consubstanciado pelo facto de não terem acabado as tarefas, portanto não concluíram a aula.

Pergunta 4: Com que dificuldades você se deparou? O que é que acha sobre o grau de dificuldade das tarefas da ficha?

Alguns alunos disseram que o facto de ser a primeira vez a ter aulas de Física no computador constituiu uma dificuldade, particularmente na primeira aula, pois nas subsequentes já podiam trabalhar a vontade. Aqueles que usavam o computador pela primeira vez dizem ter ficado atrapalhados nos momentos iniciais, mas que no fim já estavam mais à vontade. Um aluno, de nome João, referiu que teve dificuldades na primeira e segunda aula, mas já na terceira estava tudo fácil, pois *“à medida que a pessoa vai praticando ela vai melhorando”*. E continuando disse que algumas tarefas iam-se tornando cada vez mais difíceis como, por exemplo, aquelas em que *“tínhamos que construir tabelas e fazer o registo dos dados, pois não estamos habituados a isso. Mas gostámos, pois desta maneira aumentam as nossas possibilidades de compreensão das matérias. Assim fixamos melhor”*.

Através das respostas dos alunos pode-se ver que o grau de dificuldade das tarefas cresce paulatinamente, mas sempre ao alcance dos alunos. Isto é testemunhado pelo facto de os

próprios alunos afirmarem que gostaram e que desta maneira eles tem mais possibilidades de compreender melhor as matérias.

Pergunta 5: O que é que acha sobre a organização (Trabalhar com o colega a maior parte do tempo e sem intervenção do professor)?

Sobre esta questão os alunos disseram que foi muito bom trabalhar aos pares, pois ajudavam-se mutuamente. O João, por exemplo, disse que:

“Trabalhar sozinho é um pouco complicado. Quando estou sozinho com uma dificuldade levo muito tempo, mas com um colega tudo é mais rápido. Nós discutíamos e chegávamos a uma conclusão. Só num e noutro caso chamávamos o professor. Gostei desta maneira de estudar. É bem vinda”.

Quanto ao professor disseram não terem sentido muita falta dele, pois as orientações da ficha estavam claras, mas também quando o precisassem podiam solicitá-lo. O Manuel chegou mesmo a afirmar que talvez cerca 25% apenas precisasse da intervenção do professor. Daqui se pode depreender que embora não seja prática habitual, o trabalho independente e aos pares foi bem recebido pelos alunos, uma vez que tiveram a oportunidade de trocar ideias, discutir e tirar conclusões, uma prática que não era comum para eles.

Pergunta 6: Tem mais alguma coisa que gostaria de acrescentar?

Todos os alunos afirmaram que gostariam de ver esta abordagem implementada. Pois, segundo o João, por exemplo:

“O professor na sala dá o circuito para a gente resolver uma determinada coisa, por exemplo, a corrente, a resistência ou a diferença de potencial (ddp). Mas, aqui a gente aprende a construir o circuito, enquanto na sala só fazemos esquemas”.

Por exemplo, o Manuel diz que nas aulas tem mais teorias do que a prática. Exemplos práticos e concretos são poucos

“não temos acesso ao laboratório que podia ser uma ponte né... como demonstrar como é que um circuito funciona realmente. E aqui pude ver, apesar de ser no écran do computador né... o que é que acontece quando ligamos ou desligamos um circuito, quando se trata dum circuito aberto ou fechado. Pude notar que quando se trata dum circuito fechado há circulação da corrente e quando o circuito está aberto não há circulação da corrente. Para quem não tem uma capacidade um pouco acelerada [elevada] para captar a matéria, fica complicado entender porque é que circula a corrente [num caso e noutro não]. Por exemplo, em curto circuito acho que o

professor não esclarece muito bem porque é que a voltagem reduz-se a zero, por exemplo. Mas aqui já se pode ver. Neste momento sinto-me capaz de montar um circuito. Vi que posso montar um circuito na minha casa com a ajuda de uma pilha, uns fios e uma lâmpada. Antes podia fazer, mas não teria a noção de que estaria a montar um circuito. Penso que se devia introduzir no nosso currículo normal, seria muito bom”.

De um modo geral, todos eles acham que seria bom que se combinassem os dois métodos, pois acreditam que em ambos os casos eles aprendem. O João refere ainda que o professor dá-lhe a teoria e no computador ele usa - a para a construção dos circuitos e resolução de exercícios.

Conclusão das entrevistas

Os resultados das entrevistas mostram que os alunos não só gostaram de aprender CECC com base no computador como também gostariam de ver implementada esta abordagem. As fichas de trabalho e a forma como foram organizadas as aulas (estudar aos pares) mereceram nota positiva da parte dos alunos.

Será que os alunos vêm nas fichas de trabalho desenhadas e no próprio pacote informático instrumentos que possam ajudar na aprendizagem da Física tendo em conta o conteúdo e as simulações no computador? Com base nas respostas dadas pelos alunos pode-se ver que sim, pois os alunos consideraram que as fichas eram mais práticas, com orientações claras, tarefas bem sequenciadas e com um nível de exigência que aumentava gradualmente e à altura dos alunos. A adaptação ao pacote informático também foi fácil. Pois, mesmo os que nunca antes tinham lidado com o computador não tiveram problemas, uma vez que os colegas sempre se mostraram dispostos a ajudar.

Quanto à flexibilidade e independência da abordagem também se notou que a maior parte dos alunos não sentiu tanto a falta do professor. Mesmo os poucos que sentiram a falta deste, gostaram de ter tido aulas com a ajuda do computador. Todavia, destacaram a importância do professor para aclarar algumas situações que possam estar obscuras. Daí a proposta dada por estes para se combinar as duas abordagens.

5.5 Resultados do questionário

O questionário (anexo 4) serviu para medir as atitudes dos alunos quanto ao uso do computador na aprendizagem de CECC. Pretendia-se, com os resultados deste questionário,

avaliar em que medida os alunos se identificam com o uso do computador para a aprendizagem de Física depois de eles terem tido aulas de CECC com a ajuda do computador. O questionário era constituído por questões que exprimiam uma atitude positiva e outras uma atitude negativa com relação ao uso do computador, misturadas umas com as outras, com o intuito de medir a atenção e a fidelidade dos alunos, ao responderem as questões apresentadas, por um lado. Por outro lado, esta forma de concepção do questionário visava garantir a fiabilidade dos dados recolhidos, através da consistência das respostas dos alunos.

De acordo com a Tabela 7 que a seguir se apresenta, os resultados do questionário mostram que quase todos os alunos gostaram de ter tido aulas de CECC no computador. Esta constatação pode ser confirmada pelas questões 23, 25 e 26, só para citar alguns exemplos. Nelas, destaca-se a boa organização das aulas dadas no computador, a atitude favorável dos alunos quanto à aprendizagem baseada no computador e a contribuição que elas dão para uma melhor compreensão dos conceitos. Contudo, uma especial atenção deve ser prestada às respostas dos alunos para afirmações 16 e 17 desta tabela na qual se nota um número considerável de alunos (5) indecisos quando é chamado a pronunciar-se sobre a facilidade de estudar com o livro do que com o computador ou o contrário. Curiosamente, um número igual de alunos (o que não quer dizer que sejam os mesmos) fica indeciso na questão 19 da mesma tabela, na qual se pretendia saber se mesmo sem o professor podiam aprender muita coisa ou não. Na questão 21 observa-se um aparente equilíbrio quanto à tomada de posições, pois 8 alunos discordam com esta afirmação enquanto 7 aceitam-na e 5 ficam indecisos. De facto, a questão 21 reforça não só a questão da independência, mas também a da individualização da aprendizagem. Provavelmente, os 8 alunos que discordaram estariam a querer reforçar a ideia da colaboração e cooperação com outros colegas. Esta interpretação encontra suporte na questão 22 com a qual dos cerca de 22 alunos que preencheram o questionário, 20 alunos concordam. Portanto, os alunos revelaram uma atitude muito favorável quanto à aprendizagem de CECC usando o computador. As respostas às questões 5, 7 e 25 da mesma tabela, que exprime o agrado pelas aulas dadas no computador, só para citar alguns exemplos, são esclarecedoras dessa atitude favorável dos alunos. Todavia e ainda na mesma tabela, ao se olhar para a questão 18, vê-se que os alunos preferem a combinação das duas abordagens. Talvez seja esta a explicação da indecisão dos alunos quanto às questões 16, 17 e 19.

Tabela 7: Atitudes dos alunos quanto ao uso do computador na aprendizagem de CECC (n=22).

Discordo plenamente = DP; Discordo = D; Indeciso = I; Concordo = C; Concordo plenamente = CP.

N	Afirmção	DP	D	I	C	CP
1	Gosto de usar o computador				8	14
2	Estou cansado de usar o computador	17	5			
3	Terei oportunidades de ter um melhor emprego se souber trabalhar com computador			2	7	13
4	Trabalharia melhor se pudesse ter mais chances de usar o computador				13	9
5	Aprendo mais e melhor trabalhando com computador			2	11	9
6	Gosto de aulas dadas no computador			1	13	8
7	Quanto mais aulas forem dadas pelo computador, melhor rendimento teremos			1	7	14
8	Para mim é mais importante aprender como usar o computador, pois pode me ser útil no futuro				10	12
9	Sinto-me bem em ter aulas no computador	1			15	6
10	Desanimo quando penso em trabalhar com o computador	13	9			
11	O computador faz-me perder muito tempo	14	7	1		
12	Fico nervoso estudando com o computador	9	10	3		
13	Aulas dadas no computador são agradáveis			1	8	13
14	Sinto-me feliz nas aulas dadas com o computador			1	9	12
15	Para mim o computador é muito frustrante	9	10	1		
16	É mais difícil estudar com o computador do que com o livro	9	4	5	3	1
17	Aprendo mais com os livros do que com o computador	4	7	5	4	
18	Acho melhor a combinação do livro com o computador			2	11	9
19	Com o computador posso aprender muita coisa mesmo sem o professor		1	5	11	5
20	Em caso de dúvidas posso solicitar a ajuda do professor	1		1	14	6
21	Posso aprender muita coisa sem depender dos outros	2	6	5	5	2
22	Em caso de necessidade posso pedir apoio aos meus colegas		1	1	13	7
23	As aulas no computador são bem organizadas			3	11	8
24	Depois duma aula no computador sinto-me feliz			2	8	11
25	As aulas dadas com a ajuda do computador permitem que eu compreenda melhor os conceitos			3	10	9
26	É melhor ter aulas no computador			2	10	10

Nota: Nas afirmações 15, 17 e 21 dois alunos, em cada uma delas, responderam em duas opções por isso as suas respostas foram invalidadas e na afirmação 24 um aluno não respondeu.

Conclusão dos resultados do questionário

Conclui-se, a partir dos resultados do questionário, que os alunos manifestaram uma atitude positiva quanto ao uso do computador para a aprendizagem de CECC. Revelaram ainda a necessidade da combinação das duas abordagens, pois na sua óptica tanto o computador como o professor contribui para uma aprendizagem efectiva da Física.

Porém, não se deve menosprezar a aparente divisão dos alunos na questão 21 em que quase metade deles fica dum lado enquanto a outra metade do outro lado. É preciso que se encontrem formas de formular esta questão de forma mais explícita para se evitar interpretações que dependam do ângulo de visão de cada um. De facto, a questão 21 reforça não só a questão da independência, mas também a da individualização da aprendizagem. Mas

no momento da interpretação há quem possa ver nesta questão a ideia da cooperação e da colaboração posta de lado, ou seja, rejeitada, assumindo desse modo uma posição negativa quanto a esta afirmação. Felizmente, a aparente divisão referida na questão 21 é resolvida na questão 22 a qual realça a questão da cooperação, pois quase a totalidade dos alunos concorda com ela.

5.6 Conclusão

Os resultados do estudo mostraram que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) resgatam o interesse e a motivação dos alunos em aprender circuitos eléctricos de corrente contínua, estimulando uma aprendizagem individualizada, cooperativa e independente. A este respeito, Janssen Reinen e Plomp (1996) afirmam que as TIC's são vistas como uma ferramenta bastante útil para o ensino e aumentam o âmbito da aprendizagem. Adicionalmente, o computador proporciona uma aprendizagem efectiva da Física.

Os resultados das entrevistas e do questionário mostram ainda a necessidade da combinação das novas abordagens com as actuais, estando em harmonia com os resultados de Papanastasiou, Zembylas e Vrasidas (2003) que revelam que não é o computador por si só que automaticamente vai afectar positivamente a aprendizagem do aluno, mas sim a maneira como o computador vai ser usado. Os alunos disseram nas entrevistas que com o computador aprendem muito. Todavia, não se pode dispensar o professor, pois em algum momento ele é necessário. Os resultados do questionário revelam que eles têm uma atitude favorável quanto ao uso do computador (veja a tabela 7, p. 56).

Através dos resultados das fichas de trabalho, observações, entrevistas e do questionário constatou-se que as visualizações e simulações facilitam a compreensão dos conceitos mais abstractos por parte dos alunos, ocupando com sucesso o lugar deixado vago pelas aulas laboratoriais. Com efeito, uma das conclusões de Liégeois e Mullet (2002) preconiza a necessidade de se dar oportunidade ao aluno para estimular a sua aprendizagem através da visualização dos conceitos.

O desenho do protótipo constituído pelas fichas de trabalho permitiu avaliar a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino e aprendizagem e mostrou ser necessário que o professor seleccione, cuidadosamente, pacotes informáticos apropriados aos tópicos a serem ministrados ou em função dos tópicos seleccionados, procurar pacotes informáticos adequados.

O estudo mostrou que a estrutura de aula proposta por Thijs (1999) que preconiza a introdução, a exploração e a discussão, pode contribuir para a promoção da abordagem de aprendizagem centrada no aluno e do construtivismo.

CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Introdução

O presente capítulo apresenta as conclusões que emergem das respostas às questões de pesquisa e apresenta também as recomendações necessárias. De recordar que o objectivo geral do presente estudo era de *explorar as possibilidades oferecidas pelas TIC's, na abordagem de aprendizagem centrada no aluno (ACA) no ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua*. Deste objectivo, extraíram-se os seguintes objectivos específicos:

- Identificar as características duma abordagem de ACA para o ensino e aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua;
- Identificar algumas estratégias de integração das TIC's na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua numa ACA;
- Determinar a extensão da contribuição das aulas de simulação computacional na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua.

Para que estes objectivos fossem alcançados, o estudo desenhou, desenvolveu e implementou um protótipo que continha todos elementos necessários para responder a pergunta principal de pesquisa que a seguir se apresenta:

Como é que as aulas baseadas nas TIC's podem estimular a aprendizagem centrada no aluno para ajudá-lo a aprender os circuitos eléctricos de corrente contínua?

A pergunta foi operacionalizada nos seguintes termos:

- Quais são as características duma aprendizagem centrada no aluno (ACA) para a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua?
- Que estratégias podem ser identificadas para a integração das ferramentas das TIC's, estimulando a abordagem centrada no aluno?
- Qual é a extensão da contribuição da simulação computacional na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua?

As conclusões são feitas para cada pergunta operacional tendo em conta as respostas dadas por todos os instrumentos, sendo que as recomendações são feitas de um modo global.

É importante salientar que se assumiu, neste estudo, que as TIC's e a ACA estimulariam a aprendizagem da Física. Por isso foi desenhado, desenvolvido e testado um protótipo na perspectiva de que este contribuísse no estímulo duma aprendizagem efectiva de circuitos

eléctricos de corrente contínua. As simulações computacionais, as fichas de trabalho, a aprendizagem centrada no aluno e a organização da aprendizagem são os quatro elementos tidos fortemente em conta no momento da avaliação.

6.2 Conclusões

6.2.1 Características duma abordagem centrada no aluno para a aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua

A partir da revisão da literatura feita conclui-se que os alunos podem trabalhar em grupos e/ou individualmente para explorar os problemas e tornarem-se trabalhadores com um conhecimento activo (Harmon & Hirumi, 1996). É preciso que os alunos tenham oportunidade para discutir e cooperar entre eles para que sejam criadores do seu próprio conhecimento. Isto significa que o aluno deve deixar de ver no professor e no livro, únicas fontes de aquisição do conhecimento, pois este está disponível em qualquer lado e a qualquer hora (Cornu, 1999). Esta situação exige que se operem mudanças tanto no papel do professor como no do aluno. Ao professor cabem tarefas como a gestão do conhecimento, a conceitualização e teorização, a modelagem e o desenvolvimento das capacidades de abstracção, a prestação de ajuda ao aluno na organização e hierarquização do seu conhecimento. O aluno é chamado a desempenhar um papel mais activo na busca do seu próprio conhecimento. As actividades preparatórias, as instruções de execução e as actividades de regulação são algumas características que facilitam o processo de ensino e aprendizagem (Brummelhuis & Plomp 2001). Estas características apontam para um ensino mais orientado ao aluno e para a construção do conhecimento. O construtivismo, de acordo com Brummelhuis e Plomp (2001), caracteriza a aprendizagem como um processo activo da aquisição do conhecimento, como uma actividade individual e social. Nesta abordagem aplicam-se as formas de aprendizagem centradas no aluno e uma aprendizagem autêntica através da disponibilização ao aluno de ambientes de aprendizagem complexas (Voogt, in press). Portanto, construtivismo caracteriza melhor a visão duma abordagem centrada no aluno.

Numa abordagem de aprendizagem centrada no aluno (veja a fig. 1, pág. 15), o professor procura os conteúdos para melhor monitorar a aprendizagem dos seus alunos, controla o trabalho dos seus alunos e partilha as suas experiências com os seus colegas de profissão. O aluno procura o conteúdo da aprendizagem, explora-o e discute-o com os colegas, podendo

procurar o professor para certos esclarecimentos. Portanto, desse modo ficam criadas as condições para uma aprendizagem individualizada, cooperativa e independente.

As aulas de Física não são constituídas apenas pela explicação do professor, pela resolução de exercícios na sala de aula ou fora desta, mas também pelas aulas laboratoriais que também promovem a ACA. Portanto é preciso que sejam ministradas aulas laboratoriais para que os objectivos traçados no programa de Física para ESG2 sejam alcançados. Mas, é necessário que os objectivos destas aulas laboratoriais sejam bem definidos o que requer, antes de tudo, uma classificação das aulas laboratoriais que, segundo van den Berg (1997) classificam-se em:

- Laboratórios sobre os conceitos;
- Laboratórios sobre os processos;
- Laboratórios sobre as habilidades.

Os laboratórios virtuais e simulações constituem uma resposta positiva, adequada e oportuna para uma aprendizagem efectiva da Física de um modo geral e, particularmente para uma situação em que se nota uma ausência total da realização das aulas laboratoriais. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) desempenham um papel fundamental na materialização dos objectivos traçados para a aprendizagem da Física, uma vez que constituem alternativa para a substituição das aulas laboratoriais em falta e mais, estimulam a aprendizagem centrada no aluno. As TIC's promovem a individualização da aprendizagem, a cooperação entre alunos, a construção do novo conhecimento, o espírito de trabalho em equipa e o melhoramento das relações sociais entre eles uma vez que a aprendizagem envolve a troca de ideias, a discussão e a cooperação entre os alunos. Foi com o objectivo de explorar estas potencialidades oferecidas pelas TIC's que foram desenhadas as Fichas de trabalho usadas durante as aulas e que serviram também de instrumento de recolha de dados para se avaliar a eficácia da aprendizagem de CECC com a ajuda do computador numa abordagem centrada no aluno. Portanto, com base na revisão da literatura pode-se concluir que de facto o uso do *Software* com visualizações e simulações ajuda a aprendizagem da Física, através da promoção de ACA e, conseqüentemente, do construtivismo.

6.2.2 Estratégias que podem ser usadas para a integração das ferramentas das TIC's, estimulando a abordagem centrada no aluno

O uso das ferramentas das TIC's na aprendizagem da Física requer a adoção de certas estratégias para a sua integração. O pacote informático usado e o guião de aulas desenhado para este estudo permitiram ver as boas potencialidades que as TIC's oferecem para uma aprendizagem efectiva de CECC e da Física em geral. A partir das observações feitas durante as aulas pôde-se ver que os alunos não tiveram dificuldades em lidar com esta forma de aprendizagem, que os alunos trabalhavam activamente, discutiam as suas ideias e que eles souberam organizar-se de forma a permitir que a aprendizagem fosse efectiva. Das entrevistas feitas conclui-se que as fichas de trabalho e o pacote informático permitiram uma aprendizagem efectiva de circuitos eléctricos de corrente contínua a tal ponto que os alunos propuseram a sua implementação no ensino da Física. A análise das respostas dadas pelos alunos nas fichas de trabalho permitiu ver que é possível uma aprendizagem efectiva de circuitos eléctricos de corrente contínua e da Física em geral, usando o computador uma vez que os resultados foram bons. Portanto, para uma melhor integração das TIC's na aprendizagem da Física, propõe-se que se faça uma selecção do programa informático apropriado e que vá de encontro com o tópico a ser tratado. Que sejam elaborados guiões de aulas com as características do protótipo usado no presente estudo. Portanto, as aulas a serem desenhadas devem incluir três partes fundamentais e que estão em linha com a visão construtivista, nomeadamente: a introdução, a exploração e a discussão (Thijs, 1999).

6.2.3 Extensão da contribuição da simulação computacional na aprendizagem de circuitos eléctricos de corrente contínua

Quanto à questão 3 não é possível dar uma resposta clara devido à falta do registo dos resultados (de frequência) de aprendizagem dos anos 2002, 2003 e 2004 que pudessem possibilitar a comparação com os resultados deste estudo.

Contudo, os resultados do estudo apontam que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) têm o potencial de resgatar o interesse e a motivação (elementos importantes para a aprendizagem) dos alunos em aprender circuitos eléctricos de corrente contínua, estimulando uma aprendizagem individualizada, cooperativa e independente.

Os resultados do questionário revelam que eles têm uma atitude favorável quanto ao uso do computador (veja a tabela 7, p. 56). A este respeito, Janssen Reinen e Plomp (1996) afirmam que as TIC's são vistas como uma ferramenta bastante útil para o ensino e aumentam o

âmbito da aprendizagem. Portanto, as TIC's (Computador) podem proporcionar uma aprendizagem efectiva da Física.

Através dos resultados das fichas de trabalho, observações, entrevistas e do questionário constatou-se que as visualizações e simulações facilitam a compreensão dos conceitos mais abstractos por parte dos alunos, ocupando com sucesso o lugar deixado vago pelas aulas laboratoriais. Com efeito, uma das conclusões de Liégeois e Mullet (2002) preconiza a necessidade de se dar oportunidade ao aluno para estimular a sua aprendizagem através da visualização dos conceitos.

Para a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino e aprendizagem é necessário que o professor seleccione, cuidadosamente, pacotes informáticos apropriados aos tópicos a serem ministrados ou em função dos tópicos seleccionados, procurar pacotes informáticos adequados. O professor pode, ainda, desenhar guiões de aulas com as características do protótipo usado para este estudo e em conformidade com o pacote que tiver seleccionado.

O estudo mostrou que a estrutura de aula proposta por Thijs (1999) que preconiza a introdução, a exploração e a discussão, pode contribuir para a promoção da abordagem de aprendizagem centrada no aluno e do construtivismo.

Os resultados das entrevistas e do questionário mostram ainda a necessidade da combinação das novas abordagens com as actuais. Estes resultados corroboram os que foram encontrados por Papanastasiou, Zembylas e Vrasidas (2003) que revelam que não é o computador por si só que automaticamente vai afectar positivamente a aprendizagem do aluno, mas sim a maneira como o computador vai ser utilizado. Os alunos disseram nas entrevistas que com o computador aprendem muito. Todavia, não se pode dispensar o professor, pois em algum momento ele é necessário.

6.3 Reflexões

Nesta secção apresentam-se algumas reflexões sobre o processo e os resultados do estudo.

A aprendizagem da Física baseada no computador pode contribuir para a minimização dos problemas que se verificam nesta disciplina uma vez que o computador consegue recuperar o interesse e a motivação do aluno. Todavia, não seria aconselhável uma substituição total das actuais abordagens pelas Tecnologias de Informação e Comunicação na aprendizagem da Física, mas sim a sua combinação. Esta visão esta em harmonia com Brummelhuis e Plomp (2001) quando falam da necessidade de se procurar estabelecer um equilíbrio entre a pedagogia tradicional com a emergente.

Não fossem as limitações temporais, justificavam-se mais ciclos, neste estudo, para uma melhor apreciação da aprendizagem baseada no computador.

A discussão no fim de cada aula, como referido por van den Berg (1996) constitui uma mais valia na aprendizagem da Física, pois permite que os alunos troquem experiências uns com os outros e não só, uma sumarização da aula por parte destes, apoiados pelo próprio professor.

Portanto, o professor na sua planificação, deve incluir os seguintes passos para o uso eficaz das TIC's, tendo em vista a ACA e a visão construtivista da aprendizagem:

- ❑ Selecção do *Software* educacional adequado;
- ❑ Selecção do conteúdo programático;
- ❑ Desenho de materiais de ensino - aprendizagem adaptáveis ao *Software* escolhido e que estejam de acordo com a estrutura de aula proposta neste estudo: Introdução, exploração e a discussão (Thijs, 1999). Os materiais devem conter uma orientação clara e precisa sobre como usá-los com o pacote informático escolhido.

Embora o desenho dos materiais instrucionais seja o último passo a dar, pois tem que ter sempre em conta o conteúdo e o *Software* escolhido, não há rigoriedade quanto à ordem da realização dos dois primeiros passos.

As dificuldades encontradas no início da pesquisa para a obtenção de um *Software* educacional que se ajustasse aos propósitos do estudo, constituíram a limitação desta pesquisa. Uma outra limitação do estudo foi a redução do tempo programado para cada aula, uma vez que as aulas sempre começaram com cerca de 30 minutos de atraso.

6.4 Recomendações

De acordo com as conclusões feitas a partir dos resultados obtidos recomenda-se o seguinte:

Quanto às condições:

- Que a sala de Informática existente na ESJM sirva também para fins pedagógicos e não apenas para dar cursos de alguns pacotes de Informática como tem vindo a acontecer;
- Que seja colocada uma impressora na sala de computadores para uso tanto dos docentes assim como dos alunos;
- Que sejam organizados cursos de capacitação/*Workshops* aos docentes sobre as estratégias de integração das TIC's na aprendizagem da Física;
- Que sejam abertos *e-mail accounts* para os docentes e os alunos de modo a facilitar a comunicação professor - professor; professor - aluno e aluno - aluno;
- Que seja configurada a *Intranet* para facilitar a comunicação entre a comunidade escolar.

Quanto à organização:

- Que haja uma coordenação entre os docentes e os monitores da sala de informática de modo a evitar-se sobreposições;
- Que o professor que usar as TIC's no ensino da sua disciplina deve ensaie a sua aula antes de levar os alunos à sala, à semelhança do que se faz nas aulas laboratoriais.

Quanto à abordagem:

- Que seja implementada uma abordagem de aprendizagem da Física centrada no aluno na ESJM para permitir que este seja mais activo na construção do seu próprio conhecimento;
- Como forma de facilitar a implementação da aprendizagem centrada no aluno na ESJM, que sejam integradas as várias ferramentas das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) na aprendizagem da Física que dentre outras tantas vantagens poderá garantir a individualização da aprendizagem, pois a heterogeneidade das turmas não permite que se continue a uniformizar a aprendizagem. Há que procurar formas de se ir ao encontro das características individuais dos alunos;
- O professor pode dar aos alunos, endereços de alguns *sites* da Internet para que eles possam consultar fora das aulas normais, quer seja na escola ou fora desta;

- O professor pode fazer gravações de *Softwares* educacionais nas disquetes, *CD-ROM's*, etc. para passá-los aos alunos de modo que eles possam usar em casa ou em qualquer outro lugar.

Quanto à implementação:

- Que não sejam substituídas as actuais abordagens, mas sim haja uma combinação destas com a aprendizagem da Física baseada no computador. Para tal, propõe-se a realização de *workshops* direccionados não somente aos docentes mas também à direcção da escola para que esta compreenda a importância da aprendizagem da Física com a ajuda das TIC's e apoie os docentes na implementação das mesmas;
- Numa primeira fase, a integração das TIC's na aprendizagem da Física pode ser feita de modo a ocupar o lugar deixado vago pelas aulas laboratoriais;
- Que a integração das TIC's abranja outras disciplinas tais como Química, Biologia, Matemática, etc.;
- Que a integração das TIC's seja feita de forma gradual. Com efeito, é melhor e aconselhável que se comece com aqueles professores que tenham alguma motivação em usar o computador no ensino;
- Para evitar a desmotivação dos alunos, não se aconselha, numa primeira fase, a planificação de aulas que incluam o uso da Internet, pois ela é lenta;
- Que o professor seleccione cuidadosamente os tópicos e os pacotes informáticos apropriados;
- Que a escolha do pacote informático esteja em harmonia com os tópicos e as abordagens previstas.

Quanto aos estudos posteriores:

- O presente estudo pode servir de base para os estudos posteriores, sobre os resultados da aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação na sala de aulas, quer seja sobre Física ou outras disciplinas, contribuindo-se assim, para a disseminação do uso destes meios no processo de ensino e aprendizagem.

Espera-se que o estudo providencie ideias claras sobre a possibilidade do uso das ferramentas das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino e aprendizagem não só da Física, mas também de outras disciplinas.

BIBLIOGRAFIA

- Akker, J. van den., Kuiper, W., & Uwe, H. (2003). *Curriculum landscapes and trends*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Alessi, S., & Trollip, S. (1991). *Computer-based instruction. Methods and development*. (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Alessi, S., & Trollip, S. (2001). *Multimedia for learning. Methods and development*. (3rd ed.). Needham Heights, Massachusetts.
- Babbie, E. R. (2001). *The practice of social research*. (9th ed.). USA: Wadsworth.
- Barnes, B., Hixson, S., Lideck, G., Lockett, G., Maston, L., Mueh, K., Nishimoto, K., Wagner, R., Yantosh, J., & Brennan, C. (1996). *Tales from the electronic frontier. First-hand experiences of teachers and students using the Internet in K-12 math and science*. San Francisco, CA: WestEd.
- Bates, A. W. (1999). *Managing technology change: Strategies for College and Universities leaders*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Becta, R. (2005). *Evidence on the progress of ICT in education*. Recuperado 20 de Junho de 2005 de <http://www.becta.org.uk.com>
- Bell, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação*. (1^a ed.). Lisboa: Grandina Publicações.
- Black, T.R. (1996). *Evaluating social science research: An introduction*. London: SAGE.
- Boer, W. F. de (2004). *Flexibility support for a changing university*. Doctoral dissertation. Enschede. University of Twente.
- Boletim da Republica. (1990). Diploma Ministerial. Resolução n^o 74. 1^a Série n^o 33.
- Collis, B., & Moonen, J. (2001). *Flexible learning in a digital world: Experiences and expectations*. London: Kogan Page.
- Cook, J., & Cook, L. (1998). *How Technology enhances the quality of student centered learning. Quality Progress*.
- Cox, M., Webb, M., Abbott, C., Blakeley, B., Beachaum, T., & Rhodes, V. (s.d.). *ICT and pedagogy*. Recuperado 22 de Junho de 2005 de <http://www.becta.org.uk/research/.com>
Doctoral dissertation. Heerlen, The Netherlands: Open University.
- Dye, J. F., Schatz, I. M., Rosenberg, B. A., & Coleman, S. T. (2000). *Constant comparison method: A Kaleidoscope of Data*. The Qualitative Report. Vol. 4. Recuperado de Janeiro de 2005 de <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR4-1/dye.html>.

- Ely, D.P., Odenthal, L. L. & Plomp, T. (1999). *Educational science and technology: Perspectives for the future*. Enschede: Twente University Press.
- Escola Secundária Josina Machel. (2003). *Relatório anual*. Autor.
- Escola Secundária Josina Machel. (2004). *Relatório anual*. Autor
- Escola Secundária Josina Machel. (2005). *Relatório anual*. Autor
- Estrela, A. (1986). *Teoria e pratica de observação de classes. Uma estratégia de formação de professores*. (2nd ed.). Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de Pesquisa social*. (5^a ed.). São Paulo: ATLAS S.A.
- Harmon, S.W., & Hirumi, A. (1996). *A systematic approach to the Integration of interactive distance learning into education and training*. Journal of Education for Business. Recuperado 15 de Maio de 2005 de <http://www.galileo.gsu.edu>.
- Janssen Reinen, I. A. M. (1996). *Teachers and computer use: The process of integrating IT in the curriculum*. Enschede: University of Twente.
- Jordan, R. & Sepncer, J. (1999). *Learner Centerd Approches in medical education*. British Medical Journal. Recuperado 15 de Maio de 2005 de <http://www.galileo.gsu.edu>.
- Jorgensen, D. L. (1989). *Participant observation. A methodology for human studies*. USA:
- Keppel, G., & Zedeck, S. (1989). *Data analysis for research designs: Analysis of variance and multiple regression/correlation approaches*. University of California: Freeman.
- Krathwohl, D. R. (1998). *Methods of educational & social science research. An integrated approach*. (2nd ed.). USA: Addison-Wesley educational publishers.
- Kuiper, J. (1991). *Ideas of force: A study of the understanding of the concept of "force" of secondary school students in Zimbabwe*. Amesterdam, Netherlands: VU.
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2000). *Multimedia-based instructional design: Computer – based training, web-based training, distance broadcast training*.
- Liceu Salazar. (1957). *Anuário*. Lourenço Marques: Imprensa Nacional de Moçambique.
- Liégeois, L. & Mullet, E. (2002). High school students' understanding of resistance in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education, Vol. 24, No 6*.
- Mall, P. (2000). *Issues in education & Technology: Policy guidelines and strategies*. United Kingdom: BDP.
- Maltha, H.W., Gerrissen, J.F., & Veen, W. (1999). *ICT and third world higher education: the means and the ends*. Amsterdã: NUFFIC.
- Marshall, C., & Rossman, G.B. (1987). *Designing qualitative research*. (2nd ed.). USA:
- Martens, R. (1998). *The use and effects of embedded support devices in independent learning*.
- Mason, J. (1996). *Qualitative Researching*. London: SAGE.

- Massingue, V. S. (2003). *Building awareness and supporting African Universities in ICT management*. Doctoral dissertation. Maputo: Central Impressora.
- McCormack, C., & Jones D. (1998). *Publishing a web-based education system*. New York, USA: WILEY.
- McKenney, S., & Akker, J. van den (2002). Computer-based support for science education materials developers. SAARMSTE.
- Meelissen, M.R.M., & van Vilsteren, C.A. (2002). *Implementation of telematics in education and training*. Telematics applications in education and training. Enschede, The Netherlands: University of Twente.
- Meyer, R.E. (2003). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- MINED. (1997). *Programas de Física*. Maputo: Autor.
- Moreira, V. (2000). *Escola do futuro sedução ou inquietação? As novas tecnologias e o reencantamento da escola*. Porto: Porto editora.
- Mutumucio, I. V. (1998). *Improving students' understanding of energy. A study of the conceptual development of Mozambican first-year University students*. Amsterdam, The Netherlands: VU.
- Naidoo, P., & Savage, M. (1998). *African science and technology education into the new millennium: Practice, policy and priorities*. RSA: AFCLIST.
- Nieveen, N. M. (1997). *Computer support for curriculum developers: a study on the potential of computer support in the domain of formative curriculum evaluation*. Doctoral dissertation. Enschede: University of Twente.
- Papanastasiou, E.C., Zembylas, M. & Vrasidas, C. (2003). Can computer use hurt science achievement? The USA results from PISA. *Journal of Science Education and Technology, Vol. 12, No 3*.
- Pelgrum, W.J., Janssen Reinen, I. A. M., & Plomp, T. (1993). *Schools, teachers, students and computers: A cross-national perspective*. Amsterdam: IEA.
- Perrot, E. (1982). *Effective teaching. A practical guide to improving your teaching*. University of Lancaster: Longman.
- Plomp, T. & Brummelhuis, A. ten (2001). *Introducing Information and Communication Technology in teacher education in the Netherlands: A strategy of vision, courage and care*. Invited paper at the First International Technologies in Education Braga (Portugal), 12-14 May; revised January 2001.
- Plomp, T. (2002). Development research in education. *Staff seminar FacEd*. Maputo: UEM.

- Reeves, T.C. (2000). *Enhancing the worth of instructional technology research through "design experiments" and other development research strategies*. Paper presented at the annual of the American Educational Research Association, New York. Recuperado 5 de April 2005 de <http://it.coe.uga.edu/~reeves/AERA2000Reeves.pdf>.
- Reinen, I. J. (1996). *Teachers and computer use: The process of integrating IT in the curriculum*. Enschede, Netherlands.
- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (2002). *Trends and issues in instructional design and technology*. Florida State University and University of Alabama: Merrill Prentice Hall.
- Rosenberg, M. J. (2001). *E-Learning. Strategies for delivering knowledge in the digital age*. USA: Mcgraw-Hill.
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (1995). *Qualitative interviewing. The art of hearing data*. USA: SAGE.
- Scrimshaw, P. (2004). *Enabling teachers to make successful use of ICT*. Recuperado 22 de Junho de 2004 de <http://www.becta.org.uk.com>
- Sullivan, T. J. (2001). *Methods of social research*. USA: Harcourt.
- Thijs, A. (1999). *Supporting science curriculum reform in Botswana: The potential of peer coaching*. Doctoral dissertation. Enschede, Netherlands: University of Twente.
- Thornburg, D. (1995). *Student Centered Learning. Electronic learning*. Recuperado 15 de Maio de 2005 de <http://www.galileo.gsu.edu>.
- Trumper, R. (2002). What do we expect from students' Physics laboratory experiments? *Journal of Science Education and Technology, Vol. 11, No 3*.
- UNESCO, (s.d.). *Guide to teaching and learning in higher education*.
- van den Berg, E. (1997). *Improving Teaching in the Laboratory: Old Problems, New Perspectives*. Cebu, Philippines: University of San Carlos.
- van den Vrie, E. (2004). Desenvolvimentos em educação e nas TIC's no ensino superior. *Seminário sobre o uso das TIC's no processo de ensino e aprendizagem e na investigação*. Maputo: UEM.
- Veen, J. T. van der (2001). *Telematic support for group-based learning*. Enschede: Twente University Press.
- Voogt, J. (in press). Consequences of ICT for aims, contents, processes and environments of learning. In j. van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (Eds.), *Roots and Fruits of Curriculum Development*. Dordrecht: Kluwer.

- Voogt, J., & Plomp, T. (2001). *Innovative Didactics With Information and Communication Technology*. Enschede: University of Twente.
- Vos, P. (2002). *Like an ocean liner changing course. The grade 8 mathematics curriculum in the Netherlands, 1995-2000*. Doctoral dissertation. Enschede. University of Twente.
- Wang, Q. (2001). *Computer support for multimedia curriculum design*. Doctoral dissertation. Enschede, Netherlands: University of Twente.
- Weller, M. (2003). *Delivering learning on the Net: The why, what & how of online education*. London: Kogan Page.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. (3rd ed.). Thousand Oaks. London. New Delhi: SAGE.

ANEXO 1

Guião de aulas

Versão final dos materiais instrucionais

ANEXO 2: Guia de observações

Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade De Educação

Guia de Observações

1. Os alunos estão a seguir as orientações das fichas? sim mais ou menos não
2. Como é que estão a lidar com o computador? bem mais ou menos mal
3. Os alunos colaboram? sim mais ou menos não
4. Os alunos cooperam? sim mais ou menos não
5. Os alunos estão motivados? sim mais ou menos não
6. Os alunos chamam constantemente o professor? sim mais ou menos não
7. Os alunos estão activos? sim mais ou menos não
8. Os alunos trabalham independentemente. sim mais ou menos não
9. Os alunos trabalham aos pares. sim mais ou menos não
10. Os alunos distraem-se com outras coisas. sim mais ou menos não

Tabela: Indicadores observáveis de um ensino efectivo (Perrot, 1982).

-
1. Os alunos exibem um comportamento independente na aprendizagem de conteúdos curriculares. Sim mais ou menos não
 2. Os alunos exibem um comportamento que indica uma atitude positiva para com eles mesmos como aprendentes. Sim mais ou menos não
 3. Os alunos não exibem um comportamento problemático na sala de aulas.
Sim mais ou menos não
 4. Os alunos parecem estar activamente dedicados numa aprendizagem académica enquanto a aula decorre. Sim mais ou menos não
-

Observações:

ANEXO 3: Guia de entrevista

**Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade De Educação**

Guia de entrevista aos alunos depois de cada aula

Escola: Escola Secundária Josina Machel

Aluno:

Data:

Aula n°:

1. O que é que você acha sobre a aprendizagem da Física com base no computador? Acha que vale a pena aprender Física desta maneira?
2. Pode estabelecer uma comparação entre este tipo de aulas e aquelas que tem tido normalmente (vantagens e desvantagens entre um e outro tipo de aulas)?
3. O que é que você achou sobre a organização da ficha (Os conteúdos, a sequência, as tarefas colocadas)? E o tempo disponível era suficiente?
4. Com que dificuldades você se deparou? O que é que acha sobre o grau de dificuldade das tarefas da ficha?
5. O que é que acha sobre a organização (Trabalhar com o colega e maior parte do tempo sem intervenção do professor)?
6. Tem mais alguma coisa que gostaria de acrescentar?

Muito obrigado!

ANEXO 4: Questionário

Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade De Educação

Questionário sobre as atitudes em computadores

Sexo: Masculino __ Feminino __

Classe: _____

Nome da Escola _____

Selecione um nível de concordância para cada afirmação para indicar o seu sentimento

Discordo plenamente = DP; Discordo = D; Indeciso = I; Concordo = C; Concordo plenamente = CP.

N	Afirmação	DP	D	I	C	CP
1	Gosto de usar o computador					
2	Estou cansado de usar o computador					
3	Terei oportunidades de ter um melhor emprego se souber trabalhar com computador					
4	Trabalharia melhor se pudesse ter mais chances de usar o computador					
5	Aprendo mais e melhor trabalhando com computador					
6	Gosto de aulas dadas no computador					
7	Quanto mais aulas forem dadas pelo computador, melhor rendimento teremos					
8	Para mim é mais importante aprender como usar o computador, pois pode me ser útil no futuro					
9	Sinto-me bem em ter aulas no computador					
10	Desanimo quando penso em trabalhar com o computador					
11	O computador faz-me perder muito tempo					
12	Fico nervoso estudando com o computador					
13	Aulas dadas no computador são agradáveis					
14	Sinto-me feliz nas aulas dadas com o computador					
15	Para mim o computador é muito frustrante					
16	É mais difícil estudar com o computador do que com o livro					
17	Aprendo mais com os livros do que com o computador					
18	Acho melhor a combinação do livro com o computador					
19	Com o computador posso aprender muita coisa mesmo sem o professor					
20	Em caso de dúvidas posso solicitar a ajuda do professor					
21	Posso aprender muita coisa sem depender dos outros					
22	Em caso de necessidade posso pedir apoio aos meus colegas					
23	As aulas no computador são bem organizadas					
24	Depois duma aula no computador sinto-me feliz					
25	As aulas dadas com a ajuda do computador permitem que eu compreenda melhor os conceitos					
26	É melhor ter aulas no computador					

Lição Nº1

Pacote: Crocodile Clips

Disciplina: Física

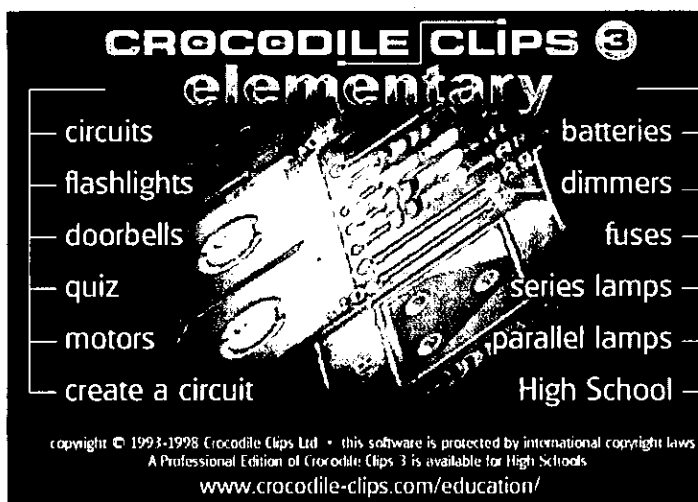
Tema: Circuitos Eléctricos

Classe: 11ª

Duração: 90min.

Objectivos: Desenvolver habilidades de manuseamento do 'mouse', do teclado e familiarização com o pacote informático. Introduzir a noção de circuitos eléctricos e sua criação. Introduzir a noção de diferentes tipos de associação.

Clique no CROCLIP → CROCELEM → CROCLIP



Tarefa NºI: Clique no **circuits**

Faça uma breve leitura do texto que tem pela frente. Responda as questões seguintes:

a) Há circulação da corrente no circuito fechado? _____


b) Porque é que a lâmpada do circuito aberto não está acesa? _____

c) Quando A está ligado a B, a lâmpada fica acesa? _____


d) O que é que aconteceria se A fosse ligado a C? _____

e) Em que sentido (horário ou anti-horário) circulará a corrente, se A for ligado a C? _____

Feche a janela "Circuits". Para tal, clique no "File" e depois clique no "Close"

Tarefa NºII: Clique no **batteries**. Para isso clique na casinha  que se vê na barra de menu e depois clique no **batteries**

Faça uma breve leitura do texto que tem pela frente. Responda as questões seguintes:

- c) Se apenas uma pilha for usada no circuito da fig.1 a lâmpada brilha menos. Porquê? Sugestão: Pode retirar uma pilha. Para tal, clique no crocodilo . Coloque a seta do "mouse" sobre a pilha que pretende retirar e faça um clique sobre ela. Para desactivar o crocodilo, coloque a seta do "mouse" nele e retire-a. Feche o circuito, ligando a pilha com a lâmpada.

- d) Porque é que a lâmpada do circuito da fig.2 não está acesa? _____

Se os terminais da pilha forem ligados entre si (em curto circuito) a voltagem reduz-se a zero. O que é que aconteceria se a pilha fosse ligada em curto circuito? Situação típica dum curto circuito: dois fios desfiados em contacto numa instalação eléctrica; má ligação num circuito ou nas nossas residências. _____

Feche a janela "Batteries". Clique *File* → *Close* → *No* →



Tarefa Nº1: Clique no **flashlights**. O procedimento é o mesmo. Faça uma leitura breve do texto que tem pela frente. Responda as questões seguintes:

- a) A fig.1 representa o circuito duma lanterna. Diga se com o interruptor desligado a corrente circula ou não pelo circuito. _____
- b) Quando você liga o interruptor, o circuito fica fechado. Será que a corrente circulará pela lâmpada se se ligar o interruptor? _____
- c) Suponha que você tem uma lanterna com duas pilhas. Elas devem estar ligadas em linha de modo que a extremidade com o sinal "+" esteja dirigida no mesmo sentido (polaridade directa). Tente esboçar o circuito. Note que aquele botão que você usa para ligar ou desligar a lanterna é o tal interruptor (a chave).
- e) Enquanto a corrente circula, a energia da pilha vai-se gastando. Porque é que o interruptor ajuda a aumentar a longevidade da pilha? _____


De volta ao écran do computador.

- f) Se você ligasse A com B usando um arame, o que é que aconteceria se o interruptor fosse desligado? _____

- g) No circuito da fig.2, quantos interruptores precisam de estar ligados para que a lâmpada esteja acesa? _____

Feche a janela "Flashlight". Clique File→Close→No

Tarefa N°2: Crie um circuito eléctrico

Para criar um circuito eléctrico, clique na casinha  que se vê na barra de menu. Aparece uma janela preta idêntica a que precede a tarefa n°1.

Clique no **create a circuit**

Procedimentos

1. Arraste a pilha rectangular;



arraste a lâmpada



e arraste o interruptor







2. Faça um circuito constituído por esses elementos
 3. Verifique o funcionamento do circuito, ligando o interruptor.
 4. Percorra as ligações com o "mouse", leia e registre as informações relativas à voltagem, corrente e a potência, que aparecem na janela verde. Faça o registo das suas leituras na tabela abaixo.

Descrição	Esquerda da lâmpada		Direita da lâmpada	
	V	I	V	I
Lâmpada				
Próximo da pilha				
No meio				
Próximo da lâmpada				

Comentários sobre a tabela _____

Feche a janela. Clique File→Close. Aparece uma janela na qual se pergunta se você deseja gravar ou não. Clique "no" para não gravar.

Tarefa N°3 Clique na casinha  Clique **create a circuit**

- a) Da barra de menu do "Crocodile clips" arraste duas lâmpadas   e uma pilha cilíndrica . De quantas maneiras você pode combinar as lâmpadas para fazer um circuito? Mostre, construindo (no pacote Crocodile Clips) alguns circuitos. Esboce na folha de papel os circuitos construídos.



Percorra as ligações com o “mouse”, leia e registre as informações, numa tabela, que aparecem no rectângulo verde:

- Em cada um dos casos verifique a corrente que passa por cada uma das lâmpadas.
- Qual a voltagem nos extremos de cada uma das lâmpadas?

Nota: Comente os resultados da tabela

Pode ser uma tabela como esta. Mas, está livre de construir uma diferente. Desde que espelhe melhor os seus resultados.

Lâmpada	Esquerda da lâmpada		Direita da lâmpada	
	V	I	V	I
Primeira				
Segunda				

- b) Considere, agora, três lâmpadas  e uma pilha . Faça diferentes tipos de ligações no pacote Crocodile Clips. Esboce na tua folha de papel os circuitos construídos.

Percorra as ligações com o “mouse”, leia e registre, numa tabela, as informações que aparecem no rectângulo verde:

- Em cada um dos casos verifique a corrente que passa por cada uma das lâmpadas.
- Qual a voltagem nos extremos de cada uma das lâmpadas?

Nota: Tome como referência a tabela do exercício anterior. Faça comentários sobre a tabela.

- c) A que conclusões você pode chegar a partir dos dois exercícios anteriores? _____

Feche a janela. Clique *File* → *Close* → *No* → *File* → *Exit*.

Tarefa Nº4 Clique no DESIGN2 → Janela preta

Observe as figuras. Considere as figuras 1 e 2 e responda as perguntas colocadas.

- a) Qual é o potencial nos pontos A, B, C e D? _____
- b) Qual é a ddp entrê os pontos B e C; C e D; D e A? _____
- c) Sabendo que a ddp fornecida ao circuito pela bateria resulta da diferença dos potenciais entre os pontos A e B, diga qual é ddp fornecida ao circuito? _____

d) Compare o resultado da alínea anterior com a soma das ddp do resistor e das lâmpadas. _____

e) Qual é a corrente total que circula pelo circuito? _____

f) Qual é a corrente que passa por cada lâmpada e pela resistência. _____

g) Compare os resultados encontrados nas duas figuras. _____

Tarefa N°5: agora, considere as figuras 3 e 4. Responda as perguntas que se seguem.

a) Qual é a ddp fornecida ao circuito? _____

b) Qual é a ddp de cada lâmpada? E no resistor? _____

c) Qual é a corrente total fornecida ao circuito? _____

d) Qual é a corrente que passa em cada lâmpada? E pelo resistor? _____

e) Compare os resultados da fig.3 com os da fig.4. _____

Fim.

Feche a Janela: File→Close

N.B. As duas primeiras tarefas (em numeração romana) são as que foram retiradas depois da primeira intervenção durante o segundo ciclo.

Lição Nº2

Pacote: Crocodile Clips

Disciplina: Física

Tema: Tipos de Associações e Lei de Ohm

Classe: 11^a

Duração: 90min.

Objectivos: Distinguir a associação em série e em paralelo
Definir a resistência e introduzir a Lei de Ohm.

Clique no CROCCLIP→CROCELEM→CROCCLIP

CROCODILE CLIPS 3
elementary

circuits batteries
flashlights dimmers
doorbells fuses
quiz series lamps
motors parallel lamps
create a circuit High School

copyright © 1993-1998 Crocodile Clips Ltd • this software is protected by international copyright laws
A Professional Edition of Crocodile Clips 3 is available for High Schools
www.crocodile-clips.com/education/

Tarefa nº1: Clique no **series lamps**. Faça uma breve leitura do texto que tem pela frente. Ligue os interruptores dos circuitos.

Responda às questões apresentadas.

1. Compare o brilho entre as lâmpadas A, B, C e D dos circuitos das figuras. Se houver alguma diferença, diga qual é a razão. _____



Leia e registre os valores da Voltagem (nos pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8), da potência e da corrente em cada uma das lâmpadas. Registre os dados numa tabela. A tabela pode ser criada numa outra folha de papel. O que é que constatou? _____

2. Na lâmpada D regista - se um maior fluxo de corrente. Pode explicar porquê? _____

3. Das lâmpadas A, B e C o que é que aconteceria às outras duas se uma delas se quebrasse? Porquê? Pode retirar a lâmpada para ver o que acontece. _____

Nota: Compare as correntes que por elas passam.

Feche a janela "Series Lamps". Clique no File → Close → No

Tarefa nº2: Clique no . Para tal clique na casinha . Faça uma breve leitura do texto que tem pela frente. Verifique se os interruptores estão fechados. Caso não, feche-os.

Responda às questões apresentadas.



1. Compare o brilho entre as lâmpadas A, B, C e D _____

Nota: Compare as correntes que por elas passam.

2. Compare as correntes que passam pelas lâmpadas A e D. Em qual delas se regista maior fluxo de corrente? _____

3. Das lâmpadas A, B e C o que é que aconteceria às outras duas se uma delas se quebrasse? Porquê? Pode retirar a lâmpada para ver o que acontece. _____

Feche a janela "Parallel Lamps" File → Close → No

Tarefa nº3: Clique no . Para tal clique na casinha . Faça uma breve leitura do texto que tem pela frente. Responda as questões apresentadas.

- a) Ligue os interruptores nos dois circuitos. Porque é que a lâmpada do circuito a esquerda brilha mais que a do circuito à direita? _____

- b) Faça a leitura e o registo das correntes que passam em cada uma das resistências dos dois circuitos. Faça a leitura e o registo da ddp nos extremos de cada resistência dos dois circuitos. Calcule a resistência

para cada um dos casos, usando a seguinte expressão: $R = V/I$, onde R é a resistência, V é a ddp e I é a corrente.

Construa, numa outra folha de papel, uma tabela para registar os dados.

Comentários sobre a tabela _____


- c) Construa um circuito sem nenhuma resistência e outro com três resistências.

Faça a leitura e o registo das correntes que circulam em cada um dos circuitos. Faça a leitura e o registo da ddp nos extremos de cada resistência do outro circuito. Calcule a resistência para cada um dos casos, usando a seguinte expressão: $R = V/I$, onde R é a resistência, V é a ddp e I é a corrente.

Construa, numa outra folha de papel, uma tabela para registar os dados.

Comentários sobre a tabela _____



- d) No circuito da fig.3 que apresenta a resistência variável , mova o cursor vermelho. Quando é que você obtém maior corrente, quando o cursor está à direita ou à esquerda? _____

- e) Qual poderá ser a razão disso? _____

- f) Calcule a resistência mínima (cursor no extremo esquerdo) e a resistência máxima (cursor no extremo direito) _____

- g) Potência da lâmpada: _____

- i) Posto isto, tente dar a definição da resistência: _____

Feche o "Dimmers". File → Close

Tarefa nº4. Experiências

Com a ajuda do pacote *Crocodile Clips* realize as seguintes experiências. Esboce sempre numa folha de papel, os esquemas dos circuitos que você vai construir.

Experiência nº1

Construa um circuito, constituído por uma resistência e seis pilhas de 1,5V cada. Construa este circuito, primeiro com uma pilha. Leia e registre os valores da voltagem e da corrente. Depois introduza a segunda pilha. Leia e registre os valores da voltagem e da corrente. Vai aumentando as pilhas, uma por uma, até que as seis pilhas estejam ligadas, sempre lendo e registando os valores da voltagem e da corrente.

Procedimento

Para acrescentar a segunda pilha, desligue a pilha da lâmpada (do lado do pólo positivo). Ligue o pólo positivo da primeira pilha ao negativo da segunda pilha e ligue o pólo positivo da segunda a lâmpada. Para ligar a terceira pilha, desligue a segunda pilha da lâmpada (do lado do pólo positivo). Ligue o pólo positivo da segunda ao pólo negativo da terceira e o positivo da terceira a lâmpada. Proceda assim até a sexta pilha. No fim deve acontecer que no pólo negativo da primeira lâmpada a ddp deve ser de 0V enquanto que no pólo positivo da última pilha a ddp deve ser máxima e positiva.



N	V	I	R
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Nota: $1\text{mA} = 0,001\text{A} = 10^{-3}\text{A}$

- e) Na sua opinião, qual a relação (de proporcionalidade) existente entre a corrente, a resistência e a diferença de potencial (ddp)? _____
- f) Sabendo que a corrente designa-se por I, a resistência por R e a ddp por V, tente escrever a expressão matemática que traduz a sua relação. _____

Feche a janela. File→Close→No

Experiência nº2

1º) Ligue duas pilhas de 1,5V  cada uma, em série. A elas ligue uma lâmpada  e observe o seu brilho. Qual é a corrente fornecida pelas pilhas? _____

2º) Crie um circuito, ligando duas pilhas de 1,5V cada uma, em série e duas lâmpadas também em série. Feche novamente o circuito, observe o brilho das duas lâmpadas. Tendo em vista as suas observações, responda: a) a corrente fornecida pelas pilhas aumentou, diminuiu ou não se alterou com a introdução da segunda lâmpada no circuito? _____

b) Então, a resistência do circuito aumentou ou diminuiu com a introdução da segunda lâmpada? _____

3º) Introduza, agora, uma terceira lâmpada, em série com as duas primeiras. Observe de novo o brilho das lâmpadas e diga o que aconteceu com o valor da corrente fornecida pelas pilhas e com o valor da resistência total do circuito devido à introdução da terceira lâmpada. _____

4º) Ligue três interruptores intercalando-os com as lâmpadas. Desligue um interruptor e observe o que ocorre. Feche esse interruptor e desligue o segundo e veja o que acontece. Feche-o e desligue o último. O que é que acontece? _____

Então, numa associação em série, o que é que acontece com a corrente quando um dos interruptores é desligado? _____

Feche a janela. Proceda do mesmo modo que nos casos anteriores.

Experiência nº3

Agora monte um circuito com duas pilhas de 1,5V em série que servirão de fonte de alimentação a um circuito constituído por três lâmpadas ligadas em paralelo. Coloque também três interruptores que liguem as três lâmpadas.

1º) Ligue o interruptor da lâmpada 1. Leia o valor da corrente _____

2º) Ligue, agora, os interruptores das lâmpadas 1 e 2. Leia o valor da corrente e diga se esta aumentou, diminuiu ou não se alterou com a ligação da segunda lâmpada. _____

O que é que isso significa em termos de resistência, aumentou ou diminuiu com a ligação da segunda lâmpada? _____

3º) Agora, liga também o terceiro interruptor. Portanto, todos estão ligados. Leia o valor da corrente. A corrente aumentou ou diminuiu? _____

E o que aconteceu com a resistência total do circuito? _____

4º) Desligue o interruptor 1. O que é que acontece com as outras lâmpadas 2 e 3? _____

Agora desligue apenas o interruptor 2. O que é que aconteceu com as lâmpadas 1 e 3? _____

Agora desligue apenas o interruptor 3. O que é que aconteceu com as lâmpadas 1 e 2? _____

Agora você entende porque é que pode desligar uma das lâmpadas sem que as outras se desliguem? _____

Feche a janela.

Nota: Todas as suas respostas devem ser registadas no papel. Pode usar outra folha de papel, caso o espaço seja pequeno.

Fim

Lição Nº3

Pacote: Crocodile Clips

Disciplina: Física

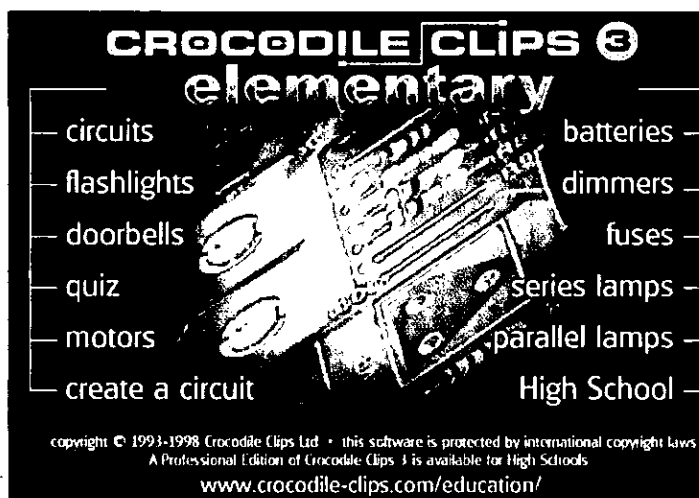
Tema: Circuitos eléctricos e Lei de Ohm

Classe: 11ª

Duração: 90min.

Objectivo: Consolidar os conceitos de circuito eléctrico; associações em série e em paralelo e Lei de Ohm. Dar a conhecer a noção de fusível e sua importância.

Clique no CROCCLIP→CROCELEM→CROCCLIP→Janela preta



Tarefa nº1: Abra o "DESIGN1". Para tal clique no File→Open→DESIGN1→Ok

Ligação em série. Observe a figura; ligue os interruptores e responda às questões apresentadas.

1. Qual é o interruptor (chave) que deve ser desligado (aberto) para que todas as lâmpadas se apaguem. _____

2. Qual é o interruptor que deve ser ligado (fechado) para que todas as lâmpadas estejam acesas? _____

3. É possível apagar apenas uma lâmpada? Porquê? _____

4. Qual é a corrente fornecida pela fonte? _____

5. Que corrente passa por cada uma das lâmpadas? _____

6. Qual é a ddp do circuito? _____

7. Qual é o potencial nos pontos A, B, C e D? _____

8. Qual é a ddp em cada uma das lâmpadas? Para tal ache a diferença entre dois pontos? _____

9. Como poderias calcular a ddp total de todo circuito? _____

10. Com base no exercício anterior, tenta deduzir a expressão que te permita calcular a resistência equivalente (total). _____

Feche o "DESIGN1", clicando no File→Close

Tarefa nº2: Abra o "Circuito". Para tal clique File→Open→Circuito→Ok.

Ligação em paralelo. Observe a figura, ligue os interruptores e responda às questões apresentadas.

1. Qual é o interruptor que liga todas as lâmpadas? _____

2. Uma das lâmpadas não se apaga sozinha. Qual destas três não se apaga sozinha? _____

3. Qual é a ddp que alimenta todas as lâmpadas? _____

- E qual é a ddp para cada uma delas? _____

4. Qual é a corrente total do sistema? _____

- Qual é a que passa por cada lâmpada? _____

5. Com base na expressão que permita calcular a corrente total, tente deduzir a expressão que permita calcular a resistência equivalente para este caso. _____

6. Admita que uma lâmpada seja desligada, a corrente total aumenta, diminui ou não se altera? _____

E a que passa em cada lâmpada _____

Tente encontrar alguma explicação para este facto. Sugestão: apague uma das lâmpadas e veja o que acontece. _____

7. Nas condições da pergunta anterior, diga qual é a ddp do circuito? _____

E qual é a ddp para cada lâmpada? _____

Feche o Circuito, procedendo do mesmo modo que no caso anterior.

Tarefa nº 3: Clique na casinha . Clique **create a circuit**

Um circuito é constituído por duas lâmpadas ligadas em série, alimentadas por uma pilha de 9V (rectangular).
Faça o esboço da figura.

Calcule:

a) A resistência equivalente: _____

b) A corrente total do circuito: _____

c) Verifique, com o cursor, a corrente que passa por cada lâmpada: _____

d) qual é a ddp em cada lâmpada? _____

Feche o circuito. Clique File → Close → No

Tarefa nº4: Clique na casinha . Clique **create a circuit**


Três resistências associadas em paralelo e uma em série com as três estão sendo alimentadas por uma pilha de 9V. Desenhe o circuito.

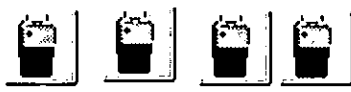


Calcule:

- a) a resistência equivalente da associação: _____
- b) a corrente que passa por cada uma das resistências: _____
- c) a corrente total: _____
- d) percorra o cursor no circuito e faça a leitura da corrente que passa por cada uma das resistências e a corrente total do circuito: _____
- e) Compare com os resultados dos seus cálculos: _____

Feche a janela. Clique File→Close→No

Tarefa nº5: Clique na casinha . Clique **create a circuit**

Coloque a seta do "mouse" no fusível  que se encontra na barra de menu. Aparece a seguinte expressão: 1 A Fuse.

1. Construa um circuito constituído por 4 pilhas de 9Volts cada uma , 1 lâmpada  e 1 interruptor . Ligue o interruptor. Registe os valores da voltagem e da corrente. _____
2. Retire uma pilha. Ligue o circuito e registe os valores da voltagem e da corrente. Pode fazer uma tabela numa outra folha de papel para fazer o registo dos dados. _____
3. Agora coloque um fusível entre o interruptor e a lâmpada. Ligue o interruptor. Registe os valores da voltagem e da corrente. Faça o registo desses dados numa tabela. _____
4. Agora aumente, no circuito, mais uma pilha. Ligue o interruptor. O que é que acontece? _____
5. Desligue o interruptor. Retire o fusível fundido. Retire uma pilha. Coloque um novo fusível. Liga de novo o circuito e feche o interruptor. O que é que aconteceu? _____

6. Percebeu agora a função do fusível? _____

7. Explique porque é que é perigoso colocar um fio qualquer quando um fusível se funde. _____

Fim