

Ministério da Educação  
Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

Ensino Recorrente de Nível Secundário

**Programa de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica**

**10º Ano**

Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica

Autores

Henrique Gante

José Gregório

Adaptado a partir do programa elaborado por:

Aníbal das Neves Oliveira (Coordenador)

Alcides Pereira Baptista

Jorge Luís de Matos Teixeira

José Virgílio Faria Pires

Homologação

16/02/2005

## Índice

I. Introdução.....	3
II. Apresentação .....	5
1. Finalidades da disciplina .....	5
2. Objectivos gerais da disciplina.....	6
3. Visão geral dos temas /conteúdos.....	7
4. Sugestões metodológicas gerais .....	8
5. Avaliação .....	11
6. Gestão horária .....	14
7. Recursos.....	15
7.1. Internet.....	15
III. Desenvolvimento do programa.....	17
IV. Bibliografia Geral.....	24

## I. Introdução

Numa perspectiva de desenvolvimento integral do ser humano, os indivíduos adultos devem desenvolver as suas competências no sentido de melhorarem as suas qualificações culturais, técnicas profissionais e pessoais.

O ensino recorrente de nível secundário corresponde à concepção de um modelo de ensino integrado no sistema de educação e formação de adultos, podendo constituir-se como uma via tanto educativa como formativa em contexto escolar e de acordo com um plano de estudos organizado, e que procura nesta modalidade de ensino, uma resposta que permita aos alunos a conciliação da frequência de estudos com as obrigações pessoais e profissionais.

A componente de formação tecnológica do Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica é composta por três disciplinas de natureza técnica (Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica, Sistemas Analógicos e Digitais e Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica), que irão funcionar durante o 10º, 11º e 12º anos e nas quais se pretende proporcionar uma formação de banda larga, através da qual os alunos desenvolvam saberes, capacidades e atitudes que estruturem um conjunto de competências - base do curso.

Para além destas disciplinas, no 12º ano irão funcionar a disciplina de Especificação e o Projecto Tecnológico, com os quais se pretende fazer o aprofundamento e desenvolvimento das competências – base, tendo em vista a preparação e a orientação para um dado sector de actividade, para uma profissão ou para uma família de profissões.

Na sociedade actual a informação é abundante e de acesso fácil. Não é função da escola transmitir quantidades maciças de informação, mas antes conferir competências para sistematizar a informação, pensar criticamente a realidade, equacionar e resolver problemas, empreender soluções, trabalhar com eficiência e qualidade. Na escola deve-se, sobretudo, "aprender a aprender". A escola não pode funcionar como lugar de mera transmissão de conhecimentos, mas sim proporcionar aos seus alunos a construção de competências através de aprendizagens relevantes e significativas. Relevantes por contribuírem efectivamente para as construção das competências. Significativas, na medida em que se contextualizem com os interesses, as capacidades e conhecimentos dos alunos.

Tendo em conta que o saber não se adquire por acumulação, mas por reconstrução e reestruturação de saberes adquiridos, as disciplinas técnicas devem pois, quer na primeira, quer na segunda fase, contribuir para um todo coerente de saberes e competências, naturalmente através de abordagens e objectivos próprios, mas complementados e articulados de forma congruente.

A disciplina de **Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica**, fará a exploração criativa de hipóteses pela experimentação laboratorial e pela utilização da simulação em computador. Esta disciplina funcionará de forma intimamente relacionada com os Sistemas Analógicos e Digitais de modo a dar suporte experimental à conceptualização teórica, não só demonstrando e confirmando a teoria, mas sobretudo antecipando-a através do método indutivo.

Pretende-se, assim, valorizar claramente a aprendizagem feita pela prática e integrada nos contextos de aplicação da tecnologia, bem como estimular as práticas pedagógicas centradas na actividade do aluno, as únicas que permitem a construção autónoma e segura do saber.

## II. APRESENTAÇÃO

### 1. Finalidades

A disciplina de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica tem um carácter essencialmente experimental. A utilização do método experimental não se deve confinar à verificação rotineira da teoria, mas possibilitar de forma viva a exploração criativa de hipóteses de modo a desenvolver o espírito de curiosidade científica, o sentido crítico, a criatividade e o empreendimento.

Esta disciplina apoiará também, através dos conhecimentos e competências a adquirir pelos alunos, a concretização dos objectivos quer da disciplina de Aplicações Tecnológicas nos 10º e 11º anos, quer da disciplina de especificação no 12º ano.

São finalidades da disciplina:

- Desenvolver o conhecimento do método experimental e a sua aplicação ao estudo da tecnologia como forma de estudo e de compreensão da realidade;
- Proporcionar situações de aplicação concreta dos campos conceptuais estudados, interrelacionando, interpretando e sintetizando conhecimentos;
- Possibilitar a utilização do método experimental para a validação de hipóteses, para a descoberta das leis que regulam os fenómenos da electricidade e electrónica e para desenvolver a capacidade de aprender a partir da experimentação;
- Relacionar e associar as capacidades de observação, medição e registo laboratorial com a capacidade de representação e cálculo gráfico, com a capacidade de tratamento matemático dos fenómenos e ainda com a capacidade de interpretação física dos mesmos;
- Estimular o interesse e a capacidade de utilizar meios informáticos como ferramenta de estudo e modelação da realidade e de intervenção sobre ela;
- Desenvolver as competências pessoais e sociais necessárias ao cidadão em formação.

## 2. Objectivos gerais

Tendo como horizonte o conjunto de competências gerais a desenvolver, listadas na apresentação do curso, a disciplina de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica tem como objectivos o desenvolvimento dos seguintes saberes, capacidades e atitudes:

- Utilizar o método experimental para resolver problemas práticos, para descobrir uma relação entre grandezas, para confirmar uma hipótese, para estudar o comportamento ou determinar uma característica de um dispositivo;
- Aplicar com correcção as regras de higiene e segurança no trabalho;
- Distinguir e utilizar correctamente grandezas e unidades;
- Classificar/identificar materiais e componentes, em função das suas características, funções, funcionamento e utilização.;
- Conhecer, seleccionar e manipular correctamente a diversa aparelhagem de medida e outro equipamento laboratorial tendo em conta as regras de segurança e de boa utilização;
- Seleccionar técnicas e procedimentos adequados às experiências a realizar;
- Ler, interpretar e desenhar esquemas eléctricos e justificar e prever o seu funcionamento;
- Fazer correctamente medições directas e indirectas empregando aparelhagem e técnicas de medida adequadas;
- Interpretar e prever as variações relativas das grandezas eléctricas;
- Recolher, registar e tratar adequadamente informação obtida por processos experimentais;
- Analisar de forma lógica e rigorosa os resultados experimentais obtidos para daí deduzir conclusões ou induzir generalizações;
- Praticar uma adequada crítica e verificação de resultados, validando-os através de processos lógicos ou práticos, comparando dados obtidos experimentalmente com os previstos matematicamente, etc.;
- Detectar e reparar avarias e anomalias em montagens de maior ou menor complexidade.

### **3. Visão geral dos temas / conteúdos**

#### **10º Ano**

##### **Módulo 1**

- Medições. Noções de aparelhagem
- Leis gerais do circuito eléctrico
- Análise de circuitos eléctricos

##### **Módulo 2**

- Electromagnetismo
- Corrente alternada (1ª parte)

##### **Módulo 3**

- Corrente alternada (2ª parte)
- Circuitos com díodos

## 4. Sugestões metodológicas gerais

A gestão do programa deve ser feita tendo em conta a necessidade de uma articulação estreita com a disciplina de Sistemas Analógicos e Digitais, pelo que se torna aconselhável que seja o mesmo professor a leccionar as duas disciplinas.

O tema da Electricidade e do Electromagnetismo é também tratado na disciplina de Física e Química B, pelo que deve haver o cuidado de se fazer uma coordenação da gestão dos programas com o professor desta disciplina.

Dada a natureza experimental da disciplina de Práticas Laboratoriais de Electrotecnicia e Electrónica, as turmas deverão ser divididas de forma a não exceder o máximo de dez alunos por turno.

A gestão das actividades na sala de aula é da competência do professor, sendo este que decide quais os trabalhos a fazer individualmente e quais os trabalhos a fazer em grupo.

A realização de alguns trabalhos individuais pode ser vantajosa quando se pretende desenvolver a autonomia do aluno na manipulação do material e da aparelhagem, na execução de procedimentos, na recolha e tratamento de dados, na interpretação e na crítica de resultados, etc. Quanto aos trabalhos de grupo, devem fazer-se não apenas por não haver equipamento disponível para trabalhos individuais, mas também com o intuito de desenvolverem as competências para a cidadania. De facto, são excelentes oportunidades de aprendizagem do diálogo, da tolerância, da cooperação, da solidariedade, da partilha, do espirito crítico, do compromisso entre liberdade e responsabilidade, etc.

A utilização de *software* de simulação laboratorial de electrotecnicia e electrónica mostra-se muito útil uma vez que permite:

- Realizar de forma mais simples e cómoda experiências complexas;
- Simular experiências que exigiriam recursos físicos não disponíveis;
- Evitar avarias e deterioração do equipamento ainda que simulando situações extremas (curtos-circuitos, sobrecargas etc.);
- Fazer registos de esquemas e gráficos de forma cómoda e rápida;
- Guardar em memória informática esquemas e outros registos com vista ao prosseguimento do estudo em sessões futuras.

Contudo, o laboratório virtual não pode substituir completamente o laboratório real por razões pedagógicas óbvias, pelo que as duas abordagens se devem complementar de forma equilibrada. É geralmente recomendável que os primeiros contactos que os alunos façam com situações experimentais de tipo novo (novos componentes, novos dispositivos, novo tipo de circuitos, etc.), o façam em situação real, manuseando componentes, circuitos e aparelhos reais.

As actividades da disciplina, não tendo que se limitar ao trabalho experimental propriamente dito, poderão abranger práticas de outro tipo, tais como:

- **Trabalhos de observação reflectida** (de fenómenos, de componentes, de dispositivos, etc.) que passe pela recolha e sistematização de dados, pelo lançamento de hipóteses ou de previsões, pela obtenção e comunicação de resultados.
- **Trabalhos de pesquisa** a partir de um problema ou tema proposto, que passe pela procura e tratamento de informação e pelo relato de conclusões.

Quanto aos trabalhos laboratoriais, não deverão limitar-se à verificação rotineira dos fenómenos e das leis estudadas em aulas teóricas. Devem ter sempre um cariz de descoberta e permitir que o aluno construa as suas aprendizagens de forma significativa, apoiando na experiência concreta a compreensão dos fenómenos, das leis físicas ou do funcionamento de dispositivos.

As actividades laboratoriais poderão ser de vários tipos, tais como:

- **Desenvolver uma técnica ou uma competência prática** (Exemplo: manusear o osciloscópio, utilizar um *software* de simulação, praticar uma técnica de medição ou de registo, etc.);
- **Entrar em contacto com um fenómeno através da experiência** (Exemplo: como funciona um díodo, como uma corrente influencia uma agulha magnética, como a temperatura altera uma resistência, etc.);
- **Ensaiar o funcionamento de um dispositivo** (Exemplo: como funciona um multiplexer, analisar o circuito amplificador de tensão inversor, testar o funcionamento de um contador digital integrado, etc.);
- **Verificar um facto ou uma relação física** (Exemplo: verificar a lei das malhas, verificar o teorema da sobreposição, etc.);
- **Descobrir uma lei ou uma relação física** (Exemplo: descobrir a relação entre a tensão e a corrente numa resistência fixa, relacionar os valores e os sentidos das correntes presentes num nó, etc.);
- **Prever e verificar** o funcionamento ou alterações do funcionamento de circuitos ou dispositivos em função das suas variáveis (Exemplo: ver o que acontece quando se interrompe uma dada resistência num circuito misto, prever o que acontece quando se varia a frequência num dado circuito RLC, etc.);
- **Fazer uma investigação aberta** por trabalho livre e autónomo dos alunos, a partir de um problema proposto pelo professor ou pelos próprios alunos.

Um trabalho poderá conjugar vários tipos de actividades acima sugeridos.

Há vantagem que os trabalhos, ou pelo menos alguns deles sejam guiados por roteiros escritos previamente preparados pelo professor. Porém, há que ter o cuidado de evitar uma atitude dirigista por parte do professor que retire ao aluno a oportunidade da descoberta e da construção autónoma do saber. Estes roteiros devem ser concebidos de forma a lançarem ao aluno constantes desafios de reflexão sobre o que se pretende, como se procede, o que se observa, os resultados, as conclusões, etc.

Na planificação é preciso ter em conta que, para se desenvolverem as competências-base que já se referiram, é necessário que as metodologias a usar sejam centradas na actividade do aluno e não na do professor. É necessário clarificar e concertar com os alunos os objectivos, permitir que eles escolham os percursos, reflectam sobre o que fazem e o que obtêm, fundamentem e confrontem as suas opiniões, enfim desvendem eles próprios os caminhos do saber. O papel do professor não será o de transmitir conhecimentos, mas o de acompanhar a aprendizagem, assistindo-a através de uma avaliação formativa, contínua e reguladora do processo. Num trabalho laboratorial o aluno deve ser convidado a expressar livremente o seu raciocínio e a explicar o que está a fazer. O professor deverá orientá-lo através de perguntas que o ajudem a encontrar o caminho.

Um esquema de perguntas pode ser previamente planeado de forma a construir-se uma **entrevista estruturada** a fazer aos alunos, que pode ser ao mesmo tempo instrumento de orientação e de avaliação. Sugerem-se a seguir algumas questões que, devidamente contextualizadas às situações, podem integrar um instrumento destes:

- **Na fase de interpretação:** Como traduzes por palavras tuas o problema proposto? Como o estás a perceber? O que é pedido? Quais as condicionantes? Que dados tens à partida? Que informações te faltam? Como as podes encontrar? Em que questões parciais se pode dividir o problema? Que questões prévias tens de resolver?
- **Na fase de planificação:** Que estratégias possíveis de resolução existem? Qual é a que vais usar? Porquê? Que hipóteses formulas? Que resultados prevês? Como vais planear o trabalho?
- **Na fase de resolução:** Que cuidados há a ter? Que processo está a usar? Como está a registar os dados? Que dificuldades se levantam? Como continuar? Que tratamento fazes dos dados? Que conclusões tiras?
- **Na fase de verificação:** Que crítica fazes dos resultados? Como podes confirmar a razoabilidade da tua resposta?
- **Na fase de retrospectiva:** És capaz de descrever a forma como resolveste o problema ou como realizaste o trabalho? Que dificuldades encontraste? Que tentativas falhadas tiveste? Porque falharam? Poderias ter seguido um melhor caminho? O que aprendeste? Como aprendeste?

## 5. Avaliação

Considerando que este tipo de curso pode ser frequentado por dois tipos de alunos: alunos em regime presencial e não presencial, torna-se necessário estabelecer algumas regras na avaliação.

- Para os alunos em regime presencial a avaliação será contínua, sendo os alunos integrados em turmas, com sujeição ao dever de assiduidade (Portaria n.º 550-E/2004, de 21 de Maio, art.º 11º);

- Para os alunos de frequência não presencial, em que os mesmos realizam provas de avaliação em épocas próprias - Janeiro, Abril, Junho ou Julho (Portaria n.º 550-E/2004, de 21 de Maio, art.º 11º e art.º 20.º, n.º 3);

- Modalidades de Avaliação – Art.º 14.º, 15.º, 16.º, 17.º, 18.º, 19.º e 20.º) da Portaria n.º 550- E/2004, de 21 de Maio).

Nestes artigos são descritas diferentes modalidades de avaliação, tais como:

### a) Avaliação diagnóstica

Deverá realizar-se prioritariamente no início do ano lectivo, visando detectar eventuais dificuldades dos alunos, fundamentar medidas de recuperação consentâneas com os diagnósticos realizados e definir estratégias de diferenciação pedagógica.

### b) Avaliação diagnóstica globalizante

Será um tipo de avaliação que visa a validação de competências em contexto escolar e não escolar e que se prende com a verificação dos requisitos necessários que o candidato deve possuir, para frequentar o ensino recorrente.

### c) Avaliação formativa

A avaliação na disciplina de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica deverá ter em conta as várias dimensões que estruturam a aprendizagem. Os alunos devem ser envolvidos activamente no processo de avaliação, através de uma reflexão sobre a sua participação na construção das aprendizagens, e consequentemente identificar dificuldades e êxitos. A sua função primordial é regular o processo de ensino aprendizagem. O recurso à avaliação formativa deverá ser contínuo, sistemático e global em todo o processo de aprendizagem, permitindo ao professor, perante as dificuldades detectadas, diversificar os mecanismos de recuperação e ao aluno, regular e ajustar o desenvolvimento da sua formação, pela selecção das adequadas estratégias a utilizar.

A avaliação deve incidir, para além dos resultados da aprendizagem, no processo seguido e no esforço desenvolvido pelo aluno, nas formas encontradas para superação das dificuldades e na progressão obtida.

### d) Avaliação sumativa

A avaliação sumativa consiste na formulação de um juízo globalizante sobre o grau de desenvolvimento das aprendizagens do aluno e tem como objectivos a classificação e a

certificação. É expressa na escala de 0 a 20 valores e pode revestir-se de duas modalidades diferentes:

### **d1) Avaliação sumativa interna na modalidade de frequência presencial**

Não interessando apenas avaliar o produto final mas também aquilo que os alunos sabem e são capazes de fazer, será conveniente diversificar as estratégias de avaliação, e as técnicas e instrumentos de recolha e tratamento de dados, tais como listas de verificação e grelhas de observação.

Na construção e aplicação das técnicas e instrumentos referidos torna-se necessário definir o que, quem, quando e como observar.

**A diversificação dos momentos de avaliação sumativa** contribuirá para assegurar a continuidade e a progressão na aprendizagem, pelo que se recomenda que sejam frequentes e de curta duração. Sugere-se que não se utilizem noventa minutos em cada momento de avaliação.

**Os critérios de avaliação**, sendo do prévio conhecimento dos alunos, deverão contemplar um conjunto de competências, entre as quais se sugerem:

- Revelar capacidade de comunicação oral e escrita;
- Saber interpretar/analisar dados e informações recolhidas;
- Revelar espírito de síntese;
- Saber comunicar os seus juízos e decisões;
- Resolver problemas e criticar os resultados obtidos;
- Realizar trabalhos de pesquisa individuais e/ ou em grupo.

### **d2) Avaliação sumativa interna na modalidade de frequência não presencial** (Portaria n.º 550-E/2004, de 21 de Maio, art.º 20.º, ponto 11).

Avaliação sumativa interna na modalidade de frequência não presencial aplica-se, em cada disciplina, aos alunos inscritos nesta modalidade de frequência, bem como aos alunos na modalidade de frequência presencial, como avaliação de recurso, para efeitos de capitalização dos módulos em atraso.

As provas de avaliação podem revestir as formas de:

- Prova escrita;
- Prova oral;
- Prova escrita com componente prática.

**Nota: Para informação junto dos alunos, recomenda-se uma leitura atenta da Portaria n.º 550-E/2004, de 21 de Maio, por parte dos professores.**

Pelo uso das metodologias descritas anteriormente, e à medida que orienta o processo de aprendizagem sem retirar a iniciativa ao aluno, o professor pode e deve fazer uma avaliação formativa simultânea, determinando o tipo de dificuldades de cada aluno e quais as estratégias de remediação a encetar para as ultrapassar. Pode também ajudar o aluno a fazer a sua auto-avaliação contínua e pode ir intervindo, alterando as estratégias de maneira a melhorar o êxito da aprendizagem.

A avaliação deve pois ser contínua e ter uma intencionalidade formativa, contribuindo de forma eficaz para a regulação do processo de ensino-aprendizagem e para o planeamento de processos de correcção necessários.

Basear a avaliação em processos não estruturados eleva o grau de subjectividade, o que pode originar situações de injustiça além de diminuir a eficácia do papel formativo da avaliação. Por outro lado, na prática laboratorial, em que não importa avaliar apenas o produto, mas também o processo, não se torna aconselhável o uso de testes de papel e lápis. Serão mais úteis técnicas de observação para as quais se terão que construir instrumentos de avaliação e de registo adequados como, por exemplo, as listas de verificação e as grelhas de observação.

As listas de verificação destinam-se a registar a presença ou a ausência de comportamentos significativos ou de certas aprendizagens. São fáceis de usar, mas fornecem informação limitada. Quando se pretende ter uma medida da qualidade, da frequência ou da progressão de um comportamento ou de uma aprendizagem, uma grelha de observação torna-se mais útil, embora seja de mais trabalhosa construção. A entrevista estruturada, já atrás referida, é outro instrumento muito útil para a avaliação tanto em prática laboratorial, como na resolução de problemas.

Para construir os instrumentos apontados é necessário definir com clareza, para cada situação, o que observar, quem observar (poucos alunos de cada vez), quando observar (por períodos curtos) e como observar (que registos fazer). É conveniente definir metas práticas e realistas.

Os critérios de avaliação devem ser explicitados e mesmo negociados com os alunos.

Em função dos objectivos e das competências a desenvolver, deve ser definido um conjunto de critérios, entre os quais se sugerem os seguintes:

- Eficácia (relação entre resultados e objectivos);
- Planificação e organização do trabalho e eficiência (relação entre resultados e meios e tempos);
- Estratégias de resolução de problemas;
- Utilização correcta de métodos de medida, de procedimentos laboratoriais e de regras de segurança;
- Capacidade de inter-relacionamento entre resultados obtidos, suas representações gráficas e matemáticas e a sua interpretação física;
- Crítica de resultados;
- Capacidade de comunicação oral e escrita.

## 6. Gestão horária

A disciplina de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica insere-se no Curso Tecnológico de Electrotecnia/Electrónica do Ensino Recorrente de nível secundário, nos 10º, 11º e 12º anos (Portaria n.º 550-E/2004, de 21 de Maio - Anexo 8).

Esta disciplina é constituída por 3 módulos capitalizáveis anuais com a carga horária de duas unidades lectivas semanais de 90 minutos.

O programa está concebido para 33 semanas, sendo que cada módulo terá uma duração média de 11 semanas, a que corresponde aproximadamente um período lectivo.

Dada a natureza da disciplina e o número de trabalhos previstos deverá considerar-se como regra a realização de um trabalho prático por aula de noventa minutos. Contudo poderão ser associados ou subdivididos consoante o tipo de trabalhos, as características da turma e o equipamento existente no laboratório.

Os temas e objectivos que se apresentam no desenvolvimento do programa são os considerados essenciais. Isso não significa contudo, que se deva dar exactamente o mesmo desenvolvimento a todos. Cabe ao professor fazer uma adequada gestão do tempo disponível, tendo em devida conta a importância relativa dos assuntos.

A gestão horária deverá ser feita em coordenação com a disciplina de Sistemas Analógicos e Digitais, não esquecendo a ideia metodológica básica de que a prática deve, sempre que possível, antecipar a teoria. Assim, não fará sentido um atraso da disciplina de Práticas Laboratoriais de Electrotecnia e Electrónica em relação à de Sistemas Analógicos e Digitais.

## 7. Recursos

Existem diversos programas para computador que fazem a simulação laboratorial de electricidade e de electrónica analógica e digital, os quais podem facilmente encontrar-se na Internet ou nos distribuidores de material didáctico, alguns a preços muito acessíveis.

Recursos a utilizar:

- Equipamento diverso de laboratório;
- Caixas didácticas (especialmente de Electromagnetismo);
- Laboratório virtual (exemplo: *Electronics Workbench*, *Pspice*, *Crocodile Technology*, *CircuitMaker*, etc.);
- Outros recursos audiovisuais (exemplo: *Data show*, Projector/Adaptador de vídeo, etc.).

Seria conveniente a existência, no laboratório, de um conjunto de circuitos simples com avarias preestabelecidas que serviriam para as tarefas de pesquisa de avarias.

Da mesma forma, seria útil a existência de circuitos modulares já montados em placas de circuito impresso que facilitassem a montagem de circuitos mais complexos por associação de módulos, designadamente nos temas relacionados com Electrónica Digital.

Devem ser produzidos na escola roteiros de trabalhos experimentais, tanto para laboratório real como para laboratório virtual, adaptados ao material existente na escola, às características dos alunos e à gestão do currículo.

As escolas devem prever, no mínimo para cada grupo de dois alunos, a existência de um computador com *software* de simulação electrónica, disponível para os trabalhos laboratoriais.

### 7.1. Internet

<http://www.softwarelabs.com/>

<http://www.farnell.com/>

<http://www.interactiv.com/>

<http://www.crocodile-clips.com/>

<http://www.rs-components.com/>

<http://www.crescent-multimedia.com/>

<http://www.twysted-pair.com/links.htm>

<http://www.geocities.com/SiliconValley/Platform/1328/FreeWare.HTML>

[http://www.softseek.com/Education\\_and\\_Science/Teaching\\_Tools/](http://www.softseek.com/Education_and_Science/Teaching_Tools/)

#### Transformadores

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/acoplados/acoplados.htm>

<http://www.transformador.com/> (Espanha)

<http://www.dsee.fee.unicamp.br/~sato/ET515/node47.html> (México)

<http://www.trasfor.com/> (Brasil)

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/>

<http://home.earthlink.net/~jimlux/hv/xfrmeas.htm>

#### Motores

<http://www.hansen-motor.com/>

<http://www.motioncontrol.com/products/level1.cfm>

<http://www.dovers.com.au/>

<http://www.educatorscorner.com/experiments/html/exp78.shtml#>

<http://www.solorb.com/elect/pwm/>

<http://home.a-city.de/walter.fendt/physengl/electricmotor.htm>

## III. Desenvolvimento do Programa

## Módulo 1: Leis gerais do circuito eléctrico

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>Módulo Inicial: Medições</b> <b>Noções de aparelhagem</b></p> <p>Natureza e tipos de aparelhos de medida</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classes de precisão de aparelhos de medida</li> <li>- Noção de erro absoluto e relativo</li> <li>- Medição de tensões</li> <li>- Medição de correntes</li> <li>- Medição directa de resistências</li> <li>- Introdução à simulação em computador</li> </ul>	<p>Identificar os diversos aparelhos de medida.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer tipos de erros que intervêm numa medição.</li> <li>- Associar os arredondamentos à classe de precisão da aparelhagem.</li> <li>- Realizar leituras com os diversos aparelhos de medida.</li> <li>- Medir resistências utilizando o ohmímetro.</li> <li>- Relacionar os valores do código de cores com as leituras.</li> <li>- Medir correntes com amperímetro e multímetro.</li> <li>- Medir tensões com voltímetro e multímetro.</li> <li>- Seleccionar correctamente o aparelho de medida mais apropriado.</li> <li>- Seleccionar correctamente campos de medida.</li> <li>- Utilizar as funcionalidades de um programa de simulação em computador para: <ul style="list-style-type: none"> <li>- desenhar e testar circuitos;</li> <li>- efectuar medições.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Nota:</b> as indicações que se seguem pressupõem uma prévia leitura das sugestões metodológicas gerais feitas na apresentação do programa e que não são aqui repetidas por uma questão de simplificação do texto. Devem, no entanto, estar sempre presentes na gestão do programa. Assim, o professor terá o cuidado de, a cada passo, discernir a importância relativa dos assuntos, centrar o processo de aprendizagem na actividade dos alunos, diferenciar os métodos de acordo com as características daqueles, diversificar o tipo de actividades laboratoriais, lançar constantes desafios de reflexão e de discussão, aplicar continuamente uma avaliação formativa apoiada em instrumentos adequados.</p> <p>Fazer medições da mesma grandeza utilizando campos de medida diferentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer medições da mesma grandeza utilizando aparelhos diferentes.</li> <li>- Introduzir os múltiplos e submúltiplos das várias grandezas.</li> <li>- Praticar várias leituras com os diversos aparelhos de medição do simulador.</li> </ul>	3

**Módulo 1: Leis gerais do circuito eléctrico**

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>1. Circuito eléctrico</b></p> <p>1.1 Variação da resistência com a temperatura</p> <p>1.2 Associações série e paralelo</p> <p>1.3 Associações mistas</p> <p>1.4 Condições de funcionamento de um circuito</p> <p>1.5 Lei de Ohm</p> <p>1.6 Circuitos série</p> <p>1.7 Circuitos paralelo</p> <p>1.8 Circuitos mistos</p> <p>1.9 Resistência interna de um gerador</p> <p>1.10 Medição de Potências</p> <p>1.11 Máxima transferência de potência</p> <p>1.12 Divisor de tensão em vazio</p> <p>1.13 Divisor de tensão em carga</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o comportamento de uma resistência com a temperatura.</li> <li>• Verificar a relação de grandeza entre a resistência equivalente de uma associação e as resistências associadas.</li> <li>• Analisar as condições de funcionamento de um circuito eléctrico.</li> <li>• Descobrir experimentalmente a lei de Ohm.</li> <li>• Interpretar a variação da tensão aos terminais do receptor em função da corrente.</li> <li>• Utilizar o método do voltímetro - amperímetro para medir resistências.</li> <li>• Descobrir experimentalmente a resistência equivalente de circuitos série, paralelo e misto.</li> <li>• Verificar as quedas de tensão ao longo de um circuito série.</li> <li>• Verificar a divisão de correntes num circuito paralelo.</li> <li>• Analisar as relações entre tensões e correntes nos circuitos mistos.</li> <li>• Medir a f.e.m. de um gerador.</li> <li>• Medir potências em c.c. utilizando os métodos do voltímetro - amperímetro e do wattímetro.</li> <li>• Verificar a condição de máxima transferência de potência.</li> <li>• Analisar o funcionamento de um divisor de tensão em vazio e em carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sempre que necessário, iniciar os trabalhos com a observação no simulador.</li> <li>- Mostrar a necessidade de dispor componentes e aparelhos de forma organizada.</li> <li>- Conduzir os alunos na comparação dos circuitos eléctricos com os circuitos hidráulicos.</li> <li>- Se necessário, utilizar NTC e PTC para verificar a variação da resistência com a temperatura.</li> <li>- Procurar que sejam os alunos a relacionar o valor da resistência equivalente de uma associação de resistências com o valor da soma das resistências ou das condutâncias.</li> <li>- Solicitar aos alunos a comparação entre circuito aberto e circuito fechado a respeito da corrente e da tensão nos vários elementos.</li> <li>- Prever e verificar as alterações das correntes e das tensões resultantes da interrupção ou do curto-circuito de resistências nos circuitos série, paralelo e misto.</li> <li>- Observar no simulador os efeitos da sobre intensidade e do curto-circuito.</li> <li>- Utilizar a analogia entre caudal/pressão e corrente/tensão.</li> <li>- Relacionar a potência com a energia.</li> <li>- Apresentar as unidades práticas de potência e energia e relacioná-las com as unidades do sistema internacional.</li> <li>- Observar e explicar a influência da carga num divisor de tensão.</li> </ul>	<p>11</p>

<b>Módulo 1: Leis gerais do circuito eléctrico</b>
--

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>2. Análise de circuitos eléctricos</b></p> <p>2.1 Lei dos nós.</p> <p>2.2 Lei das malhas.</p> <p>2.3 Teorema da sobreposição.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar e verificar os sentidos das correntes presentes num nó.</li> <li>• Relacionar os valores das várias correntes presentes num nó.</li> <li>• Identificar e verificar os sentidos e os valores das várias tensões presentes numa malha.</li> <li>• Relacionar as várias tensões presentes numa malha.</li> <li>• Verificar experimentalmente o teorema da sobreposição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sempre que necessário, iniciar os trabalhos com a observação no simulador.</li> <li>• Comparar as correntes num nó com o trânsito numa rotunda rodeada de várias vias de sentido único.</li> <li>• Comparar as várias tensões de uma malha com os vários desníveis de um percurso urbano fechado, as ruas com ramos e os cruzamentos com nós.</li> <li>• Chamar a atenção para o facto do conceito de resistência, da lei de Ohm e da lei de Joule se aplicarem exclusivamente a receptores térmicos. Outro tipo de receptores/geradores são caracterizados pelo conceito de f.e.m.</li> <li>• Relacionar a concordância ou a discordância entre o sentido da tensão e da corrente num elemento de um circuito com o consumo ou a produção de potência eléctrica.</li> <li>• Utilizando o simulador, decompor um circuito com três malhas e duas fontes para descobrir o teorema da sobreposição.</li> <li>• Comparar o teorema da sobreposição com o resultado de duas forças.</li> <li>• Aplicar o teorema da sobreposição na análise de circuitos.</li> </ul>	8

**Módulo 2: Electromagnetismo e corrente alternada (1ª parte)**

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>1. Magnetismo e Electromagnetismo</b></p> <p>1.1 Espectro de um íman recto</p> <p>1.2 Espectro de um íman em U</p> <p>1.3 Interação entre ímanes</p> <p>1.4 Interação entre um íman recto e uma agulha magnética</p> <p>1.5 Campos magnéticos criados por correntes</p> <p>1.6 Funcionamento do electroíman.</p> <p>1.7 Forças electromagnéticas.</p> <p>1.8 Força electromotriz induzida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar os pólos de um íman.</li> <li>• Descrever a interação entre ímanes.</li> <li>• Evidenciar campos magnéticos criados por correntes eléctricas.</li> <li>• Descrever o funcionamento de um electroíman.</li> <li>• Observar forças electromagnéticas.</li> <li>• Examinar a produção de uma força electromotriz num condutor por variação de fluxo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neste capítulo os trabalhos poderão ser de demonstração experimental por parte do professor com a adequada participação dos alunos.</li> <li>• Listar aplicações de ímanes e electroímans.</li> <li>• Relacionar o funcionamento de um motor com a produção de forças electromagnéticas.</li> <li>• Relacionar o funcionamento de um gerador rotativo com a produção de uma força electromotriz induzida.</li> </ul>	<p>2</p>

**Módulo 2: Electromagnetismo e corrente alternada (1ª parte)**

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>2. Análise de circuitos em corrente alternada</b></p> <p>2.1 Introdução ao osciloscópio</p> <p>2.2 Medições em c.c. com o osciloscópio</p> <p>2.3 Ondas sinusoidais e quadradas</p> <p>2.4 Carga e descarga do condensador</p> <p>2.5 Condensador sob o efeito de uma onda quadrada</p> <p>2.6 Medições de valores máximos e períodos com o osciloscópio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer a constituição e o princípio de funcionamento do osciloscópio.</li> <li>• Identificar e utilizar correctamente os principais comandos do osciloscópio.</li> <li>• Medir tensões em c.c. com o osciloscópio.</li> <li>• Verificar o comportamento do condensador em c.c. e regime estacionário.</li> <li>• Descobrir os parâmetros equivalentes das associações de condensadores.</li> <li>• Descobrir e caracterizar as variações da corrente e da tensão durante a carga e a descarga de condensadores.</li> <li>• Analisar experimentalmente o comportamento do condensador sob o efeito de uma onda quadrada.</li> <li>• Medir valores máximos e pico a pico de ondas de tensão sinusoidais e quadradas com o osciloscópio.</li> <li>• Medir períodos e determinar frequências de ondas sinusoidais e quadradas com o osciloscópio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordar o osciloscópio como um aparelho que apresenta tensões graficamente.</li> <li>• Permitir que, também neste caso, seja o aluno a descobrir que o osciloscópio não lê directamente valores eficazes.</li> <li>• Observar, utilizando software elementar, o resultado gráfico da soma de sinusóides.</li> <li>• Comparar o comportamento de um condensador com o de uma câmara pneumática e relacionar o caudal com a corrente e a tensão com a pressão.</li> <li>• Utilizar o multímetro para verificar os parâmetros das associações de condensadores.</li> </ul>	<p>18</p>

**Módulo 3: Corrente Alternada (2ª parte) e Circuitos Básicos com Díodos**

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>1. Análise de circuitos em corrente alternada</b></p> <p>1.1 Circuito RC série</p> <p>1.2 Circuito RL série</p> <p>1.3 Circuito RLC série</p> <p>1.4 Ressonância série</p> <p>1.5 Circuito RC paralelo</p> <p>1.6 Circuito RL paralelo</p> <p>1.7 Circuito RLC paralelo</p> <p>1.8 Ressonância paralelo</p> <p>1.9 Medição de potências e de energia</p> <p>1.10 Determinação do factor de potência</p> <p>1.11 Transformador ideal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudar a aplicação da lei de Ohm a condensadores e bobinas em corrente alternada.</li> <li>• Descobrir o efeito da reactância.</li> <li>• Descobrir as relações entre resistência, reactância e impedância.</li> <li>• Utilizar o osciloscópio na observação das tensões aos terminais da resistência, do condensador e da bobina e na medição dos desfasamentos.</li> <li>• Traçar diagramas vectoriais dos vários circuitos (série e paralelo).</li> <li>• Verificar experimentalmente a situação de ressonância nos circuitos RLC série e paralelo.</li> <li>• Determinar experimentalmente potências activas, reactiva e aparente.</li> <li>• Determinar experimentalmente o factor de potência.</li> <li>• Determinar por simulação em computador a relação de transformação do transformador ideal.</li> <li>• Verificar por simulação em computador a relação entre as tensões e as correntes no transformador ideal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para descobrir o efeito da reactância, verificar que a soma das tensões num circuito RC não é uma soma algébrica.</li> <li>• Sugerir aos alunos a análise da soma dos quadrados das tensões para chegar à noção de impedância.</li> <li>• Comparar o comportamento de uma bobina com a inércia de um corpo.</li> <li>• Relacionar a frequência de ressonância com a sintonia de um receptor de T.S.F.</li> <li>• Observar, utilizando <i>software</i> elementar, o resultado gráfico do produto de sinusóides.</li> </ul>	<p>12</p>

**Módulo 3: Corrente Alternada (2ª parte) e Circuitos Básicos com Díodos**

Temas /Conteúdos	Objectivos	Sugestões metodológicas	Aulas de 90 min.
<p><b>2. Circuitos básicos com díodos</b></p> <p>2.1 Característica do díodo.</p> <p>2.2 Rectificação de meia onda s/ e c/ filtragem.</p> <p>2.3 Rectificação de onda completa com dois díodos.</p> <p>2.4 Rectificação de onda completa com ponte s/ e c/ filtragem.</p> <p>2.5 Circuito limitador.</p> <p>2.6 Característica do díodo Zener.</p> <p>2.7 Estabilização de tensão com Zener.</p> <p>2.8 Circuito limitador com zener.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar os terminais do díodo utilizando o ohmímetro.</li> <li>• Traçar experimentalmente as características de díodos.</li> <li>• Verificar experimentalmente a rectificação de meia onda e de onda completa de um sinal alternado sinusoidal.</li> <li>• Analisar o comportamento da filtragem com condensador no alisamento da tensão.</li> <li>• Analisar o funcionamento de circuitos limitadores (a um e a dois níveis) com díodos.</li> <li>• Traçar experimentalmente as características de díodos zener.</li> <li>• Verificar o efeito estabilizador de tensão do díodo zener.</li> <li>• Analisar o funcionamento de circuitos limitadores (a um e a dois níveis) com zener.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sempre que necessário, iniciar os trabalhos com a observação no simulador.</li> <li>• Comparar o díodo rectificador com uma válvula de um pneu de velocípede.</li> <li>• Fazer a analogia entre um díodo zener e a válvula de segurança de uma panela de pressão.</li> <li>• Utilizar o simulador para analisar os circuitos limitadores.</li> </ul>	<p>12</p>

## IV. Bibliografia

### 10º ano

Angulo C., Muñoz A., Pareja J. (1993). *Teoria e Prática de Electrónica*. S. Paulo: McGraw-Hill.

(Recomendado para os trabalhos de díodos. Aconselhado aos docentes).

Malvino, A. P. (1991). *Electrónica no Laboratório*. S. Paulo: McGraw-Hill.

(Recomendado para os trabalhos de díodos. Aconselhado aos docentes).

Matias, J.V.C. (1988). *Guia de Laboratório de Electricidade*. Lisboa: Didáctica Editora.

(Recomendado para os trabalhos de corrente contínua e de corrente alternada).

Miguel, A. S. S.R. (1997). *Higiene e Segurança no Trabalho - (Win) - CD-Rom*. Porto: Porto Editora.

(Reúne informação sobre ruído ocupacional, iluminação e prevenção e protecção contra incêndios).

Miguel, A. S. S.R. (2000). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Porto: Porto Editora.

(Reúne informação dos vários temas no âmbito da Higiene e Segurança no Trabalho. Aconselhado aos docentes).

Pereira, A. S., Baldaia, R., Águas, M. (1996). *Aplicações de Electrónica, Bloco I, vol. 1 e 2*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos de corrente contínua, corrente alternada e díodos. Apresenta exemplos de trabalhos em simulador).

Pereira, A.S., Águas, M., Baldaia, R. (1993). *Electrónica volume I*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos de corrente contínua).

Pereira, A.S., Águas, M., Baldaia, R. (1993). *Electrónica volume II*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos sobre circuitos ressonantes, transformador e díodos).

Pinto, A., Alves, V. (1999). *Práticas Oficiais e Laboratoriais 10º Ano*. Porto: Porto Editora.

(Recomendado para os trabalhos de corrente contínua, corrente alternada e díodos).

Pinto, L.M. V., Vasconcelos, J. F. (1990). *A Utilização da Electricidade com toda a segurança*. Porto: Editora ASA.

(Estudo dos vários regimes de neutro aplicados à segurança e protecção de pessoas. Aconselhado aos docentes).

Silva, V. (1991). *Trabalhos Práticos de Electrónica*. Lisboa: Didáctica Editora.

(Recomendado para os trabalhos de díodos).

Vassallo, F.R. (1979). *Manual de Símbolos Electrónicos*. Lisboa: Plátano Editora.

(Apresenta diversos tipos de simbologia).

Vassallo, F.R. (1999). *Manual de interpretação de esquemas eléctricos*. Lisboa: Plátano Editora.

(Apresenta diversos tipos de simbologia e de esquemas eléctricos).