



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Física
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

FÍSICA 11º ANO
COMUNICAÇÕES

Uma abordagem multimédia

Luís Filipe Gonçalves dos Santos

PORTO

Dezembro de 2006



FC

Biblioteca
Faculdade de Ciências
Universidade do Porto



D000109084

QC 30 SANE F 2006



FC

Universidade do Porto
Faculdade de Ciências

FÍSICA 11º ANO
COMUNICAÇÕES

Uma abordagem multimédia

Faculdade de Ciências do Porto
14559
Biblioteca do Departamento de Física

Luís Filipe Gonçalves dos Santos

Dissertação do Mestrado em Física para o Ensino
Orientador: Prof. Doutor Manuel de Barros

Porto
2006

*“Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades,
Muda-se o ser, muda-se a confiança;
Todo o mundo é composto de mudança,
Tomando sempre novas qualidades. (...)”*

Luís de Camões Século XVI

Resumo

Actualmente os professores vivem tempos de grandes incertezas e indefinições. Por um lado, sentem-se seduzidos pelas práticas inovadoras, que apelam a mudanças inadiáveis permitindo adequar as práticas de ensino aos desafios da actualidade. Por outro lado, deparam-se com uma falta de resposta por parte de vários sectores da sociedade incluindo o próprio sistema educativo. Ao olharmos para a reforma geral dos currículos, aos professores pede-se-lhe que, mesmo sem uma participação activa no respectivo processo, sejam criativos e inovadores e que, simultaneamente, executem e interpretem programas infundáveis. Inevitavelmente aparecem problemas na implementação da nova reforma, bem como nas suas orientações genéricas nomeadamente no Ensino Secundário. No momento da implementação prática dos programas de Ciências Físico Químicas os professores, que geralmente só conhecem os aspectos mais superficiais, clamam por mais informação e orientação.

Esta investigação tem por objectivo averiguar a situação actual da Física, mais concretamente o tema das Comunicações no 11º ano do ensino secundário, de forma a melhorar o processo de ensino-aprendizagem desta área. Para a concretizar, construiu-se então um protótipo multimédia para averiguar as possibilidades da sua utilização, enquanto factor de motivação para professores e alunos, recorrendo a um método essencialmente qualitativo realizando-se um estudo do caso.

Pelos resultados que se obtiveram pudemos detectar que a realidade das escolas inquiridas dependem da comunidade onde se inserem e que este estudo poderá ser um indicador do que se passará na maioria das escolas portuguesas. É necessário compreender-se que a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação fará impreterivelmente parte do dia-a-dia de um professor actualizado e inovador. Com a invasão do computador nas nossas vidas, é importante reflectir sobre o seu papel na área da educação e em particular a sua aplicação nas Ciências. Contudo, é preciso cuidado para que o computador não perca o seu papel de ferramenta de trabalho, devendo permanecer com o *status* de meio e nunca tornar-se um fim. É de referir que apesar do relevo dado à utilização das TIC neste trabalho, a vivência de outras situações diferenciadas na sala de aula é igualmente relevante conduzindo de uma forma mais completa, à compreensão do que é a Ciência em geral e do fascínio da Física, em particular.

Relativamente às actividades experimentais propostas no programa de Física para o capítulo Comunicações, requerem, por parte dos professores, uma determinada formação na utilização de certos equipamentos como o osciloscópio. Foi nesse sentido que se desenvolveu um protótipo neste trabalho, podendo o mesmo vir a contribuir no futuro, de forma positiva, para uma formação adequada e simplificada dos professores.

Abstract

Nowadays teachers live times of great uncertainties and indefinities. On one side, they are seduced by the innovative practices, which appeal to undelayable changes allowing adapt the teaching practices to the challenges of current days. On the other hand, they come across a lack of answers by several sectors of society including their own educational system. When we look at the general reform of curriculum, to the teachers is ask, even without an active participation in the respective process, to be creative and innovative and simultaneously, execute and interpret endless programs. Inevitably problems appear in new reform implementation, as well in their generic orientations namely in the Secondary Teaching. In the moment of practical implementation of Physics and Chemistry Sciences programs the teachers, that usually only knows the most superficial aspects, shout for more information and orientation.

This investigation has for goal to determine the real situation of Physics, more concretely the theme Communications of 11th year of secondary teaching in way to improve the process teaching-learning of this area. For to render, a prototype multimedia was built to discover the possibilities of their use, while motivation factor for teachers and students, following a method essentially qualitative taking place a case study.

In the results obtained we could detect that the reality of inquired schools depends on the community where they interfere and this study can be an indicator of will occur in most of Portuguese schools. It is necessary understand that the use of new technologies of information and communication will make essential part of the days of an actualized and innovative teacher. With the invasion of computer in our lives, it is important to reflect about it role in area of education and it application in Sciences. However, it is necessary care for computer don't lose it role as work tool, owing remain with the status of mean and never to become an end. It is to refer that in spite of relief given to the use of TIC in this work, the existence of other differentiate situations at the classroom is equally relevant driving in a more complete way, to the comprehension of what is Science in general and the Physics fascination, in particular.

Relatively to experimental activities proposed in Physics program to Communications chapter, they request to teachers a determined formation in the use of certain equipments as the oscilloscope. It was in that sense that grew a prototype in this work, being able to contribute in the future, in a positive way, for an appropriate and simplified formation of teachers.

Agradecimentos

À minha esposa, Marisa

Aos meus pais, José e Maria Fernanda e irmã, Rita

Aos meus sogros, António e Júlia e cunhados,

Ao meu orientador, Prof. Doutor Manuel de Barros,

pela sua paciência, ajuda e incentivo

Aos meus amigos, em especial ao Luís Monteiro por todos os seus
cinco minutos dispensados,

e a todas as pessoas que directa ou

indirectamente participaram na concretização deste projecto.

Índice de Conteúdos

Capítulo I – Introdução -----	8
1.1 – O problema e o objectivo -----	8
1.2 – A organização da dissertação -----	10
Parte 1 – Fundamentação Teórica -----	11
Capítulo II – As novas tecnologias, os professores e a Física -----	12
2.1 – As novas tecnologias e os professores -----	12
2.2 – As novas Tecnologias no processo de ensino-aprendizagem da Física ----	17
2.2.1 - As TIC na Educação-----	17
2.2.2 O software usado na educação-----	18
2.3 - Recursos disponíveis on-line sobre o osciloscópio -----	22
Capítulo III – O ensino da Física no Ensino Secundário -----	26
3.1 - O ensino das Ciências nas Escolas Portuguesas -----	26
3.1.1– 3º Ciclo do Ensino Básico-----	27
3.1.2. - Física do 10º ano-----	29
3.1.3 – Química de 10º ano-----	30
3.1.4 – Física 11º ano-----	30
3.1.5 – Química 11º ano-----	31
3.1.6 – Física 12º ano-----	31
3.2 - O ensino do Currículo do 11º ano de Física “Comunicações” -----	32
3.3 - Actividades práctico-laboratoriais do Currículo do 11º ano de Física “Comunicações” -----	38
3.3.1 - Actividades práctico-laboratoriais-----	38
3.4 Actividades práctico – laboratoriais -----	46
Capítulo IV – Propagação de ondas -----	48
4.1 – Resumo Histórico -----	48
4.2 – Ondas Electromagnéticas -----	50
4.2.1 - A radiação electromagnética: fontes naturais e fontes artificiais-----	50
4.2.2 - As ondas electromagnéticas-----	50
4.2.3 - Características das ondas electromagnéticas-----	50
4.2.4 O espectro electromagnético-----	54
4.2.5 As radiofrequências-----	54
4.2.6 Radiação electromagnética: onda ou partícula?-----	54
4.3 – Propagação de Ondas Electromagnéticas -----	55
4.3.1 As Equações de Maxwell-----	55

4.3.2 Das Equações de Maxwell para a equação de ondas electromagnéticas num espaço livre	57
4.4 – Ondas Sonoras	59
4.4.1 O que é uma onda sonora	59
4.4.2 Tipos de ondas	60
4.4.3 Velocidade do som no ar	62
4.4.4 Intensidade do som	64
Capítulo V – O osciloscópio	66
5.1 – Introdução	66
5.2 – Princípio de funcionamento	67
5.2.1 - O tubo de raios catódicos	67
5.2.2 - As placas de deflexão vertical e horizontal	68
5.2.3 - Sincronização: o nível de <i>trigger</i>	70
5.2.4 - Blocos fundamentais de um osciloscópio	72
5.2.5 - Descrição dos comandos do osciloscópio	75
Parte 2 – Estudo de Caso	77
Capítulo VI – Descrição do protótipo de CD-ROM: “Osciloscópio”	78
6.1 – O software educativo – “Osciloscópio”	78
6.1.1 – Construção do software educativo	78
6.2 – O protótipo desenvolvido	87
Capítulo VII – Análise do caso	92
7.1 Metodologia	92
7.1.1 - Amostra	92
7.1.2 - Instrumentos Utilizados	93
7.1.3 – Procedimento	93
7.2 - Análise de dados	93
7.2.1 – Caracterização dos respondentes	94
7.2.2 – Abordagem sobre o actual sistema de ensino da Física (comunicações) no ensino básico e secundário	97
7.2.1 – Indicadores ou propostas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da Física (comunicações)	103
Capítulo VIII – Considerações gerais	106
8.1 – Conclusões	106
8.2 – Sugestões para o futuro	110
Bibliografia	111
Anexo 1	116

Índice de Figuras

Figura 1 – Funções básicas do osciloscópio (a partir de www.xperiment.se)	22
Figura 2 – Freeware de um osciloscópio (a partir de www.filehungry.com)	23
Figura 3 – Demonstração de um programa de um osciloscópio (a partir de www.softbull.com)	23
Figura 4 – Simulação de uma aplicação de um osciloscópio (disponível em www.virtual-oscilloscope.com)	24
Figura 5 – Outro ecrã da mesma aplicação	24
Figura 6 – Osciloscópio virtual (disponível em www.eui.upv.es/ineit-mucon/Applets/Scope/Simulador.html)	25
Figura 7 – Esquema dos circuitos eléctricos.....	42
Figura 8 – Representação da ligação de um circuito ao canal um (CH1) do osciloscópio.....	43
Figura 9 – Representação da ligação de um circuito ao canal dois (CH2) do osciloscópio	43
Figura 11 – A onda Electromagnética	51
Figura 12 – Relação entre comprimento de onda e frequência.....	52
Figura 13 – Reflexão e difracção de uma onda por um obstáculo à propagação.	53
Figura 14 – Ilustração da polarização do campo electromagnético.....	53
Figura 15 – Espectro electromagnético	54
Figura 16 – Para pontos distantes da antena, a onda é aproximadamente plana.	55
Figura 17 – Flutuação da pressão no ar provocada por um diapasão.	59
Figura 18 – Representação de um tubo cheio de ar com um êmbolo.....	59
Figura 19 – Onda propagando-se numa mola	60
Figura 20 – Comparação da propagação de uma onda numa corda e numa mola.	60
Figura 21 – A onda propaga-se através da piscina, mas o pato não acompanha a onda: apenas oscila ligeiramente para cima e para baixo.....	61
Figura 22 – Onda transversal propagando-se numa mola.	61
Figura 23 – Onda longitudinal propagando-se numa mola	61
Figura 24 – Onda esférica emitida por uma fonte pontual propagando-se radialmente. A intensidade da onda esférica varia com $1/R^2$ (in Serway, 1996)	64
Figura 25 – Escala de intensidades do som	65

Figura 26 – Eixos X-Y-Z num osciloscópio	66
Figura 27 – Tubo de raios catódicos	67
Figura 28 – O funcionamento das placas de deflexão vertical e horizontal.	69
Figura 29 – O varrimento e o sinal não são, em geral, síncronos, originando figuras pouco claras	70
Figura 30 – O nível de <i>trigger</i> e o declive resolvem o problema do sincronismo	71
Figura 31 – O esquema dos blocos fundamentais de um osciloscópio	73
Figura 32 – Osciloscópio analógico	75
Figura 33 – <i>Storyboard</i> do protótipo	81
Figura 34 – Interface do DIRECTOR.	84
Figura 35 – Introdução ao CD-ROM Osciloscópio.....	87
Figura 36 – Menu onde rodando o hexágono podemos escolher qual o tema a visualizar	88
Figura 37 – Menu sair	88
Figura 38 – Página Introdução	89
Figura 39 – Página principal do tema descrição	90
Figura 40 – Página Funcionamento (exemplo da função <i>trigger</i>).....	90
Figura 41 – Página Tipos de ondas	91
Figura 42 – Aspecto do menu ajuda	91
Figura 43 – Mapa de Portugal Continental com a localização das escolas.	92

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Idade dos respondentes	94
Gráfico 2 – Sexo dos respondentes	94
Gráfico 3 – Categoria profissional dos respondentes	95
Gráfico 4 – Habilitações profissionais dos respondentes	95
Gráfico 5 – Tipo de profissionalização	95
Gráfico 6 – Grupo disciplinar a que pertencem os respondentes	96
Gráfico 7 – Introdução do ensino da Física no Ensino Básico ou Secundário	97
Gráfico 8 – Importância do estudo do tópico Física ondulatória	97
Gráfico 9 – Importância do estudo do tópico fenómenos ondulatórios no ensino Básico	98
Gráfico 10 – Importância do estudo do tópico fenómenos ondulatórios no Ensino Secundário	98
Gráfico 11 – Introdução de conceitos de Física Ondulatória no processo ensino-aprendizagem dos alunos	99
Gráfico 12 – Motivação dos alunos para questões associadas à aprendizagem da Física	99
Gráfico 13 – Motivação dos alunos para questões associadas à aprendizagem da Física Ondulatória	100
Gráfico 14 – Adequação dos conteúdos de Física Ondulatória ao nível etário dos alunos	100
Gráfico 15 – Análise de como os programas propostos permitem aos alunos enfrentar vários problemas actuais	101
Gráfico 16 – Análise da preparação do aluno no final do Ensino Básico para responder a questões sociais.....	101
Gráfico 17 – Análise da transposição dos programas curriculares para a sala de aula.....	102
Gráfico 18 – Análise da prática lectiva corrente na abordagem dos fenómenos ondulatórios (A.T. - Aulas predominantemente teóricas; A.R.E. - Aulas predominantemente de resolução de exercícios; A.T.E. - Aulas predominantemente de trabalho experimental; A.T. com E.E. - Aulas teóricas com exemplificação experimental; A.T. com R.E. - Aulas teóricas com resolução de exercícios)	103
Gráfico 19 – Análise das dificuldades em leccionar aspectos relacionados com a Física	103

Gráfico 20 – Avaliação das dificuldades na leccionação de aspectos relacionados com a Física	104
Gráfico 21 – Proposta de alterações ao programa de Física no tópico Comunicações no Ensino Secundário	104
Gráfico 22 – Avaliação da necessidade de alterar a formação inicial dos professores na área da Física relativamente ao tópico Comunicações	105

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comunicação de informação a curtas distâncias Objecto de ensino	36
Tabela 2 – Comunicação de informação a curtas distâncias Objectivos de aprendizagem.....	36
Tabela 3 – O que os alunos deverão realizar na actividade práctico-laboratorial “Osciloscópio”.....	39
Tabela 4 – Objecto de estudo da actividade práctico experimental “Osciloscópio”	39
Tabela 5 – Objectivos de aprendizagem da actividade práctico-experimental “Osciloscópio”	40
Tabela 6 – Material e equipamento por turno da actividade práctico-experimental “Osciloscópio”..	40
Tabela 7 – Leituras efectuadas com uma fonte de tensão contínua	42
Tabela 8 – O que os alunos deverão realizar na actividade práctico-laboratorial “Velocidades do som e da Luz”	45
Tabela 9 – Objecto de estudo da actividade práctico experimental “Velocidades do som e da Luz”	45
Tabela 10 – Objectivos de aprendizagem da actividade práctico-experimental “Velocidades do som e da Luz”.....	46
Tabela 11 – Material e equipamento por turno da actividade práctico-experimental “Velocidades do som e da Luz”	46
Tabela 12 – Velocidade do som em vários meios.	63
Tabela 13 – Medida da intensidade do som	64

Capítulo I – Introdução

1.1 – O problema e o objectivo

Actualmente os professores vivem tempos de grandes incertezas e indefinições. Por um lado, sentem-se seduzidos pelas práticas inovadoras, que apelam a mudanças inadiáveis permitindo adequar as práticas de ensino aos desafios da actualidade. Por outro lado, deparam-se com uma falta de resposta por parte de vários sectores da sociedade incluindo o próprio sistema educativo.

Os curricula das disciplinas de Ciências têm passado por modificações profundas na maioria dos países. A Lei de Bases do Sistema Educativo de 1986 que originou a Nova Reforma do Ensino Secundário proporcionou um amplo processo de alteração no âmbito da Educação, ainda em desenvolvimento no nosso país.

Ao olharmos para a reforma geral dos curricula, aos professores pede-se-lhe que, mesmo sem uma participação activa no respectivo processo, sejam criativos e inovadores e que, simultaneamente executem e interpretem programas infindáveis.

Inevitavelmente aparecem problemas na implementação da nova reforma, nomeadamente ao nível dos programas que são extensos e por vezes apresentam conteúdos um pouco descontextualizados, para a faixa etária, tendo em conta a carga atribuída à disciplina de Ciências Físico-Químicas, bem como nas suas orientações genéricas nomeadamente no Ensino Secundário.

Existe hoje um corpo de conhecimento sobre educação em ciências, que tem diversificado e consolidado um difícil equilíbrio entre a necessidade de formação científica e a formação pedagógica e, que pode constituir um importante suporte para práticas de ensino que procurem trilhar novos rumos.

Infelizmente, os resultados da investigação de educação em ciências são muitas vezes sujeitos a leituras descontextualizadas, dos teores em que ocorrem os estudos, resultando inúmeras vezes em soluções que pouco ou nada trazem de útil. Esta situação apresenta o seu auge quando estes resultados são impostos por via administrativa através de legislação ou documentação oficial. A título de exemplo podemos referir a introdução da *resolução de problemas* nos programas oficiais que muitas vezes não passam de meros exercícios de aplicação.

Como sabemos, os últimos anos têm sido férteis em processos de inovação difundidos através de reformas, revisões ou remodelações. Estas operações têm sido vulnerá-

veis às alternâncias político-partidárias, mas também à rejeição, mais implícita que explícita, dos principais executores no terreno, os professores.

Ao procurar desenvolver-se inovação através de reformas educativas dirigidas centralmente, muitos professores sentem-se pouco preparados e mesmos desmotivados para operar tais mudanças.

No momento da implementação prática dos programas de Ciências Físico Químicas os professores, que geralmente só conhecem os aspectos mais superficiais, clamam por mais informação e orientação. As escolas subitamente vêem-se inundadas de legislação e documentação adicional que determina não só o que deve ser feito, mas também quando e como deve ser feito. Obrigadas a cumprir uma legislação apertada e pormenorizada da actividade lectiva, a comunidade educativa vê o seu poder de decisão bem como a sua acção limitados ao mínimo. Depara-se então com um rol de dificuldades, que decorrem da falta de adaptabilidade às condições concretas e às realidades locais.

Diante da constatação das dificuldades reunidas por parte dos professores sobre como abordar o tema das comunicações com os alunos, tendo em conta o avanço das novas tecnologias, foram levantadas as seguintes hipóteses de investigação:

- Verificação da situação actual da Física, mais concretamente o tema das Comunicações no 11º ano do Ensino Secundário de forma a melhorar o processo de ensino-aprendizagem desta área.
- De que forma pode ser melhorado o processo de ensino-aprendizagem desta área.
- Será mais fácil para os professores abordarem o tema das comunicações com os alunos utilizando a multimédia?

Para tentar dar uma resposta a este problema irá auscultar-se os professores sobre esta temática e projectou-se a construção um protótipo multimédia para averiguar as possibilidades da sua utilização, enquanto factor de motivação para professores e alunos.

Este protótipo multimédia "*Osciloscópio*" é constituído por cinco temas gerais, relacionados com os vários itens do funcionamento do osciloscópio e encontra-se descrito no capítulo VI desta dissertação. Este terá como principal objectivo minimizar as difi-

cuidades da implementação por parte dos professores, do tema Comunicações junto dos alunos, actuando assim como factor de motivação para ambos.

1.2 – A organização da dissertação

Esta dissertação é constituída por 8 capítulos.

O capítulo I corresponde à introdução, onde figuram a formulação do problema e os objectivos deste estudo.

Os capítulos II, III, IV e V dizem respeito à fundamentação teórica.

O capítulo II pretende lançar um olhar sobre a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, o papel do professor e, mais concretamente, sobre o contributo e importância desta área no âmbito da abordagem do tema da Física “Comunicações”, com maior ênfase no osciloscópio.

O capítulo III refere-se à situação do ensino das ciências nas escolas portuguesas dando ênfase à descrição do currículo de Física leccionado do Ensino Secundário e suas considerações gerais.

No capítulo IV é apresentada uma introdução geral sobre ondas (electromagnéticas e sonoras), as suas características e o seu modo de propagação.

O capítulo V refere-se ao funcionamento e manuseamento do osciloscópio.

Os capítulos VI e VII têm por finalidade clarificar todos os passos levados a cabo no desenrolar do estudo de caso.

No capítulo VI é apresentada a descrição do software educativo, os seus temas e actividades assim como as considerações gerais sobre a sua construção.

O capítulo VII refere-se à metodologia seguida na investigação empreendida e à análise de dados.

O capítulo VIII engloba as considerações finais, onde se salientam as conclusões do estudo e as sugestões para o futuro.

A dissertação termina com a bibliografia e os anexos.

Parte 1 – Fundamentação Teórica

Física 11º Ano

Comunicações

Uma abordagem multimédia

Capítulo II – As novas tecnologias, os professores e a Física

2.1 – As novas tecnologias e os professores

“A eficácia da escola depende não só do Ministério da Educação, mas também do modo com são postos em acção os seus recursos humanos. Os professores terão de compreender a necessária revolução que a escola actual exige. Socializar e instruir, através do esforço de educar, têm de ser as palavras de ordem. Então é preciso que inovem, que encontrem nova estratégia de ensino, que de facto apoiem as iniciativas dos alunos, de modo a transformá-los em verdadeiros actores da mutação que é necessária”. (Sampaio, 1999).

As novas tecnologias proporcionam oportunidades para a criação de ambientes de aprendizagem, que ultrapassam as possibilidades das tecnologias tradicionais (livros, quadro...), trazendo problemas do mundo real para a sala de aula e tomando o currículo mais interessante. Propiciam suportes e ferramentas para a melhoria da aprendizagem, originam oportunidades para reflexão e revisão, permitem construir comunidades locais e globais, que incluem professores, administradores, alunos, pais e cientistas e expandem oportunidades para a aprendizagem do professor (Ribeiro e Greca, 2003).

As novas finalidades da Educação em Ciências implicam, da parte dos respectivos professores, um repensar do seu papel. A transmissão de conhecimentos deixou de ser o principal centro da actividade docente, essencialmente por três razões:

- A componente cognitiva de formação começa a ser acompanhada, de forma explícita, por finalidades não menos importantes no âmbito do desenvolvimento de capacidades e atitudes,
- A epistemologia e a sociedade da Ciência pós-positivistas influenciam cada vez mais o modo de pensar e de ensinar Ciências,
- O cognitivismo e, particularmente, o paradigma construtivista, afastam, pelo menos formalmente, quer a crença num conhecimento simplesmente transmitido, quer a aparente eficácia das metodologias de raiz comportamentalista (Oliveira, 1995).

Devido ao aparecimento de problemas na implementação da nova reforma e suas orientações genéricas nomeadamente no Ensino Secundário, surge a necessidade de

analisar as contribuições da Didáctica das Ciências, da História da Ciência e a Filosofia da Ciência no Ensino das Ciências.

Para promover a excelência da aprendizagem, Cachapuz (1994) defende propostas metodológicas epistemologicamente fundamentadas em quadros construtivistas, como alternativas válidas a práticas de Ensino das Ciências ainda dominantes e marcados pelo paradigma positivista. Para isso sugere a abordagem de três vertentes, no ensino básico, que poderão ser também consideradas e adaptadas para o ensino secundário:

- Encarar o ensino Básico e Secundário das Ciências como uma formação para a literacia científica e não na lógica da formação de futuros cientistas. Valorizar e explorar os saberes do dia-a-dia como pontos de partida, ao contrário de um ensino livresco;
- Valorizar o erro tornando-o invisível. Poder “ver as ciências (a Física) pelos olhos dos alunos”, de modo a melhor potenciar a mudança conceptual, metodológica e atitudinal;
- Orientar o Ensino das Ciências numa perspectiva de trabalho científico. Valorizar percursos de ensino harmonizando a aprendizagem de conceitos com o desenvolvimento de competências e construção de imagens de sinal pós-positivista sobre a natureza das Ciência.

Toma-se então necessária uma mudança de perspectivas de *curriculum* que seja coerente com estas vertentes: construir e explorar, ou adaptar um *curriculum* inovador realçando as múltiplas interações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), de que o projecto SALTERS do reino Unido é já uma feliz concretização.

No que respeita às competências dos alunos há uma orientação de modo a colocá-los perante situações problemáticas, encorajando-os a levantarem questões, planearem experiências, levando-os a testar hipóteses, a fazer previsões, observarem semelhanças e diferenças, observarem uma pluralidade de métodos, comunicarem as suas ideias e a reflectirem criticamente sobre todo esse percurso.

Com vista a levar os alunos à mudança conceptual, metodológica e atitudinal, toma-se fundamental utilizar estratégias de ensino em que o desenvolvimento de competências, capacidades e atitudes sejam consideradas, nomeadamente fazendo uso do trabalho experimental numa perspectiva de trabalho científico, onde se abordem situações problemáticas abertas e contextualizadas (CTSA).

A educação e a formação constituem nos dias de hoje uma actividade de reconhecida importância em várias áreas da sociedade e aos alunos são colocados diversos desafios.

Edith Cresson (responsável da Comunidade Europeia pelas áreas da investigação e tecnologia, educação, formação profissional e juventude), refere no seu livro *“Inovar ou depender”* (1999) que *“não existe actividade mais importante na Europa do que a educação e a formação (...) caminhamos para uma sociedade cognitiva na qual os principais «recursos» serão a competência e a inteligência. (...) a educação e a formação devem dar a cada indivíduo os meios para se desenvolver de forma harmoniosa em várias dimensões, que vão da aquisição de saberes à capacidade de aprender por si, bem como a adquirir autoconfiança”*

Com uma sociedade rica em informação, a escola já não detem o monopólio do conhecimento. Actualmente, esta instituição deve ter como principal objectivo a preparação dos jovens para o mundo onde os computadores estão presentes. Todos os alunos devem estar aptos a usar a informação tecnológica quando saírem da escola.

No mundo dos computadores, da *Internet* e do universo multimédia, o professor é chamado à mudança, vendo-se obrigado a repensar as metodologias e os recursos, as estratégias que utiliza e a lutar pela melhoria das práticas educativas.

Assim, os professores têm que estar abertos à crítica, encarar com humildade a realidade de se sujeitarem a um processo contínuo de actualização, assumindo o papel de aprendizes e, desenvolver competências que lhes permitam utilizar, principalmente, o computador com criatividade. Não podem deixar de ter em conta que o aluno deve ser encarado como o centro de todas as actividades educativas e que as mesmas devem ser diversificadas, potenciando aprendizagens significativas, autonomia e auto-confiança.

Actualmente, o professor tem que lidar não apenas com o facto de saber utilizar as novas tecnologias que lhe são postas ao dispor, mas também com o desafio, muito mais complexo, de as integrar adequadamente no processo de ensino-aprendizagem. Para superar este desafio, o professor necessita, por um lado, de ser um explorador capaz de perceber o que lhe pode interessar e de apreender por si só e, por outro, de ter em conta os condicionalismos associados à disponibilidade de recursos na escola em que está inserido.

Para aproximar a sua prática pedagógica da sociedade de informação em constante evolução, o docente, tal como o aluno, vê-se então obrigado a acompanhar este ritmo frenético que lhe é imposto. Deste modo, professores e alunos tornam-se parceiros do mesmo processo de construção do conhecimento.

Esta alteração no processo de ensino-aprendizagem implica uma mudança profunda na forma de agir do professor. Este deixa de ter apenas o habitual papel de transmissor de conhecimentos para passar a ser aquele que coloca desafios, oferece suporte personalizado e orienta um aluno que aprende activamente.

Dentro deste contexto temos também de ter em atenção, que por um lado ainda se encontram professores que recusam o uso das novas tecnologias e que sentem inclusivamente desconforto ao utilizá-las, preferindo trabalhar sem elas e, por outro, encontram-se aqueles que se sentem completamente integrados no mundo da tecnologia, que seguem com entusiasmo a sua evolução e inovação. No entanto, o esforço pode ser benéfico tanto para professores como para os alunos.

Para concretizar a situação actual da realidade da utilização das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) em Portugal por parte dos professores, vai recorrer-se ao estudo "*As Tecnologias de Informação e Comunicação: utilização pelos professores*", que envolveu 19937 professores de todos os graus de ensino, excepto do superior, a leccionar no ano lectivo de 2001/2002, da responsabilidade do Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento (DAPP) do Ministério da Educação e coordenado por Jacinta Paiva, no âmbito do Programa Nónio Século XXI. Dele constam alguns números que merecem particular realce e sobre os quais convém reflectir, sobretudo porque espelham tendências dos docentes portugueses.

Aqui figuram alguns dados:

- A maioria (88%) dos professores tem equipamento informático em casa;
- 91% dos professores usam o computador e 65% fazem consultas na *Internet*;
- Os professores utilizam o *e-mail* principalmente para comunicar com os amigos (44%), no entanto, usam-no pouco com alunos;
- 81% recorre ao computador para preparar aulas: 94% só para fazer fichas/testes, 54% para pesquisar na *Internet* sobre os conteúdos da sua disciplina e 20% para fazer apresentações;
- A maioria (74%) não utiliza o computador nas salas de aula;
- O que os professores mais utilizam com os alunos são o processador de texto, a *Internet* e os CD-ROM;
- Quase todos os professores (98%) revelam vontade e necessidade de formação na área da informática, em especial sobre *software* educativo (46%);
- 94% dos professores gostariam de saber mais sobre o uso das TIC em contexto educativo;

- Os professores que mais usam o computador para realizar tarefas diversificadas são os que tiveram auto-formação ou frequentaram acções de formação e que são jovens;
- 78% acham que as TIC os ajudam a encontrar na *Internet* mais e melhor informação para a sua prática lectiva;
- 65% consideram que as TIC tornam mais fáceis as suas rotinas de leccionação;
- Cerca de metade (51%) diz ter recebido formação em TIC e conhecem as suas potencialidades, por outro lado, 68% consideram que estas lhes exigem novas competências na sala de aula;
- 62% reconhecem que as TIC tornam as aulas mais motivadores para os alunos, 52% que as TIC encorajam os alunos a trabalhar em colaboração e 72% que ajudam os alunos a adquirirem conhecimentos novos e efectivos;
- 55% diz estar motivado para usar as TIC com os alunos.

Os números apresentados acima não são muito animadores, só 26% dos professores é que utilizam o computador na escola em interacção directa com os seus alunos. Sendo evidentes os valores baixos referentes à utilização das tecnologias de informação e comunicação, é imperativo aumentar a utilização do computador na sala de aula portuguesa.

Embora todos criemos expectativas e emoções diferentes perante as novas tecnologias, a escola é, sem dúvida, o lugar ideal para que as novas gerações se familiarizem com os avanços tecnológicos. A sua presença no contexto escolar tem de ser impulsionada pelos professores, pais e alunos que estejam a favor do uso das novas tecnologias e que as consideram imprescindíveis no processo de ensino-aprendizagem.

Neste contexto onde o tipo de actividades está centrado no aluno e no desenvolvimento das suas competências o papel do professor, altera-se sendo necessários professores com um perfil diferente do tradicional. Os professores devem ser capazes de decidir qual a metodologia que melhor se adapta aos objectivos da aprendizagem a realizar, como utilizar as TIC e identificar as metodologias adequadas para as integrar no ensino. A escolha de uma determinada metodologia deve ser baseada na participação dos alunos. Na prática, o professor deixa exclusivamente de ser apenas o detentor do conhecimento e avaliador de conhecimento, para passar a ser mais o facilitador da aprendizagem, motivador e avaliador da construção dessa aprendizagem. Cabe-lhe proporcionar experiências diversas com vista ao desenvolvimento das competências desejáveis tais como promover discussões, disponibilizar acesso à informação, promover expe-

riências de aprendizagem diversificadas, dar ajuda na medida necessária gerindo a sua intervenção.

2.2 – As novas Tecnologias no processo de ensino-aprendizagem da Física

A implementação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas representa um dos maiores desafios de inovação pedagógica enfrentado pelos sistemas de educação em todo o mundo.

Não sendo uma panaceia para todos os problemas do ensino, a sua integração é um meio auxiliar bastante poderoso para o processo ensino-aprendizagem em ciências, podendo modernizar todo este processo, desde que a escola acompanhe as transformações sociais.

Neste capítulo irá proceder-se a um contextualização dos recursos digitais no processo de ensino-aprendizagem da física em geral, pois uma reflexão pormenorizada não se enquadra no âmbito deste trabalho. Pesquisaram-se na *Internet* simulações computacionais em sites existentes acerca do tema “Comunicações”, merecendo maior atenção o que diz respeito ao osciloscópio.

2.2.1 - As TIC na Educação

Nos dias que correm, numa sociedade afectada directa ou indirectamente pelo chamado “Choque Tecnológico”, uma escola que não integre os novos meios informáticos, corre o risco de se tornar antiquada e diríamos mesmo obsoleta.

Adell (1997), afirma que *“as Tecnologias de Informação e Comunicação não são mais uma ferramenta didáctica ao serviço dos professores e alunos...elas são e estão no mundo onde crescem os jovens que ensinamos...”*.

A Sociedade da Informação exige uma contínua actualização e consolidação dos conhecimentos por parte dos cidadãos, desempenhando a escola um papel crucial na construção contínua dos saberes, aptidões, capacidade de decisão e agir dos mesmos.

Na escola, as TIC permitem que se implante a “Escola da Sociedade de Informação” projectada na formação de aprenderes e dando tanta importância à formação contínua como à inicial.

Existe uma dinâmica própria das TIC que envolve a escola, o aluno, a sociedade e o professor.

A chegada das TIC à escola poderá implicar alterações na organização pedagógica tradicional, falando-se de cinco novas disciplinas transversais (a mestria pessoal, a visão partilhada, os modelos mentais, a aprendizagem em equipa e o pensamento sistémico) (Senge e Roberts, 1994). Estas disciplinas são uma preciosa ajuda para que o professor adquira novas competências que lhe são exigidas.

O professor em primeiro lugar tem que saber qual a direcção e sentido a tomar (mestria pessoal), seguidamente deve defender as ideias que considera importantes, mas tendo sempre em consideração outras perspectivas (visão partilhada). De forma a compreender os outros mantendo-se aberto a essas influências, tem de incidir num balanceamento entre reflexão e inquirição (modelos mentais). Após a compreensão deste conhecimento gerado, a sua aplicação em contexto educativo necessita de ter em conta as interrelações e forças existentes (pensamento sistémico), culminando com o trabalho e a aprendizagem em equipa (aprendizagem em equipa) que será a suporte evolutivo da escola. Reservam assim as TIC ao professor, uma função muito importante e complexa de assistente de construção do conhecimento e co-aprendiz.

Em relação ao aluno, as TIC facilitam o conhecimento tanto por aquisição como por mudança conceptual. A interacção regular e orientada do aluno com o computador em situações de ensino-aprendizagem, contribui positivamente para o desenvolvimento cognitivo e intelectual, em especial o raciocínio lógico e formal, a capacidade de pensar com rigor e sistematicamente, habilidade de inventar ou encontrar soluções para problemas.

Desta forma, é dada oportunidade ao aluno de ter um papel mais activo e personalizado na construção da sua aprendizagem. Mesmo os maiores críticos do uso do computador na educação não ousam negar esse facto.

A conclusão imediata parece ser que a nova tecnologia irá ampliar as possibilidades educacionais. Em parte porque um volume gigantesco de informação estará à disposição dos alunos e, por outro lado, porque os computadores, aparentemente, propiciam um tipo mais prático de actividade educacional do que as operações mentais que dominam a aprendizagem mais tradicional na sala de aula. Em suma, as TIC podem, em teoria, não só melhorar como revolucionar o ensino. Tudo depende, contudo, da forma como são (ou não) utilizadas.

2.2.2 O software usado na educação

Os programas de computador usados na educação podem ser classificados em algumas categorias, sendo esta uma possível entre outras, de acordo com os seus objectivos pedagógicos:

- 1- Exercício e prática
- 2- Tutoriais
- 3- Aplicativos
- 4- Linguagens de programação
- 5- Jogos
- 6- Simulações computacionais

Muitos programas de computador educativos têm difícil incorporação nesta categorização ou podem até incluir-se em várias categorias.

1 - Exercício e prática

Exercício e prática é um tipo de programa que tem como objectivo exercitar certas habilidades. Este tipo de programa quando bem elaborado e usado adequadamente pode ser um excelente auxiliar de treino. Por permitir uma interacção do utilizador com o conteúdo, este programa requer a resposta frequente do aluno, propicia feedback imediato, explora as características gráficas e sonoras do computador e, geralmente, é apresentado na forma de jogos.

A vantagem deste tipo de programa é o facto do professor dispor de uma imensidão de exercícios que o aluno pode resolver de acordo com o seu grau de conhecimento e interesse. Se o software além de apresentar o exercício recolher as respostas, permite verificar a performance do aluno. Entretanto, para alguns professores, este dado não é suficiente porque é muito difícil para o software detectar porque é que o aluno acertou ou errou. A avaliação de como o assunto está a ser assimilado exige um conhecimento muito mais amplo do que o número de acertos e erros dos alunos.

Esta categoria de software é tida como pedagogicamente pobre, mas tem ainda a sua utilidade.

2 - Tutoriais

Os tutoriais caracterizam-se por transmitir informações de modo pedagogicamente organizado, como se fossem um livro animado, um vídeo interactivo ou um "professor electrónico". Os programas tutoriais constituem uma versão computacional da instrução programada, divide-se cada tema numa parte central e em várias ramificações, planeadas para proporcionar uma instrução mais detalhada e mais simples.

A lógica instrucional específica a ser usada para um determinado aluno é gerada pelo sistema, baseada nas informações que o mesmo obtém e acumula sobre o aluno. O

computador decide, automaticamente, se o aluno ao cometer um erro deve passar por uma sequência instrucional.

Estes programas apresentam algumas vantagens, por um lado, a informação é apresentada com características que não são permitidas no papel (animação, som e a manutenção do controlo da performance do aluno). Por outro lado, o aluno aprende de acordo com o seu próprio ritmo.

Contudo, estes sistemas tutoriais apresentam uma dificuldade que se prende com o facto da intervenção do sistema no processo de ensino-aprendizagem ser muito superficial podendo facilmente ser ultrapassada com uma adequada monitorização do aluno.

3 - Aplicativos

Os aplicativos são programas voltados para aplicações específicas, como processadores de texto, gestores de bases de dados. Embora não tenham sido propriamente desenvolvidos para uso educacional, permitem interessantes usos em diferentes disciplinas. As aplicações constantes do "Microsoft Office" são as mais populares.

4 - Linguagens de programação

As linguagens de programação podem ser interessantes como estímulo à actividade de organização das ideias, possibilitando um rico ambiente cognitivo. Com essa finalidade destaca-se a linguagem Logo desenvolvida por Papert (1985), utilizando conceitos de Piaget. A linguagem Logo tem sido utilizada nas escolas numa interface com a robótica (o Lego Logo), voltado para o comando programado de pequenos aparelhos e máquinas construídas pelos alunos.

5 - Jogos

Os jogos pedagógicos, como todos os jogos, pretendem ser divertidos, mesmo quando estão a promover a aprendizagem. Estes jogos são normalmente executados sob o comando de um conjunto de regras bastante claro e, geralmente, têm um vencedor no final (mesmo quando o aluno está a jogar sozinho, ele normalmente disputa com o computador).

O grande problema com os jogos é que a competição pode desviar a atenção do aluno do conceito envolvido no jogo. Além disso, a maioria dos jogos explora conceitos extremamente simples e não tem a capacidade de diagnóstico das falhas do jogador. A maneira de contornar estes problemas é fazer com que o aluno, após uma jogada que

não correu bem, reflecta sobre a causa do engano e tome consciência do erro conceptual envolvido na jogada errada.

6 - Simulações computacionais

As simulações computacionais são programas que apresentam um modelo de um sistema real ou imaginário. Actualmente, os computadores já têm a capacidade de simular sistemas razoavelmente complexos. Consequentemente, simulações computacionais pedagogicamente relevantes podem ser programadas de maneira a envolver grande complexidade e realismo e, dessa forma, gerar considerável interesse.

As simulações computacionais são um ponto forte do uso do computador na escola, principalmente no ensino das Ciências. Estas permitem manipular experiências de diversos tipos, como por exemplo, difíceis e até perigosas de serem reproduzidas na aula, que são no domínio do muito pequeno ou do muito grande, que se dão com muita lentidão ou com muita rapidez, que são muito caras ou que são impossíveis.

O aluno pode testar as suas hipóteses sobre os problemas que surgem no ambiente simulado, manipular variáveis e verificar como o comportamento do modelo se altera numa variedade de situações e condições. Neste caso, em que existe um maior grau de intervenção do aluno, o computador passa a ser usado mais como ferramenta do que como “máquina de ensinar”.

Em jeito de reflexão sobre estes tipos de software abordados acima, podemos considerar que quaisquer modelos físicos, embora reflectam os fundamentos básicos dos fenómenos reais, necessitam de certo de muitas outras aproximações para os aplicar à prática. Dito de outro modo, as simulações nunca poderão substituir o estudo experimental, pois a realidade revela-se geralmente passível de modelações matemáticas bem complexas se pretenderem ser suficientemente precisas (podendo, para muitos fenómenos, até não terem sido desenvolvidas ainda as ferramentas matemáticas necessárias). Assim, os professores conscientes deverão proporcionar aos alunos a experimentação que lhes permita aperceberem-se dessa complexidade, não abarcável apenas pelas equações presentes em muitos manuais escolares.

Não esqueçamos que a informática e a “realidade virtual” que lhe é inerente já fazem parte do conjunto da nossa realidade, mas até autores arreigados às tecnologias de informação, como Gates (1995), reconhecem que visualizar fenómenos no computador nunca substituirá a experiência real.

2.3 - Recursos disponíveis on-line sobre o osciloscópio

Os jovens são confrontados diariamente com novas informações em todos os ambientes, nomeadamente na *Internet*. É uma área que eles dominam na perfeição e se não forem orientados na sua navegação podem encontrar e assimilar muita informação que, por vezes, é contraditória, podendo ficar com ideias erradas e cimentar as suas concepções alternativas.

Actualmente, a *Internet* é um recurso muito importante para os nossos jovens. Utilizam-na para enviar e-mails, “conversar”, pesquisar informação para trabalhos escolares, para jogar e também, para ter acesso a certas informações sobre Física.

Sendo então a *Internet* um recurso tão utilizado pelos jovens e actualmente considerado o nosso mundo de informação, resolvemos averiguar¹ sobre o que realmente existe na *Internet*, sobre Física em particular o Osciloscópio e, se esta pode ou não contribuir para que os nossos jovens aprendam melhor.

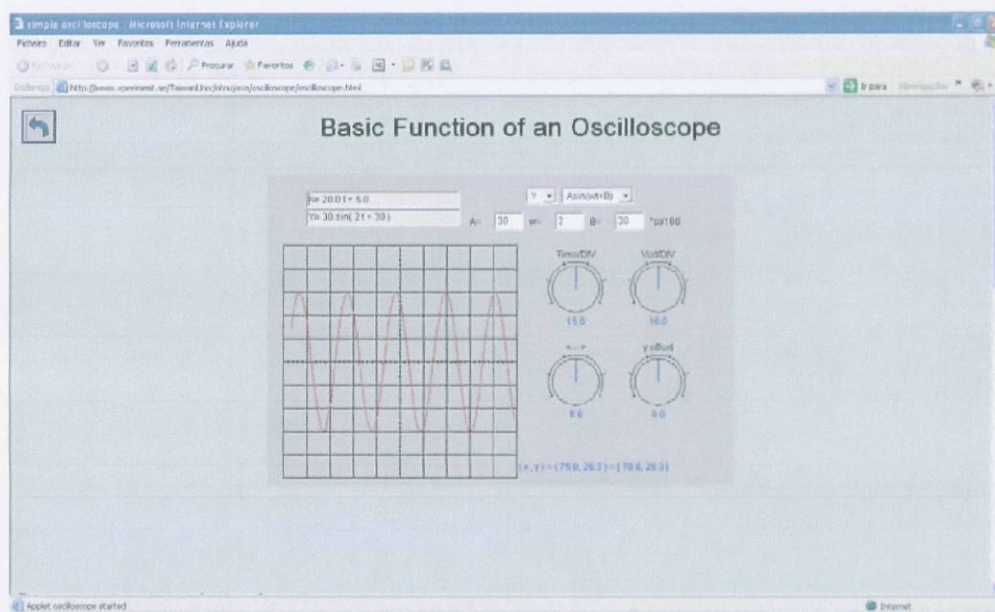


Figura 1 – Funções básicas do osciloscópio (a partir de www.xperiment.se)

O site apresentado na figura 1 exhibe um design pouco atractivo, logo pouco apelativo. Não apresenta informação escrita nem informações de utilização. Os alunos manipularam o site mas pouca informação, retiraram do porquê da alteração dos dígitos ou mesmo da sinusóide.

¹ Averiguações realizadas através da recolha de informações e observação dos alunos do 11º B da Escola Secundária de Vilela em contexto escolar.

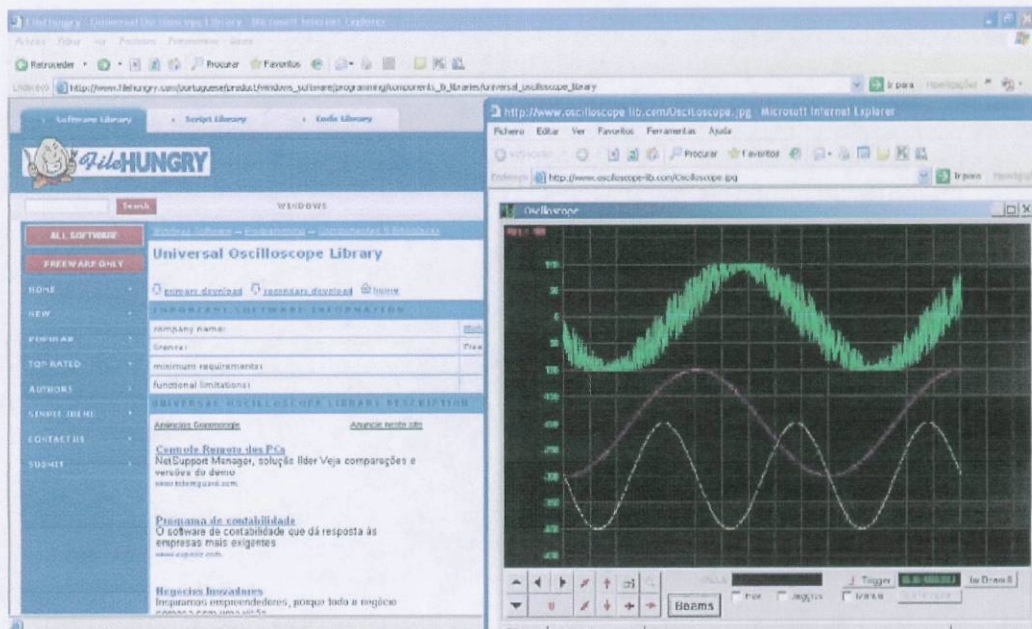


Figura 2 – Freeware de um osciloscópio (a partir de www.filehungry.com)

Neste site podemos encontrar um programa de simulação do osciloscópio que apesar de ter a vantagem de ser “freeware”, é necessário instalar no computador para se ter acesso a todas as suas funcionalidades. Estas só estão disponíveis quando o computador for ligado ao que se pretende medir através de uma porta de jogos, normalmente situada na placa de som do computador. Realiza uma boa simulação do osciloscópio mas pouco intuitiva, sendo considerada como uma ferramenta com pouca aplicabilidade no contexto educativo.

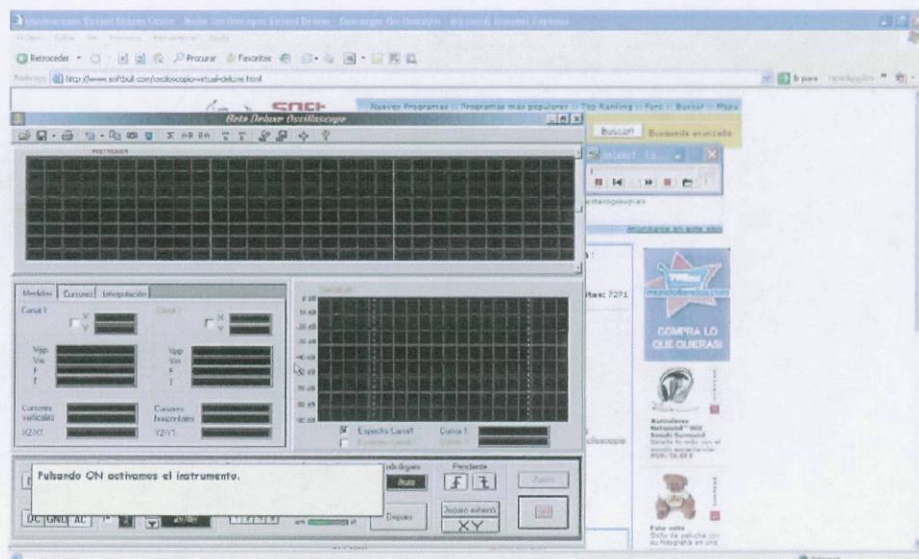


Figura 3 – Demonstração de um programa de um osciloscópio (a partir de www.softbull.com)

Funcionando de uma forma muito semelhante ao do exemplo descrito anteriormente, apresenta os mesmos aspectos negativos. De salientar que apresenta umas pequenas caixas de texto que na demonstração vão aparecendo sequencialmente, permitindo que quando o utilizador compre o programa já tenha uma pequena noção dos primeiros passos a seguir. É também considerado muito pobre em contexto educativo.

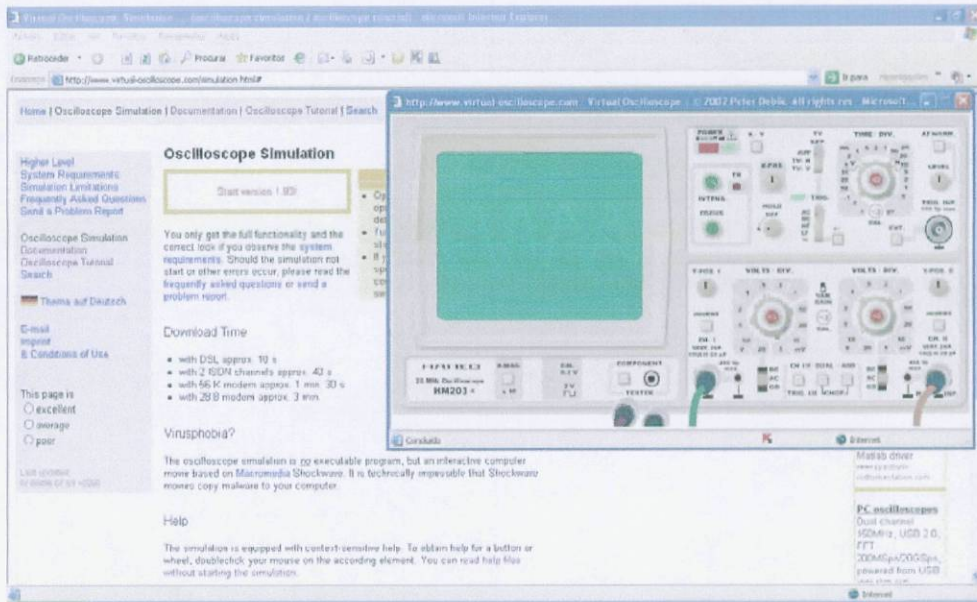


Figura 4 – Simulação de uma aplicação de um osciloscópio (disponível em www.virtual-oscilloscope.com)

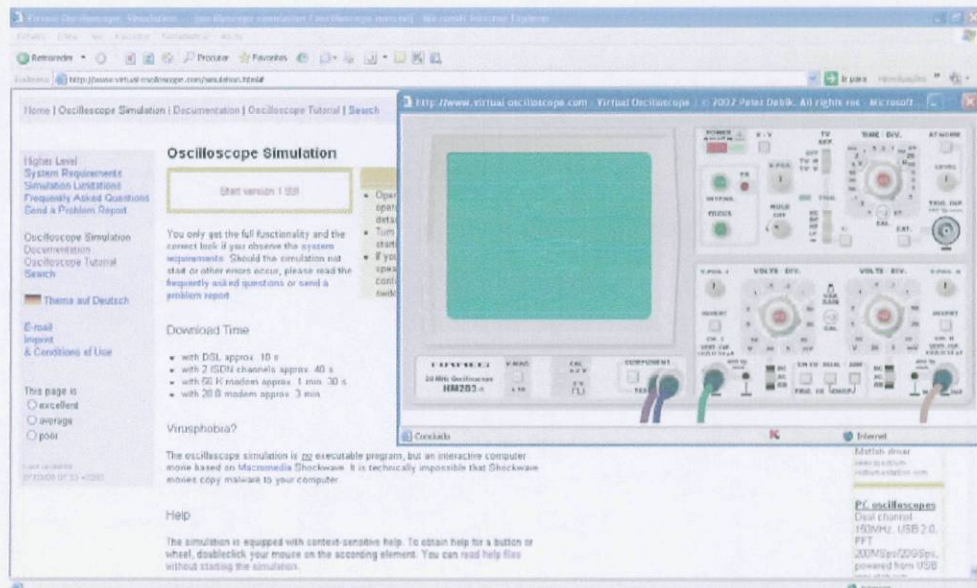


Figura 5 – Outro ecrã da mesma aplicação

Este site apresenta um design que agradou aos alunos. Estes revelaram algumas dificuldades na exploração da aplicação “osciloscópio virtual”, pois tal como quando exploram o osciloscópio real não têm qualquer informação sobre o funcionamento do mesmo. Visto tratar-se de uma aplicação que não necessita ser instalada e devido às potencialidades de exploração que apresenta foi considerada de uma grande utilidade pedagógica quando bem utilizada.

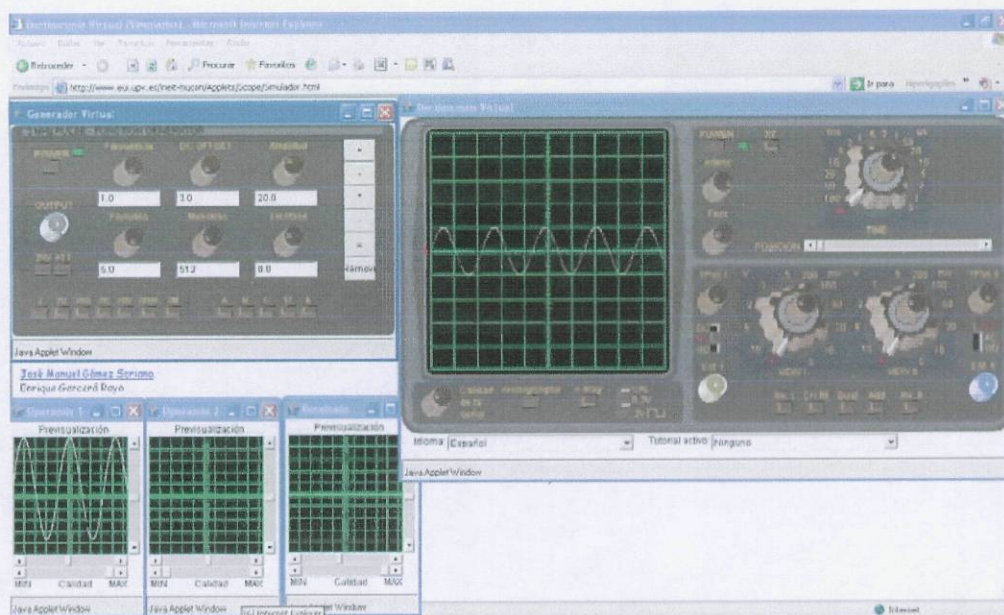


Figura 6 – Osciloscópio virtual (disponível em www.eui.upv.es/ineit-mucon/Applets/Scope/Simulador.html)

Muito semelhante ao anterior mas dispendo de um gerador de sinal virtual. De todas as simulações e sites visitados este foi sem dúvida o recurso que mais valias ofereceu no contexto educativo. Esta simulação disponibiliza um tipo de ajuda muito simples que através de janelas *popup* e de forma sequencial relata o que realizam os botões mais importantes. Apresenta um inconveniente em nossa opinião é que apenas está disponível on-line, e como é do conhecimento geral, apesar de uma evolução nesse sentido, lenta, a maioria das escolas não dispõe de computadores nem Internet em todas as salas, limitando a sua utilização.

Na *Internet*, como já referimos anteriormente, existe um mundo de informação, mas nem toda pode ser adequada e utilizada no processo ensino-aprendizagem. Os sites descritos anteriormente, foram apenas alguns exemplos dos que existem neste mundo, relativos ao tema física “comunicações”, mais concretamente o osciloscópio, pois existem muitos mais, mas ser-nos-ia impossível referenciar e comentar todos eles neste trabalho.

Capítulo III – O ensino da Física no Ensino Secundário

3.1 - O ensino das Ciências nas Escolas Portuguesas

As primeiras referências aos programas de ciências datam de 1940; muitos eram os autores que já nesta data defendiam que a melhoria do ensino das Ciências estava directamente relacionada com a realização de actividades práticas. Outros achavam que o sistema deveria todo ele sofrer uma reforma, uma vez que os alunos transitavam de ano e de ciclo mal preparados.

Muitas outras questões eram já colocadas na altura, como a execução dos programas, a preparação para os exames, a adequação dos programas à vida quotidiana, o ensino de conhecimentos na generalidade desactualizados, entre outras.

Desde 1940 até aos dias de hoje vários autores de renome, como por exemplo Rómulo de Carvalho se dedicaram aos programas das Ciências, mas muitas questões continuam sem resposta.

Como por exemplo:

- Qual a importância do ensino experimental das ciências?
- Que condições têm os professores nas escolas para efectuar as actividades experimentais?
- Os conteúdos leccionados são os adequados para a época?
- Os programas de Ciências conseguem dar ao aluno respostas sobre as suas dúvidas em áreas relacionadas com a Física “Comunicações”?
- Que preparação têm os professores nestas áreas para poderem esclarecer os alunos?

A realidade é que desde 1940 várias reformas no ensino das ciências já ocorreram, mas as dificuldades detectadas são praticamente as mesmas.

Tendo em atenção as novas reorganizações curriculares do ensino Básico e Secundário, podemos constatar que a Física ensinada em Portugal é praticamente a mesma já há algumas décadas, continua a dar-se especial relevância à Física Clássica e as áreas da Física “Comunicações” continuam a ser pouco abordadas.

Os novos currículos dão uma maior liberdade ao professor relativamente ao modo de abordar os assuntos o que permite algumas vezes inserir os mesmos nesta área do ensino. Além disso deve ter-se em conta o facto de a maioria dos professores de Ciên-

cias Físico-Químicas não possuem formação inicial nesta área o que faz com que os assuntos não sejam abordados.

Realizando uma síntese dos principais assuntos abordados no ensino das Ciências Físico-Químicas permitirá ter uma ideia mais realista do que se ensina em Portugal.

3.1.1– 3º Ciclo do Ensino Básico

Relativamente ao 3ºCiclo do ensino Básico, os assuntos abordados pretendem basicamente relacionar quatro factores: (Programas do Ensino Básico e Secundário, 2006)

- Ciência
- Tecnologia
- Sociedade
- Ambiente

Assim, para tal, os tópicos abordados são:

TEMAS	CONTEÚDOS
Terra no espaço	<ul style="list-style-type: none"> - Universo (O que existe no universo e distâncias no Universo) - Sistema solar (Astros dos sistema solar e características dos planetas) - Planeta Terra (Terra e sistema solar, movimentos e forças)
Terra em transformação	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais (Constituição do mundo material; Substâncias e misturas de substâncias; Propriedades físicas e químicas dos materiais; Separação das substâncias de uma mistura; Transformações físicas e químicas) - Energia
Sustentabilidade na Terra	<ul style="list-style-type: none"> - Som e luz (Produção e transmissão do som; Propriedades e aplicações da luz)

	<ul style="list-style-type: none"> - Reacções químicas (Tipos de reacções químicas; Velocidade das reacções químicas; Explicação e representação das reacções químicas) - Mudança Global (Previsão e descrição do tempo atmosférico; Influência da actividade humana na atmosfera terrestre e no clima)
Viver melhor na Terra	<ul style="list-style-type: none"> - Em trânsito (Segurança e prevenção; Movimento e forças) - Sistemas eléctricos e electrónicos (Circuitos eléctricos; Electromagnetismo; Circuitos electrónicos e aplicações da electrónica) - Classificação dos materiais (Propriedades dos materiais e tabela periódica dos elementos; Estrutura atómica; Ligação química)

De notar que os termos transmissão do som e propriedades da luz são aqui abordado mas de um forma muito superficial, como é pretendido pelo Ministério da Educação, não adquirindo os alunos, em nossa opinião, pré-requisitos suficientes para o tema “Comunicações” abordado no 11º ano.

Estes quatro temas são distribuídos nos 7º, 8º e 9º anos de escolaridade e cabe aos professores realizar a sua organização ao longo dos três anos lectivos.

Relativamente à nova reorganização do Ensino Secundário, cujas principais linhas são apresentadas de seguida, é de salientar o facto de já estarem a ser aplicados os novos programas do 10º ano desde o ano lectivo de 2003/2004, do 11º ano desde 2004/2005 e do 12º ano de escolaridade desde 2005/2006. De realçar o facto de que o programa do 11º ano (Física “Comunicações”), nosso principal objecto de ensino ainda é relativamente recente para podermos retirar um maior número de conclusões.

3.1.2. - Física do 10º ano

TEMAS	CONTEÚDOS
Das fontes de energia ao utilizador	<ul style="list-style-type: none"> - Situação energética mundial e degradação de energia (Fontes de energia; Transferências e transformações de energia; Degradação de energia, Rendimento; Uso racional das fontes de energia). - Conservação de energia (Sistema, fronteira e vizinhança; Sistema isolado, Energia mecânica, Energia interna. Temperatura, Calor, radiação, trabalho e potência, Lei da Conservação)
Do Sol ao aquecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Energia – do Sol para a Terra (Balanço energético da Terra, Emissão e absorção de radiação. Lei de Stefan-Boltzman. Deslocamento de Wien; Sistema Termodinâmico; Equilíbrio térmico. Lei Zero da Termodinâmica; A radiação solar na produção de energia eléctrica – painel fotovoltaico. - A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas (Mecanismos de transferência de calor; Materiais condutores e isoladores de calor. Condutividade térmica; 1ªLei da Termodinâmica; Degradação da energia. 2ªLei da Termodinâmica; Rendimento)
Energia em movimento	<ul style="list-style-type: none"> - Transferências e transformações de energia em sistemas complexos – aproximação ao modelo da partícula material (Sistema mecânico; Validade da representação de um sistema pelo respectivo centro de massa; Trabalho realizado por forças constantes que actuam num sistema em qualquer direcção; A acção das forças dissipativas). - A energia de sistemas em movimento de translação (Teorema da energia cinética; Trabalho realizado pelo peso; Peso como força conservativa; Energia potencial gravítica, conservação da energia mecânica; Acção das forças não conservativas; Rendimento. Dissipação de energia)

3.1.3 – Química de 10º ano

TEMAS		CONTEÚDOS
Materiais diversidade e constituição		
	Das estrelas ao átomo	(Arquitectura do Universo; Espectros, radiações e energia; Átomo de Hidrogénio e estrutura atómica; Tabela Periódica – organização dos elementos químicos).
	Na atmosfera da Terra	Radiação, matéria e estrutura (Evolução da atmosfera; Atmosfera: temperatura, pressão e densidade em função da altitude; Interação radiação-matéria; O Ozono na estratosfera; Moléculas na troposfera)

3.1.4 – Física 11º ano

TEMAS	CONTEÚDOS
Movimentos na Terra e no Espaço	<ul style="list-style-type: none"> - Viagens com GPS (Funcionamento e aplicações do GPS) - Da Terra à Lua (Leis de Newton; Movimentos de corpos de acordo com as resultantes das forças aplicadas; Movimentos de satélites geostacionários)
Comunicações	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicação de informação a curtas distâncias (Transmissão de sinais; Som; Microfone e altifalante) - Comunicação de informação a longas distâncias (A radiação electromagnética na comunicação).

Relativamente ao programa de Física do 11º ano constata-se que existe a introdução de alguns conceitos que anteriormente não eram abordados, mas no entanto continuam a existir grandes falhas ao nível da Física “Comunicações”.

Devido aos escassos conhecimentos dos docentes nestas áreas, os conceitos são abordados numa perspectiva menos correcta ou muitas vezes simplesmente ignorados. Com a introdução dos exames nacionais, os programas têm que ser cumpridos, embora nem sempre da forma mais correcta.

Existe assim uma grande lacuna no ensino que, apesar de sucessivas reformas, não tem sido colmatada.

3.1.5 – Química 11º ano

TEMAS	CONTEÚDOS
Química e indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios	- Produção e controlo – a síntese industrial do amoníaco
Da atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra	- Água da chuva, água destilada e água pura. - Águas minerais e de abastecimento público: acidez e a basicidade das águas. - Chuva ácida - Mineralização e desmineralização de águas.

3.1.6 – Física 12º ano

O programa de Física do 12º ano encontra-se dividido em três unidades:

UNIDADES/TEMAS	CONTEÚDOS
Unidade I – Mecânica	- Mecânica da partícula - Movimentos Oscilatórios - Centro de massa e momento linear de um sistema de partículas - Mecânica de Fluidos - Gravitação

Unidade II – Electricidade e Magnetismo	<ul style="list-style-type: none"> - Campo e potencial eléctrico - Circuitos eléctricos - Acção de campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes
Unidade III – Física Moderna	<ul style="list-style-type: none"> - Relatividade - Introdução à Física Quântica - Núcleos atómicos e radioactividade

Como podemos constatar, não existe uma continuidade na Física de 12º ano do tema de “Comunicações”.

Fazendo o balanço do que se aprende sobre Física e Química em Portugal em pleno século XXI, é precisamente o que se aprendia no século passado.

No entanto, as principais dúvidas apresentadas pelos alunos dos ensinos Básico e Secundário são em temas que não são abordados, assim sendo vão continuar eternamente com dúvidas ou interiorizando conceitos errados.

Existindo também uma falha ao nível da formação de professores, pois deveriam existir acções de formação em que os professores se pudessem actualizar à medida que a Ciência vai evoluindo. Pois esta evolui quase diariamente, novas teorias são formuladas, novas experiências são realizadas e até mesmo algumas das teorias que sempre foram aceites são colocadas em causa.

Não havendo uma actualização dos conhecimentos por parte dos professores, não será possível abordar temas recentes nas aulas, sendo estes os que mais despertam o interesse dos alunos, pois são os que aparecem divulgados em todos os meios de comunicação que os alunos têm acesso diariamente.

3.2 - O ensino do Currículo do 11º ano de Física “Comunicações”

A investigação em Didáctica das Ciências tem como uma das principais prioridades contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem (Santos, 1999; Graça, 2001).

No entanto, e pese embora o investimento feito ao nível da investigação, é frequente encontrarmos muitas citações considerando pouco significativa a integração das

linhas orientadoras emergentes da investigação em Didáctica das Ciências nas práticas lectivas dos professores (Graça, 2001).

A necessidade de se desenvolverem estudos no âmbito da Didáctica das Ciências, e da Física em particular, que potenciem a articulação entre o que a investigação sugere e as práticas dos professores, tem vindo a ser cada vez mais referida em literatura recente da especialidade. Costa *et al.* (2000), por exemplo, aconselha que na escolha dos problemas de investigação, os investigadores focalizem “ (...) *de um modo cada vez mais frequente os seus estudos em problemas relacionados com as práticas, de modo a assegurar que a investigação assuma uma maior relevância para o ensino e a aprendizagem (...)*”.

A existência de muitas reflexões como as acima referidas sustenta a ideia de que o ensino dirigido na utilização de linhas de investigação em Didáctica é preterido, por muitos professores, em favor de um ensino mais tradicional. Esta situação pode dever-se a diferentes ordens de razão, como ao desconhecimento das linhas orientadoras emergentes da investigação em Didáctica, à pouca motivação para alterar práticas pedagógicas tradicionais muito arraigadas ou, ainda, por os professores alegarem a necessidade dos alunos obterem bons resultados nas provas finais e nos exames públicos, em particular no ensino secundário, que os obriga a perpetuar um ensino transmissivo e mecanicista (Graça, 2001). Neste último caso, a principal razão invocada, pelos professores, na adopção de um ensino mais tradicional prende-se com a competição pelo acesso ao ensino superior e com as características das provas que os alunos têm que prestar no final de cada ano lectivo.

No final de cada ano lectivo os professores são confrontados com estatísticas sobre os resultados das avaliações dos seus alunos nas provas finais, nem sempre satisfatórios, nomeadamente no que concerne à Física. As causas apontadas como geradoras de insucesso, nesta disciplina, são diversas. Como afirma Gouveia (2000) “ *os professores atribuem esse insucesso a causas que lhe são exteriores – falta de conhecimentos de matemática, falta de domínio da língua materna, falta de hábitos de trabalho, falta de capacidades cognitivas adequadas, existência de múltiplas áreas de interesse para os jovens (televisão, vídeo, cinema, discotecas, jogos de computador, Internet, etc.) que entram em concorrência com a escola e com os quais esta tem dificuldade em competir*”.

Os professores não procuram, assim, frequentemente nas suas práticas eventuais causas desse insucesso.

No contexto das provas finais é generalizada a existência de itens direccionados para actividades muito específicas que podem fornecer ao professor uma falsa confiança, desencorajar a prática do trabalho de pesquisa, bem como a implementação de estraté-

gias de ensino inovadoras baseadas na investigação em Didáctica das Ciências, principalmente ao nível do Ensino Secundário. De referir que esta situação se verifica apesar de existirem referências inequívocas à investigação em Didáctica das Ciências nos programas oficiais do Ministério da Educação dos vários níveis de ensino.

A discrepância entre os resultados das aprendizagens dos alunos e as expectativas da sociedade em geral, e dos professores em particular, tem servido cada vez mais de suporte a projectos de Investigação em Didáctica das Ciências.

No entanto, é importante não esquecer, como referem Pedrosa e Mateus (2000), que *“mudar e inovar não surgem espontaneamente. (...) exigem que os professores vençam naturais receios quando, na procura de percursos consentâneos com os propósitos pretendidos, arriscam práticas divergentes da praxis instalada. (...) inovação, devidamente experimentada e analisada por professores e alunos, contribuirá, para vencendo inércias previsíveis e expectáveis, se ir mudando”*. Como refere ainda Ogborn (2002), as inovações têm sucesso quando os professores se sentem envolvidos, isto é, membros activos da inovação.

A disciplina de Física e Química A do 11º ano é uma das disciplinas comum ao novo programa da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário. Vem dar continuidade às disciplinas de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do Ensino Básico e Física e Química A do 10º ano, podendo assim os alunos aprofundar os seus conhecimentos relativos à Física e à Química, duas áreas estruturantes do conhecimento nas Ciências experimentais.

Como é referido no Programa de Física Química A e de acordo com o documento “Revisão Curricular do Ensino Secundário”, a Formação Específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional.

Neste contexto pretende-se que no Ensino Secundário se tomem como orientações para o ensino das Ciências, as perspectivas de literacia científica dos alunos, essencial para a cultura científica. Pretende-se também o desafio de cativar os alunos (sobretudo os melhores preparados) para carreiras ligadas às Ciências / Tecnologias, indispensáveis ao desenvolvimento socio-económico do País, onde também não seja esquecida a profissão docente.

O Ensino Secundário deve ter em conta aquilo que o Ensino Básico contempla, valorizando aprendizagens anteriores dos alunos, não os considerando “tábuas rasas” e

ajudando-os porventura a reinterpretar conhecimentos prévios, alargando os seus conhecimentos, criando-lhes estímulos para o trabalho individual, aumentando-lhes a auto-estima e ajudando-os a prepararem-se para percursos de trabalho cada vez mais independentes.

Os autores do programa de Física e Química A do 11º ano defendem que *“há que ensinar menos para ensinar melhor.”*

Ensinar menos não necessariamente em número de conceitos, princípios e leis mas em profundidade, já que muitas das abordagens só interessarão em níveis mais avançados.

Ensinar melhor o que é essencial, central, verdadeiramente importante, omitindo o que é acessório; ensinar melhor as relações com outros domínios do saber; ensinar melhor a pensar e, sobretudo, ensinar melhor a aprender.”

Assim, pretende-se que através desta disciplina² os alunos possam:

- Aumentar e melhorar os conhecimentos em Física e Química;
- Compreender o papel do conhecimento científico, e da Física e Química em particular, nas decisões do foro social, político e ambiental;
- Compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento (científico) em Física e Química;
- Desenvolver capacidades e atitudes fundamentais, estruturantes do ser humano, que lhes permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade;
- Desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, do Ambiente e da Sociedade;
- Compreender a cultura científica (incluindo as dimensões crítica e ética) como componente integrante da cultura actual;
- Ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos;
- Sentir-se melhor preparados para acompanhar, no futuro, o desenvolvimento científico e tecnológico, em particular o veiculado pela comunicação social;
- Melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC);
- Avaliar melhor, campos de actividade profissional futura, em particular para prosseguimento de estudos.

Pretende-se assim que os alunos adquiram uma visão global no final do 11º ano sobre todas as temáticas desta disciplina.

² In programa de Física e Química A do 11º ano do Ministério da Educação

O Ministério da Educação, através do programa recomenda o recurso às modernas tecnologias (TIC) que constituem um excelente auxiliar neste domínio, tendo especial cuidado na análise crítica da informação disponível, principalmente no que diz respeito à correcção científica e terminológica e adequação aos alunos e aos fins a que se destina.

O capítulo das comunicações encontra-se dividido em dois módulos. O primeiro intitula-se “Comunicações a Curtas Distâncias”, e dando continuidade ao estudo iniciado é apresentado o módulo “Comunicações a longas distâncias”.

No primeiro módulo, segundo as indicações do ministério da Educação, os objectos de ensino são:

Tabela 1 – Comunicação de informação a curtas distâncias Objecto de ensino³

Objecto de ensino
• Transmissão de sinais
• Sinais
• Propagação de um sinal: energia e velocidade de propagação (modelo ondulatório)
• Onda periódica: periodicidade no tempo e no espaço
• Sinal harmónico e onda harmónica
• Som
• Produção e propagação de um sinal sonoro
• Som como onda mecânica
• Propagação de um som harmónico
• Espectro sonoro
• Sons harmónicos e sons complexos

Estes objectos de estudo irão permitir ao aluno adquirir vários conceitos e conhecimentos como os que, de uma forma sucinta, se apresentam na tabela seguinte.

Tabela 2 – Comunicação de informação a curtas distâncias Objectivos de aprendizagem⁴

Objectivos de aprendizagem
• Identificar um sinal como uma perturbação de qualquer espécie que é usada para comunicar (transmitir) uma mensagem ou parte dela.

³ In Programa de Física e Química A 11º ano do Ministério da Educação

⁴ In Programa de Física e Química A 11º ano do Ministério da Educação

• Reconhecer que um sinal se localiza no espaço e no tempo, podendo ser de curta duração ou contínuo
• Identificar diferentes tipos de sinais
• Interpretar a propagação de um sinal por meio de um modelo ondulatório
• Reconhecer que um sinal demora um certo tempo t a percorrer um determinado espaço x e que, conseqüentemente, lhe pode ser atribuída uma velocidade de propagação ($v = x/t$)
• Reconhecer que um sinal se transmite com velocidade diferente em diferentes meios
• Reconhecer que um fenómeno ondulatório se caracteriza pela existência de uma perturbação inicial que altera localmente uma propriedade física do meio e pela propagação dessa perturbação através desse meio
• Identificar fenómenos de propagação ondulatória longitudinal e transversal
• Identificar sinais que necessitam e que não necessitam de meio elástico para se transmitirem.
• Identificar uma onda periódica como aquela que resulta da emissão repetida de um sinal a intervalos regulares, independentemente da sua forma.
• Associar a periodicidade no tempo de uma onda periódica ao respectivo período e a periodicidade no espaço ao respectivo comprimento de onda
• Descrever um sinal harmónico simples através da função $A \sin \omega t$
• Relacionar o período com a frequência do sinal
• Relacionar a intensidade do sinal com a amplitude da função que o descreve
• Interpretar uma onda harmónica como a propagação de um sinal harmónico simples (sinusoidal) com uma dada frequência
• Relacionar o comprimento de onda da onda harmónica, com o período do sinal, com base no significado da velocidade de propagação
• Explicar o sinal sonoro como resultado de uma vibração de um meio mecânico
• Interpretar o mecanismo de propagação do sinal sonoro como uma onda longitudinal, proveniente de sucessivas compressões e rarefações do meio
• Comparar a velocidade do som em diferentes meios
• Explicar o som ou qualquer onda mecânica como um fenómeno de transferência de energia entre partículas de um meio elástico, sem que exista transporte destas.
• Identificar diferentes pontos do espaço com o mesmo estado de vibração, com base no significado de propagação ondulatória
• Associar a frequência de um sinal sonoro harmónico recebido pelo receptor à frequência da vibração que lhe deu origem
• Localizar as frequências audíveis ao ouvido humano no espectro sonoro
• Interpretar sons complexos como sobreposição de sons harmónicos

No módulo seguinte “Comunicações a longas distâncias” também é definido o objecto de estudo bem como os objectivos de aprendizagem, que por opção não vão aqui figurar, pois é no primeiro módulo que nos pretendemos debruçar.

3.3 - Actividades práctico-laboratoriais do Currículo do 11º ano de Física “Comunicações”

Através desta disciplina, Física e Química A, os alunos poderão ainda desenvolver aprendizagens importantes no que respeita à formação no domínio da Ciência, desenvolver competências sobre processos e métodos da Ciência, incluindo a aquisição de competências práticas/laboratoriais/experimentais.

Através das actividades laboratoriais, programadas pelo Ministério da Educação pretende-se que os alunos tenham a oportunidade de privilegiar particularmente as actividades de síntese (esquemas, relatórios), uma vez que a elaboração destes ajudam na concretização dos objectivos das tarefas e incrementam o interesse e a concepção de novos problemas.

No final do 11º ano, os alunos devem ter executado actividades que contemplem todos os objectivos gerais de aprendizagem bem como ter desenvolvido as competências enunciadas.

Vamo-nos debruçar apenas sobre as actividades experimentais que recomendam o uso do osciloscópio (actividades 5 e 6) que passamos a descrever.

3.3.1 - Actividades práctico-laboratoriais

▪ AI 5 – Osciloscópio (1 aula)

Questão-problema

Perante o aumento da criminalidade tem-se especulado sobre a possibilidade de formas de identificação, alternativas à impressão digital. Uma dessas formas poderia ser pela voz. Utilizando um osciloscópio propor um método que permita concretizar a identificação individual desse modo.

Pretende-se com esta actividade que os alunos aprendam a utilizar um osciloscópio e a extrair informação diversa da representação gráfica que vêem no ecrã (diferenças de potencial em função do tempo).

Os alunos terão a oportunidade de compreender os parâmetros em jogo, realizando medidas de diferença de potencial e de tempo, com uma fonte de tensão contínua, com fontes de tensão alternada e utilizando geradores de sinais.

Tabela 3 – O que os alunos deverão realizar na actividade práctico-laboratorial “Osciloscópio”

Os alunos deverão:
▪ Montar dois circuitos com lâmpadas idênticas, um alimentado por um gerador de tensão contínua e outro por um gerador de tensão alternada;
▪ Ligar os terminais de cada lâmpada, utilizando os dois canais do osciloscópio e ajustar as tensões de modo a que as lâmpadas tenham o mesmo brilho;
▪ Medir, com o osciloscópio a tensão contínua e o valor máximo da tensão alternada e com um voltímetro a tensão nos terminais das lâmpadas, comparando-os.
▪ Medir períodos e calcular frequências dos sinais obtidos com um gerador de sinais, comparando-os com os valores nele indicados;
▪ Comparar amplitudes e frequências de sinais sonoros convertidos em sinais eléctricos, utilizando um gerador de sinais, um altifalante e um microfone;
▪ Controlar variáveis, utilizando a voz, de modo a dar resposta ao problema

Seguem-se o objecto de ensino e os objectivos de aprendizagem desta actividade práctico-experimental.

Tabela 4 – Objecto de estudo da actividade práctico experimental “Osciloscópio”

Objecto de ensino
• Utilização do osciloscópio
• Tensão contínua e alternada
• Tensão eficaz
• Função do microfone e do altifalante
• Características de um sinal sonoro

Tabela 5 – Objectivos de aprendizagem da actividade prático-experimental “Osciloscópio”

Objectivos de aprendizagem	
Esta actividade permitirá ao aluno saber:	
• Utilizar o osciloscópio – brilho, focagem, terminais de entrada, terra, base de tempo e ganho, para:	
	• Medir tensões contínuas e alternadas
	• Mostrar no ecrã, simultaneamente, a variação temporal de duas tensões
	• Medir amplitudes e períodos e calcular frequências de uma tensão sinusoidal
	• Relacionar amplitudes e frequências de diferentes sinais sonoros
	• Reconhecer que o valor da tensão alternada lido por um voltímetro (tensão eficaz) é inferior ao valor máximo da tensão alternada

Tabela 6 – Material e equipamento por turno da actividade prático-experimental “Osciloscópio”

Material e equipamento	Quantidades
Fonte de tensão alternada	4
Fonte de tensão contínua	4
Voltímetro	4
Interruptor	4
Lâmpada de baixa potência	8
Osciloscópio	4
Gerador de sinais	4
Microfone	4
Altifalante	4
Fios de ligação e crocodilos	—

▪ **Realização da actividade experimental em contexto sala de aula⁵**

⁵ Actividade realizada com os alunos do 11º B da Escola Secundária de Vilela no ano lectivo de 2005/2006

Esta actividade experimental encontra-se dividida em duas partes. A primeira parte tem como objectivo saber utilizar o osciloscópio e extrair informação básica da representação observada no ecrã: medições directas de diferença de potencial (d.d.p. ou tensão U) e de intervalos de tempo.

- Ligar o osciloscópio, tendo previamente colocado o *trigger* em interno automático.
- Iluminar o ecrã e actuar nos botões de brilho e focagem para colocar a linha de base nas melhores condições.
- Actuar na base de tempo de modo a obter alinha de base contínua. Notar que, com uma base de tempo muito longa, o traço não nos aparece contínuo e, se o brilho for muito elevado, poderemos queimar o ecrã (diminuir o brilho se necessário).
- Deslocar a linha de base na horizontal e na vertical de modo que fique centrada nos eixos do ecrã.
- O osciloscópio está pronto para receber um sinal exterior.

A segunda parte tem como objectivo comparar as d.d.p. nos terminais de duas lâmpadas iguais, uma alimentada com um gerador de tensão contínua e outra com um gerador de tensão alternada.

Um osciloscópio é um aparelho que mostra a variação de sinais eléctricos ao longo do tempo num ecrã. A amplitude e o período de um sinal periódico podem medir-se directamente no ecrã do osciloscópio. A amplitude indica a tensão do sinal eléctrico recolhido, pelo que um osciloscópio pode ser utilizado como voltímetro. É possível observar-se simultaneamente dois sinais que entram por canais diferentes, e compararem-se amplitudes, períodos e desfasamentos (atrasos) no tempo.

▪ 1ª Parte

Uma fonte de tensão contínua é ligada a um canal do osciloscópio. Devido à tensão aplicada nas placas de deflexão do osciloscópio, o feixe de electrões do mesmo é puxado para cima ou para baixo.

A escala da tensão é controlada por um botão com a indicação VOLT/DIV, que indica o valor da tensão correspondente à maior divisão da escala vertical do ecrã.

$$\text{Tensão} = \text{número de divisões na escala vertical} \times \text{tensão/divisão}$$

Tabela 7 – Leituras efectuadas com uma fonte de tensão contínua

Tensão/divisão	Número de divisões na escala vertical	Tensão
10 mV	2,5	25 mV
10 mV	3,2	32 mV
2 V	2,5	5 V
2 V	4	8 V

Através dos valores obtidos na tabela 7 os alunos puderam através de medições directas no ecrã do osciloscópio indicar a tensão fornecida pela fonte.

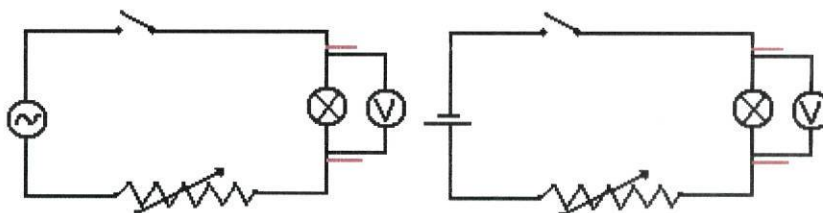
- 2ª Parte

Para esta segunda parte do trabalho foram usados o seguinte material e equipamento:

- 2 Resistências variáveis
- 2 Lâmpadas de baixa potência com as mesmas características
- Multímetro
- Gerador de tensão contínua
- Gerador de tensão alternada
- Osciloscópio

- Procedimento

Foram montados dois circuitos eléctricos como os da figura seguinte:



a) Circuito eléctrico
ligado a uma fonte alternada

b) Circuito eléctrico
ligado a uma fonte contínua

Figura 7 – Esquema dos circuitos eléctricos.

Actuou-se na resistência variável de cada um dos circuitos, de modo que o voltímetro indique a mesma d.d.p. nos terminais de cada uma das lâmpadas.

Ligou-se os terminais da lâmpada do circuito representado na Figura 7 a) ao canal 1 (CH1) do osciloscópio e os terminais da lâmpada do circuito representado na Figura 7 b) ao canal dois (CH2).

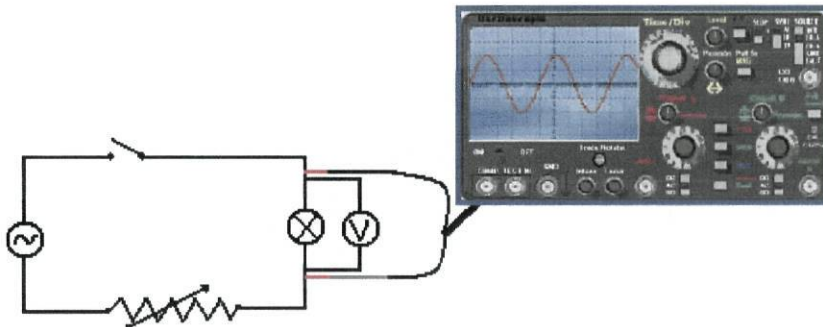


Figura 8 – Representação da ligação de um circuito ao canal um (CH1) do osciloscópio

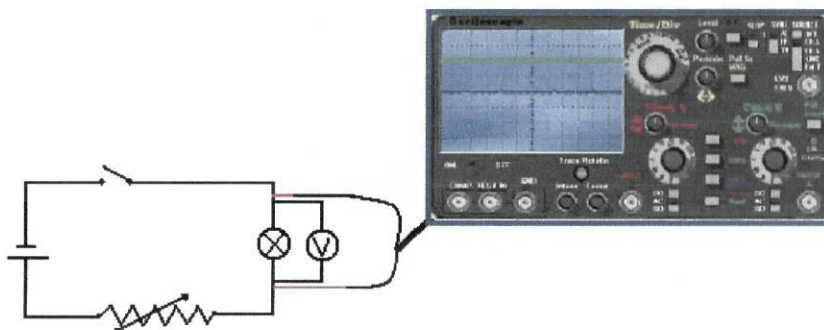


Figura 9 – Representação da ligação de um circuito ao canal dois (CH2) do osciloscópio

Para a primeira situação Figura 8, deve-se mudar o *trigger* de AUTO para NORM. A partir da distância lida e da escala utilizada, calcula-se a tensão de pico.

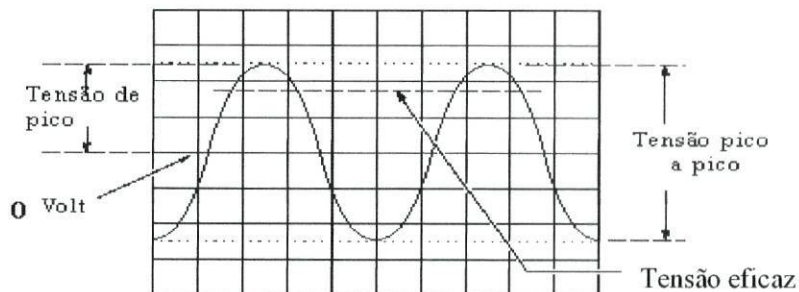


Figura 10 – Representação do ecrã do osciloscópio para a situação de corrente alternada

Denomina-se tensão eficaz o valor da tensão alternada (AC) que produz os mesmos efeitos energéticos que uma tensão contínua com o mesmo valor. O seu valor está relacionado com o valor da tensão de pico por:

$$U_{\text{eficaz}} = \frac{U_{\text{pico}}}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

Regulando o reóstato de forma a que o voltímetro marque 4,5 V, pode verificar-se que no ecrã do osciloscópio onde a escala se encontra em 2 VOLT/DIV, a tensão aos terminais varia (-6,4 V < +6,4V) e que a curva é uma sinusóide idêntica à da Figura 10 que é representada graficamente por uma função

$$y = A \sin \omega t \quad (2)$$

Pode-se concluir que a lâmpada é alimentada por uma tensão alternada que varia no tempo de acordo com a expressão sinusoidal.

$$V = 6,4 \sin 2\pi \times 50t \quad (3)$$

Atendendo a que $\omega = \frac{2\pi}{T}$, podemos determinar, no ecrã do osciloscópio, o tempo correspondente ao intervalo entre dois picos consecutivos, sendo esse o valor de T . O período era de 20 ms então a frequência era de 50 Hz.

Para a segunda situação Figura 9, no ecrã do osciloscópio observa-se uma linha recta horizontal. Pode concluir-se que o valor da tensão medida com o osciloscópio é igual ao valor que foi obtido utilizando o voltímetro (4,5 V).

Pode-se no final observar, simultaneamente, a d.d.p. entre os terminais das duas lâmpadas, utilizando para isso os dois canais de amplificação vertical em modo CHOP.

▪ AL 6 – Velocidades do som e da luz (1 aula)

Questão-problema

Dois amigos divertem-se a imaginar modos de medir o comprimento de um túnel por processos diversos. Um deles sugere que se emita simultaneamente um som intenso e um sinal LASER numa extremidade do túnel. Segundo ele a diferença entre os instantes de chegada dos dois sinais à outra extremidade permitiria determinar o comprimento desejado.

Com base na realização de uma actividade experimental e fazendo as pesquisas necessárias discutir as condições em que este processo poderá ter êxito.

Pretende-se com esta actividade que o aluno se aperceba, a partir de determinações experimentais e de consulta de informação, da grande diferença entre as ordens de grandeza das velocidades da luz e do som, em qualquer meio, bem como dos parâmetros que influenciam este valor (temperatura e humidade).

A velocidade do som deve ser medida de uma forma conceptualmente simples e intuitiva, utilizando a medição do tempo de percurso de um impulso sonoro a diferentes distâncias.

Tabela 8 – O que os alunos deverão realizar na actividade práctico-laboratorial “Velocidades do som e da Luz”

Os alunos deverão:
• Fazer a montagem para a determinação da velocidade do som no ar, ligando um microfone a um osciloscópio através de um amplificador e colocando-o junto das extremidades de uma mangueira;
• Colocar o disparo do osciloscópio no modo normal e utilizar o trigger externo ligado à entrada do amplificador onde se ligam também os terminais do microfone;
• Medir, no osciloscópio, o intervalo de tempo entre os dois picos correspondentes aos impulsos à entrada e à saída da mangueira;
• Calcular o valor da velocidade do som no ar;
• Comparar o valor obtido experimentalmente para a velocidade do som no ar com valores tabelados e calcular o desvio percentual.

Seguem-se o objecto de ensino e os objectivos de aprendizagem desta actividade práctico-experimental.

Tabela 9 – Objecto de estudo da actividade práctico experimental “Velocidades do som e da Luz”

Objecto de ensino
• Velocidade de propagação de uma radiação electromagnética em diferentes meios
• Velocidade de propagação do som em diferentes meios

Tabela 10 – Objectivos de aprendizagem da actividade prático-experimental “Velocidades do som e da Luz”

Objectivos de aprendizagem
Esta actividade permitirá ao aluno saber:
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar a velocidade de propagação de um sinal a partir do intervalo de tempo que este leva a percorrer uma determinada distância
<ul style="list-style-type: none"> • Comparar ordens de grandeza dos valores das velocidades do som e da luz

Tabela 11 – Material e equipamento por turno da actividade prático-experimental “Velocidades do som e da Luz”

Material e equipamento	Quantidades
Osciloscópio com trigger externo	4
Microfone	4
Amplificador	4
Mangueira de 10 m a 20 m de comprimento	4
Gerador de sinais	4

3.4 Actividades prático – laboratoriais

É aqui que realmente nos encontramos diante do principal problema deste estudo.

Perante o exposto anteriormente e após várias reflexões, estas actividades laboratoriais segundo o Ministério da Educação têm como finalidade principal a familiarização do aluno com o osciloscópio.

De acordo com a experiência profissional enquanto docente e após a frequência em acções de formação sobre actividades práticas no laboratório de Física e Química, deparou-se que o real problema não surgia apenas dos alunos, mas também dos professores no domínio desta área. Estas acções de formação tinham como objectivo produzir efeitos na mudança de práticas, procedimentos ou materiais didácticos. Pretendiam que os professores perante o primeiro ano de implementação dos novos currículos soubessem utilizar o material existente no laboratório, criar alternativas, caso o material indicado nos programas não existisse na escola e por último realizar as actividades práticas propostas nos programas.

Talvez devido à falta de formação inicial ou mesmo à falta de motivação dos professores para o tema, constatou-se que os mesmos não sabiam utilizar o osciloscópio. Foi aqui que se despertou para a importância de saber utilizar este instrumento, pois o mesmo é uma base fundamental para a realização das actividades práticas, visto serem os professores agentes educativos envolvidos no processo ensino-aprendizagem dos alunos.

É segundo esta perspectiva que os professores pedem orientação e a devida ajuda ao Ministério, respondendo este com legislação e programas onde as actividades vêm uniformizadas a nível nacional, esquecendo-se que nem todas as escolas têm as condições óptimas e adequadas para as realizar, não dando margem aos professores para que as mesmas possam ser proveitosas para os alunos.

É numa tentativa de colmatar estas dificuldades sentidas pelos professores que se realizam as acções de formação sobre actividades práticas no laboratório de Física e Química, onde se pode observar que os mesmos, como dispõem de um vasto conjunto de experiências, excluem sempre as que envolvem a manipulação do osciloscópio.

Para superar essa dificuldade, projectou-se então neste estudo a realização de um protótipo multimédia sob a forma de tutorial que, de uma maneira simples atractiva e interactiva, permita contribuir para o enriquecimento da formação dos professores e consequentemente consiga melhorar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos neste tema.

Capítulo IV – Propagação de ondas

4.1 – Resumo Histórico

Michael Faraday (1791-1867) no início do século XIX, proporcionou uma evolução no estudo dos fenômenos electromagnéticos através da publicação da lei da indução, que relaciona a força electromotriz induzida numa espira e a variação do fluxo magnético através da superfície limitada pela mesma. A descoberta dessa lei envolveu muitos anos de pesquisa, dado que em 1822 já existia nos seus apontamentos a ideia de converter a Electricidade em Magnetismo, levando-nos a pensar que a relação entre electricidade e magnetismo era um dos seus objectivos (Kraus, 1992). Alguns investigadores, como Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), a quem se devem notáveis contribuições para o avanço da ciência, não compartilhavam da mesma convicção, só a aceitando após as experiências de Hans Christiaan Oersted (1777-1851) em 1819 (Ribeiro, 2001). Em 1864 James Clerk Maxwell (1831-1879) formulou as equações matemáticas das leis da electricidade e do magnetismo, publicadas em 1865 e em 1873 no seu famoso livro "*Tra-tado de Electricidade e Magnetismo*". Segundo Maxwell, a electricidade e o magnetismo estavam intimamente relacionados. Após a resolução de um conjunto de equações, deduziu matematicamente a existência das ondas electromagnéticas, onde estas se encontravam estritamente ligadas aos fenômenos luminosos e deviam propagar-se no espaço com a velocidade da luz. Foi devido à teoria de Maxwell que se despoletou a procura de resultados mais abrangentes e práticos de fenômenos que envolvessem a electricidade e o magnetismo.

Em 1883 Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) conseguiu provar experimentalmente a existência das ondas electromagnéticas.

Com a confirmação da existência das ondas electromagnéticas, foram realizadas pesquisas mais profundas nesta área. Em poucos anos, surgiu a primeira sistematização sobre ondas electromagnéticas, elaborada por Oliver Heaviside (1850-1925) no seu trabalho sobre a Teoria Electromagnética. Nesta obra, Heaviside previu a existência da ionosfera, uma camada gasosa ionizada situada na parte superior da atmosfera. Essa camada também foi prevista por Arthur Edwin Kennelly (1861-1939) e provada experimentalmente em 1925 por Edward Victor Appleton (1892-1965). Este investigador descobriu ainda, a existência de zonas reflectoras no interior da camada ionizada, pelo que recebeu o prémio Nobel de Física em 1947. O conhecimento da existência da ionosfera permite a transmissão de mensagens por ondas electromagnéticas a grandes distâncias.

A primeira transmissão transoceânica foi realizada por Guglielmo Marconi (1874-1937) no final do século XIX, mais precisamente em 1899, ao estabelecer uma ligação entre Poldhu no País de Gales e a ilha da Terra Nova no Canadá. As experiências sobre as possibilidades da utilização das ondas electromagnéticas marcaram o início da era das comunicações sem fio. Os créditos atribuídos a Marconi pelo início da radiotelegrafia garantiram-lhe o prémio Nobel da Física em 1909. Mas foi nos meados da década de 30 do século passado, que as ligações de radiocomunicações começaram a ser mais utilizadas, com as frequências compreendidas na faixa dos 30-40MHz. Na década de 40 os sistemas de transmissão, utilizavam frequências entre 100-200MHz e no início dos anos 60, com o desenvolvimento da tecnologia, os sistemas de comunicações começaram a usar frequências acima de 450MHz (Blaunstein, 2000).

As aplicações das ondas electromagnéticas podem ser usadas em diversas áreas tais como, no estudo da atmosfera, da ionosfera, da óptica, da radioastronomia e na radiocomunicação.

A análise da atenuação das ondas electromagnéticas e o seu envolvimento em problemas de comunicações baseiam-se em modelos estatísticos, realizados com maior intensidade a partir da década de 60, tendo conduzido a resultados experimentais importantes.

Clarke (1968) debruçou-se sobre o comportamento estatístico das ondas electromagnéticas planas independentes. Estas ondas são originadas por reflexões, refacções em obstáculos, múltiplas trajectórias na atmosfera, etc.. Hassen e Finn (1977) mostraram que num ambiente de telecomunicações o sinal sofre outras flutuações em torno do seu valor médio. Susuki (1977) propôs uma distribuição de probabilidades que reunia dois efeitos sofridos pelas ondas durante a propagação: o sombreamento e o multipercurso. As características da variação do sinal continuam a ser investigadas e as novas distribuições de probabilidades incluem características próprias a serem aplicadas em diferentes ambientes.

4.2 – Ondas Electromagnéticas

4.2.1 - A radiação electromagnética: fontes naturais e fontes artificiais

A radiação electromagnética ocorre naturalmente no Universo e, como tal, sempre esteve presente na Terra. O nosso Sol, por exemplo, é a fonte (natural) de radiação electromagnética mais intensa a que estamos expostos. Por outro lado, o crescimento tecnológico, as mudanças no comportamento social e nos hábitos de trabalho - próprios de uma sociedade em evolução - criaram um ambiente crescentemente exposto a outras fontes de radiação electromagnética. Estas fontes foram criadas artificialmente pelo homem e são, por exemplo, as antenas dos sistemas de telecomunicações, as linhas de alta tensão, os aparelhos eléctricos, etc.

Assim, a luz visível, os raios X, as vulgarmente chamadas “ondas de rádio” e as microondas são formas possíveis de radiação electromagnética, correspondendo à propagação de energia pelo espaço a velocidades da ordem de 300 000 000 m/s, sem necessidade de suporte físico.

4.2.2 - As ondas electromagnéticas

A propagação da energia electromagnética faz-se através de ondas e estas são constituídas por duas entidades interdependentes entre si: o campo eléctrico, \vec{E} , e o campo magnético, \vec{B} . Não é possível observar directamente o campo eléctrico e o campo magnético, a não ser através de uma representação artificial, como a indicada na Figura 11: o campo eléctrico está representado com cor vermelha, e o campo magnético com cor azul. Estes campos evoluem no espaço e no tempo como uma onda, daí a designação de “onda electromagnética”. O produto destes dois campos resulta na densidade superficial de potência, \vec{S} . Pode-se por exemplo criar uma onda electromagnética através de uma corrente eléctrica variável no tempo.

4.2.3 - Características das ondas electromagnéticas

Existem características particulares das ondas electromagnéticas que determinam as suas propriedades e aplicações. As características essenciais são:

- São constituídas por campos eléctrico e magnético variáveis no tempo e no espaço;
- O campo eléctrico é perpendicular ao campo magnético;
- São ondas transversais (os campos eléctrico e magnético são perpendiculares à direcção de propagação);
- Propagam-se no vazio com a velocidade “c”, sendo “c” a velocidade da luz;
- Podem propagar-se num meio material, com velocidade menor do que a do vazio;
- Transportam energia (como todas as ondas);
- Os comprimentos de onda e a frequência podem ser obtidos através da relação com a velocidade de propagação em qualquer meio ($v=\lambda f$);
- Amplitude;
- Polarização.

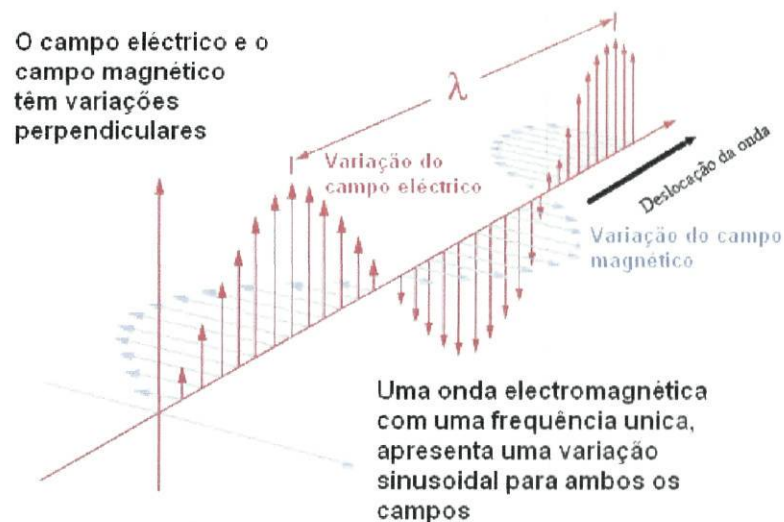


Figura 11 – A onda Electromagnética

Como se pode ver na Figura 11, a onda electromagnética harmónica apresenta um padrão que se repete enquanto se propaga. O comprimento desse padrão de repetição no espaço designa-se por comprimento de onda, medindo-se em metros [m] no Sistema Internacional. A frequência representa o número de ciclos da onda num ponto do espaço em cada segundo, medindo-se em Hertz [Hz] no Sistema Internacional. O comprimento de onda e a frequência estão interligados entre si, através da velocidade de propagação da luz, $c: \lambda f = c$. Este conceito está ilustrado na Figura 12.

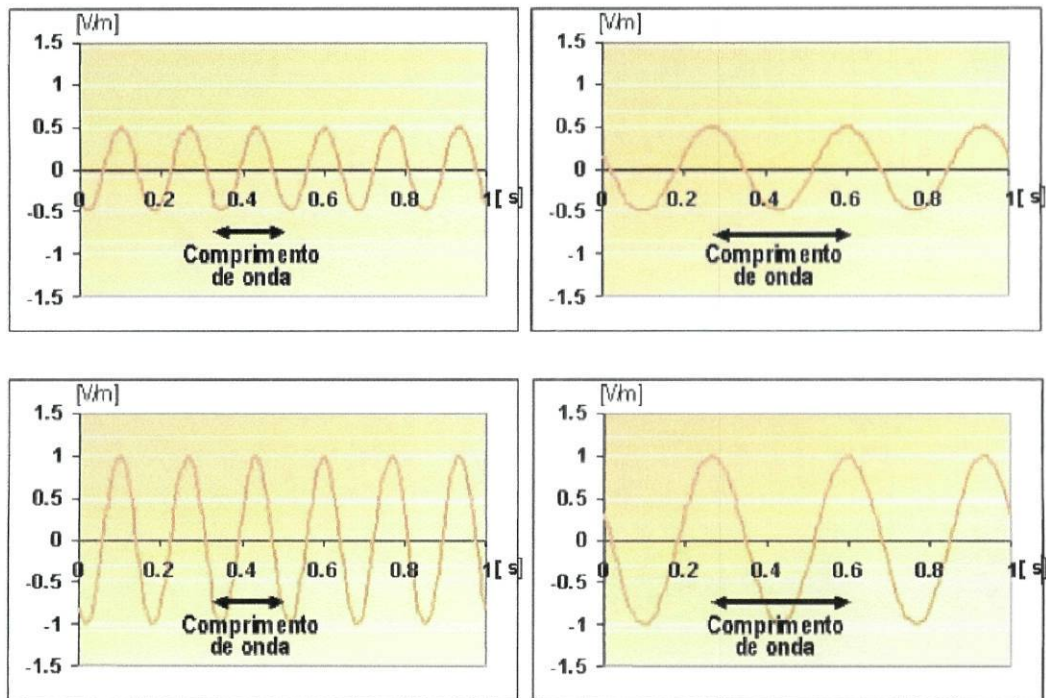


Figura 12 – Relação entre comprimento de onda e frequência.

A amplitude dá uma medida da intensidade dos campos, medindo-se no caso do campo eléctrico em Volt por metro [V/m], e do campo magnético em Ampère por metro [A/m]. A ilustração desta característica está também contemplada na Figura 12. A densidade de potência vem expressa em Watt por metro quadrado [W/m^2], medindo a potência transportada pela onda por unidade de área.

Em espaço aberto e meios homogêneos, as ondas electromagnéticas (Hall, 1989) propagam-se em linha recta com velocidade c próxima de $300\,000\,000$ m/s. Na vizinhança de obstáculos, como o relevo do terreno, espelhos de água, construções, etc., a direcção de propagação pode ser alterada por reflexão, ou por difracção e refracção. A reflexão ou a difracção sofridas por uma onda electromagnética, em geral modificam também a sua amplitude, mas não alteram a frequência. Modificam ainda a polarização da onda (assunto que é tratado a seguir). A Figura 13 retrata os fenómenos da reflexão e da difracção de uma onda electromagnética.

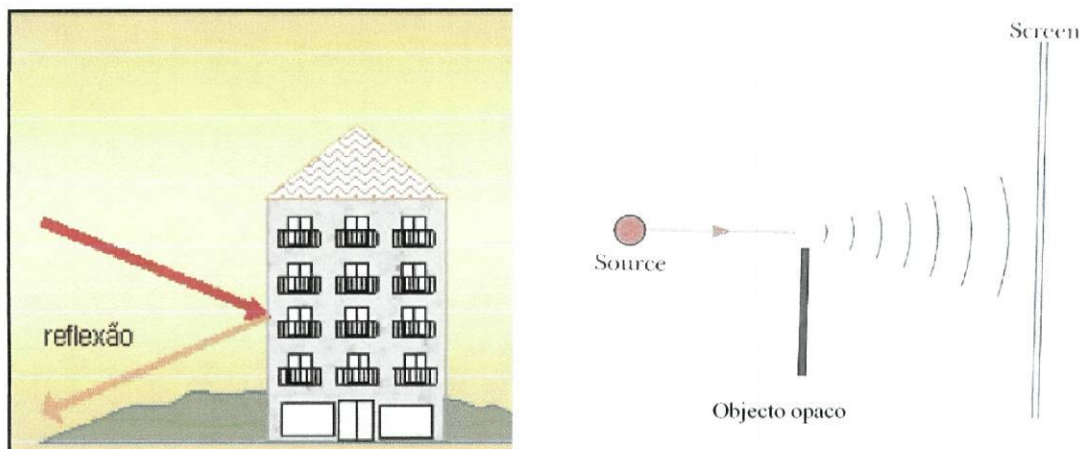
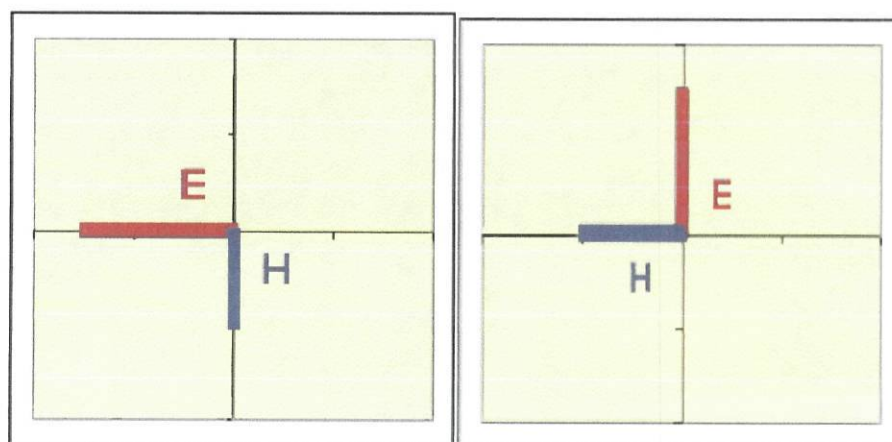


Figura 13 – Reflexão e difracção de uma onda por um obstáculo à propagação (in Serway).

Rodando a Figura 11 de forma a que a direcção de propagação da onda fique perpendicular à folha (onda a sair da folha na direcção do observador), obtemos a Figura 14.a). Nesta, o campo eléctrico oscila na direcção horizontal, designada por polarização horizontal (PH); em alternativa, é possível escolher convenientemente a orientação da fonte de forma a ter o campo eléctrico a oscilar sobre uma direcção vertical (Figura 14.b)) designada por polarização vertical (PV). A esta orientação espacial dos campos electro-magnéticos dá-se o nome de polarização.



a) Polarização horizontal

b) Polarização vertical

Figura 14 – Ilustração da polarização do campo electromagnético.

4.2.4 O espectro electromagnético

As ondas electromagnéticas abrangem uma vasta gama de frequências e comprimentos de onda, formando o espectro electromagnético (Figura 15). Cada parte do espectro electromagnético tem aplicações que lhe estão associadas que podem ir por exemplo, desde as linhas de alta tensão operando a 50 Hz, até aos raios gama que têm frequências muito altas, logo comprimentos de onda muito curtos. Entre estes extremos de frequências encontram-se as ondas de rádio, as microondas, a radiação infravermelha, a luz visível e a radiação ultravioleta.

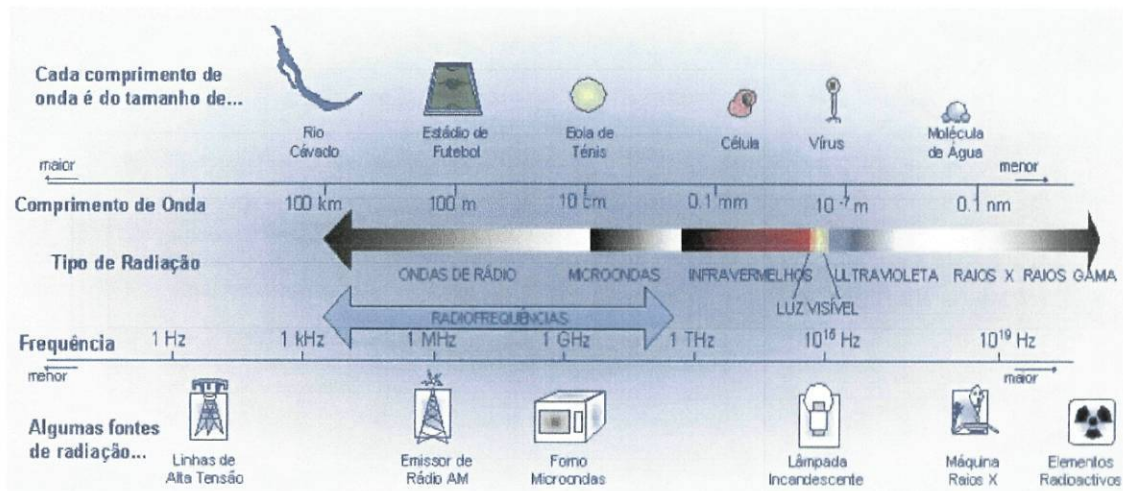


Figura 15 – Espectro electromagnético

4.2.5 As radiofrequências

A parte de radiofrequência do espectro electromagnético ocupa as frequências entre os 3 kHz e os 300 GHz. As aplicações principais da gama de radiofrequência do espectro electromagnético centram-se na área das telecomunicações: são exemplos a difusão de rádio e televisão, os sistemas de comunicações móveis, os sistemas de comunicação das forças militares e de segurança, e as comunicações por satélite. As radiofrequências são utilizadas também em radares, nos fornos microondas, em sistemas de aquecimento industrial, na medicina, entre outros.

4.2.6 Radiação electromagnética: onda ou partícula?

A Ciência encontra a explicação para muitos dos fenómenos electromagnéticos considerando a radiação como um conjunto de ondas que viajam no espaço. Porém,

existem outros fenómenos que são mais facilmente compreendidos considerando a radiação como um fluxo de partículas ou fótons. Chama-se a esta propriedade da radiação electromagnética dualidade "onda-partícula".

4.3 – Propagação de Ondas Electromagnéticas

4.3.1 As Equações de Maxwell

Define-se por superfície de equifase ou frente de onda a superfície formada pelos pontos adjacentes com a mesma fase. Tendo em conta esta definição, uma onda que se propaga com superfícies de equifase esféricas é designada por onda esférica. Como exemplo tem-se uma fonte pontual a radiar igualmente em todas as direcções (fonte isotrópica).

Uma onda plana é aquela que se propaga com superfícies de equifase planas. Para grandes distâncias de uma fonte radiante pontual, a onda esférica tem, aproximadamente, o comportamento de uma onda plana, como mostra a figura 16.

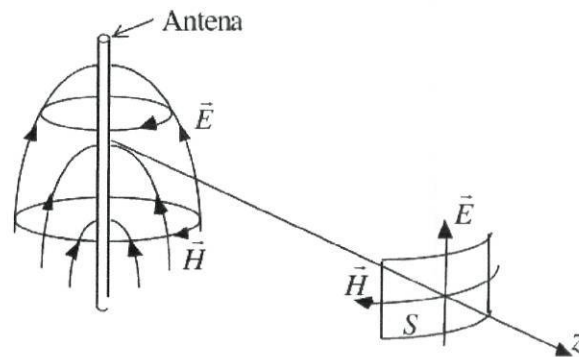


Figura 16 – Para pontos distantes da antena, a onda é aproximadamente plana.

Tal como nos mostra a teoria de Maxwell (1831-1879), as amplitudes dos campos eléctrico e magnético numa onda electromagnética estão relacionadas por: $E = cB$. A longas distâncias da fonte das ondas (antena), estas amplitudes diminuem com a distância, numa proporção de $1/r$, onde r representa a distância entre a fonte e a frente de onda. As ondas irradiadas podem ser detectadas a grandes distâncias da oscilação das cargas. Além disso, as ondas electromagnéticas transportam energia e momento linear e angular, exercendo simultaneamente pressão sobre uma superfície.

Maxwell unificou a electricidade e o magnetismo através das suas famosas equações e mostrou que a luz é uma onda electromagnética:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (4)$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (5)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \quad (6)$$

$$\nabla \times \vec{B} = \frac{\vec{J}}{\epsilon_0 c^2} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (7)$$

Na primeira equação, ρ é a densidade total de carga, que inclui a densidade de cargas livres e a densidade de cargas de polarização. Esta equação também é conhecida como Lei de Gauss. Essencialmente, diz que o fluxo do campo eléctrico através de uma superfície fechada nos dá directamente a totalidade da carga eléctrica que a superfície encerra no seu interior. De forma alternativa, esta equação diz-nos que as linhas de força do campo eléctrico, que nos permitem representar o campo (de certa forma...), são *abertas*, começando e terminando em cargas eléctricas.

A terceira equação é a equação equivalente à Lei de Gauss mas agora para campos magnéticos. Como não existem (ou nunca foram descobertas) *cargas magnéticas*, o segundo membro é zero. As linhas de força do campo magnético são *fechadas*, ou seja, são linhas fechadas.

A segunda equação é conhecida como Lei de Faraday, e relaciona a circulação do campo eléctrico com a variação temporal do campo magnético.

Ou seja, esta equação diz-nos que um campo magnético variável no tempo cria *sempre* um campo eléctrico.

Quando Maxwell inicialmente a deduziu a quarta equação, era mais simples pois não incluía o último termo do segundo membro. Nessa versão inicial, a equação significava que uma corrente eléctrica produz sempre um campo magnético, estando a corrente relacionada com a circulação do campo. No entanto, Maxwell reparou que a equação não podia estar completa uma vez que estava em contradição com a equação de conservação de carga eléctrica, uma equação que Maxwell sabia ser sempre verdadeira. Este facto é fácil de constatar: calculando a divergência de ambos os membros chega-se a um paradoxo: como a divergência de um rotacional é sempre zero, isso implicaria que em regime estacionário, $\nabla \cdot \vec{J} = 0$, o que não pode ser correcto dado que tal significaria que o fluxo total de corrente eléctrica através de uma superfície fechada é sempre nulo. Como sabemos é possível mover cargas eléctricas de um sítio para outro, até porque existem correntes eléctricas, logo o fluxo não pode ser na generalidade nulo. Assim, falta um termo na equação. Ou seja, a forma inicial desta equação, tal como Maxwell a deduziu, era

incompatível com a equação da continuidade (ou conservação) de carga eléctrica, que Maxwell sabia ser sempre válida. Depois de considerações cuidadas, Maxwell propôs então o segundo termo da última equação, e a equação ficou completa.

Desde então, inúmeras experiências têm confirmado a validade das quatro equações de Maxwell tal como escritas acima. Mesmo à luz de relatividade e mecânica quântica, estas equações estão correctas.

4.3.2 Das Equações de Maxwell para a equação de ondas electromagnéticas no espaço livre

Tomemos o rotacional da equação (2):

$$\nabla \times (\nabla \times E) = -\frac{\partial(\nabla \times B)}{\partial t} \quad (8)$$

Substitui-se, nesta expressão a expressão (4), para uma zona livre de cargas e corrente.

($\vec{J}=0$)

$$\nabla \times (\nabla \times E) = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad (9)$$

vem:

$$\frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_z}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad (10)$$

Que não é mais que a forma tridimensional da equação de onda. Para uma única dimensão x reduz-se (11).

A equação de ondas para uma onda eléctrica plana é da forma:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad (11)$$

E para o campo magnético será:

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 B}{\partial t^2} \quad (12)$$

As soluções poderão ser da forma:

$$E = E_m \sin(kx - \omega t) \quad (13) \quad \text{ou} \quad \vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 e^{i(kx - \omega t)} \quad (14)$$

Para o campo eléctrico é:

$$B = B_m \sin(kx - \omega t) \quad (15) \quad \text{ou} \quad \vec{B}(x, t) = \vec{B}_0 e^{i(kx - \omega t)} \quad (16)$$

Para o campo magnético.

Sendo obedecida a relação:

$$\frac{E_m}{B_m} = c \quad (17)$$

Quer o campo eléctrico quer o magnético possuem energia. A densidade volumétrica é:

$$\eta_E = \frac{\text{Energia}}{\text{Volume}} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (18)$$

e para o campo magnético :

$$\eta_B = \frac{\text{Energia}}{\text{Volume}} = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} \quad (19)$$

Para ondas electromagnéticas ambos os campos tem um papel no transporte de energia. As ondas electromagnéticas transportam energia e quando se propagam através do espaço, estas podem transferir energia para objectos que se encontram no seu percurso. A variação do fluxo de energia numa onda electromagnética é descrita pelo vector S , chamado vector de Poynting, definido pela expressão:

$$S = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B} \quad (20)$$

dando um vector de módulo : $S = \frac{1}{\mu_0} |\vec{E} \times \vec{B}|$. Atendendo a que $\frac{E_m}{c} = B_m$, o valor

médio temporal da energia de uma onda electromagnética plana pode escrever-se:

$$S = \frac{1}{c \mu_0} E_m^2 \langle \sin^2(kx - \omega t) \rangle = \frac{1}{c \mu_0} \frac{E_m^2}{2} \quad (21)$$

4.4 – Ondas Sonoras

4.4.1 O que é uma onda sonora

As ondas sonoras são ondas elásticas que se propagam em sólidos, líquidos e gases. Na ausência do meio, não há ondas sonoras.

Num sólido podem ser longitudinais ou transversais e num fluido são apenas longitudinais.

Para que exista uma onda sonora é necessário:

- uma perturbação do meio (energia que provoque a perturbação).
- um meio físico (gás, sólido ou líquido) onde a perturbação se possa propagar.

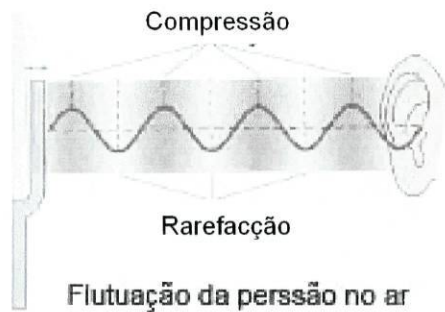


Figura 17 – Flutuação da pressão no ar provocada por um diapasão.

A propagação da onda depende das ligações entre as partículas do meio. Nos líquidos e gases as ondas sonoras são essencialmente longitudinais (as partículas vibram apenas na direcção de propagação da onda). Nos sólidos, as ligações inter-moleculares são mais fortes e os impulsos sonoros podem provocar vibrações longitudinais e transversais.

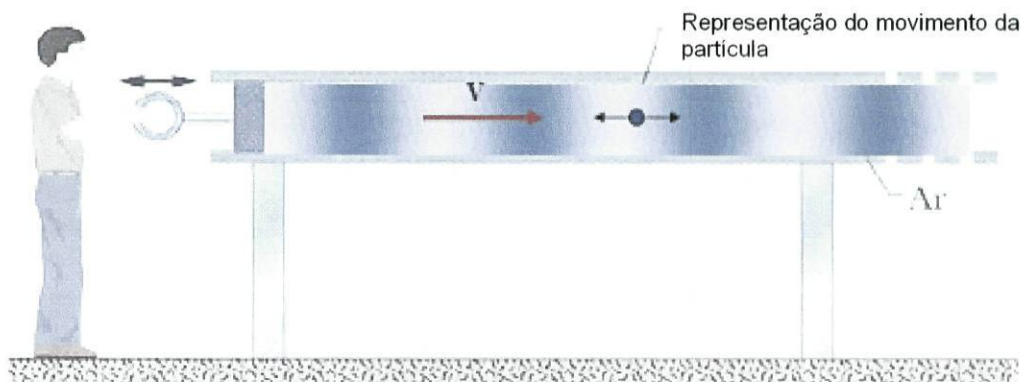


Figura 18 – Representação de um tubo cheio de ar com um êmbolo.

4.4.2 Tipos de ondas

Se a extremidade da mola é afastada da posição de equilíbrio, essa deformação propaga-se ao longo da mola a sua energia é transmitida ao longo da mola e sucessivamente, cada secção da mola é deslocada e volta à posição de equilíbrio.

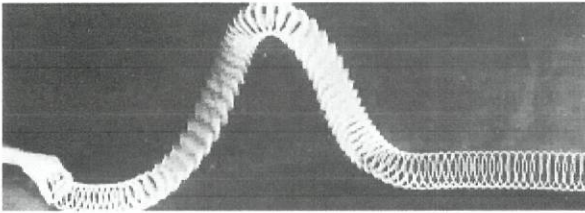


Figura 19 – Onda propagando-se numa mola (in Serway, 1996).

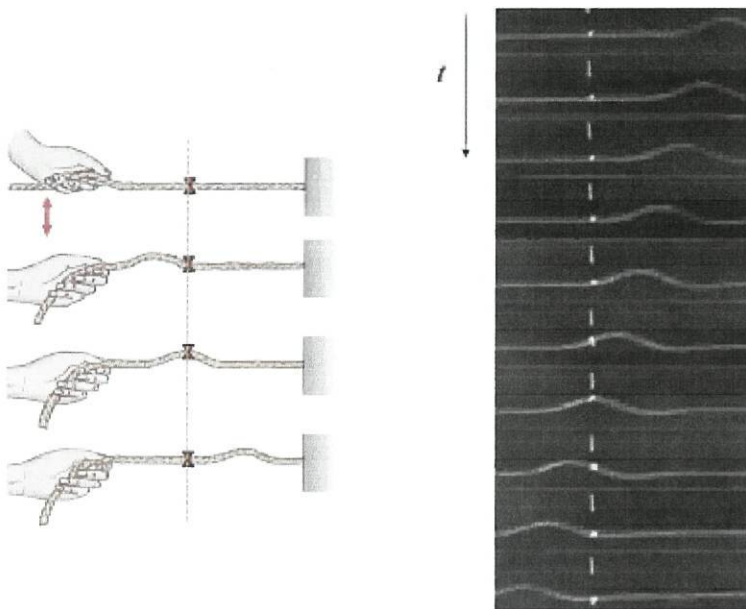


Figura 20 – Comparação da propagação de uma onda numa corda e numa mola. (in Serway, 1996)

As partículas da água, ou as partículas da corda, oscilam em torno da posição de equilíbrio.

Para voltar à posição de equilíbrio é necessário que exista uma força de restituição (força elástica) entre as partículas.

Uma onda mecânica (ou elástica) progressiva resulta da propagação de um movimento vibratório num meio deformável elástico.

As ondas transportam energia através do espaço, no entanto não há transporte de matéria, na direcção de propagação.



Figura 21 – A onda propaga-se através da piscina, mas o pato não acompanha a onda: apenas oscila ligeiramente para cima e para baixo. (*in Serway, 1996*)

Nas ondas mecânicas a energia é transportada mediante uma perturbação no meio, que se propaga devido às propriedades elásticas desse meio. Como se constata, as ondas electromagnéticas não necessitam de um meio para se propagar, podem propagar-se no vazio.

Nas ondas transversais o movimento das partículas é perpendicular à direcção de propagação.

Nas ondas longitudinais as partículas movem-se na direcção de propagação.



Figura 22 – Onda transversal propagando-se numa mola. (*in Serway, 1996*)

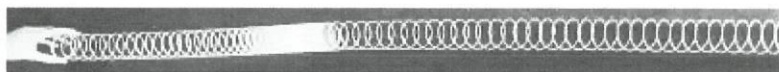


Figura 23 – Onda longitudinal propagando-se numa mola. (*in Serway, 1996*)

Quando uma corda ou uma mola, esticada, recebe um impulso, a sua forma altera-se com o tempo de uma maneira regular.

A deformação, provocada pelo impulso inicial, avança pela corda como um impulso ondulatório.

4.4.3 Velocidade do som no ar⁶

Já foi referido que a velocidade de propagação, v , de uma onda depende das propriedades do meio. Verifica-se que, se tivermos uma corda sujeita a uma tensão T , então:

$$v = \sqrt{\frac{T}{m/L}} \quad (22)$$

Em que m é a massa e L o comprimento da corda.

Podemos reescrever a equação usando a densidade de massa por unidade de comprimento, $\mu = m/L$.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (23)$$

Esta relação tem a forma geral:

$$v = \sqrt{\frac{\text{força de restituição}}{\text{factor de inércia}}} \quad (24)$$

A velocidade de propagação de uma perturbação num dado meio depende assim da elasticidade (força de restituição) e da densidade desse meio (factor de inércia).

No caso do som, verifica-se que:

$$v_{\text{propagação do som em sólidos}} = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}, \quad (Y - \text{módulo de elasticidade do sólido}) \quad (25)$$

$$v_{\text{propagação do som em fluidos}} = \sqrt{\frac{B}{\rho}}, \quad (B - \text{módulo de compressibilidade}) \quad (26)$$

Das equações (22) e (23) podemos concluir que quanto maior for a elasticidade do meio, maior será a velocidade de propagação das ondas sonoras.

⁶ Expressões retiradas de Serway, 1996.

Como as propriedades (B , γ , ρ) do meio variam com a temperatura, a velocidade de propagação do som é também dependente da temperatura, como podemos verificar na tabela 12.

Tabela 12 – Velocidade do som em vários meios. (in Serway, 1996)

Meio (sólidos)	Velocidade (m/s)
Sólidos	
Alumínio	5100
Cobre	3500
Ferro	4500
Vidro	5200
Poliestireno	1850
Líquidos a 25° C	
Álcool	1125
Mercúrio	1400
Água	1500

Meio (sólidos)	Velocidade (m/s)
Gases	
Ar (0°)	331
Ar (100°)	387
Hélio (0°)	965
Hidrogénio (0°)	1284
Oxigénio (0°)	316

Para um gás perfeito, verifica-se que $B = \gamma P$. Pela equação dos gases perfeitos, vem:

Onde B representa a oposição de um gás à acção de uma força externa a actuar uniformemente, γ é o módulo de Young e P a pressão.

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{m}{V} \frac{RT}{M} = \rho \frac{RT}{M} \quad (27)$$

Obtemos:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad (28)$$

Para temperaturas próximas da ambiente:

$$v_{\text{propagação do som no ar}} = (331 + 0,6T_c) \text{ m/s} \quad (29)$$

Onde T_c é a temperatura em (°C).

4.4.4 Intensidade do som

Define-se intensidade (I) de uma onda, potência por unidade de área, como sendo a razão da energia transportada pela frente de onda, através de uma unidade de área (A) perpendicular à direcção de propagação da onda.

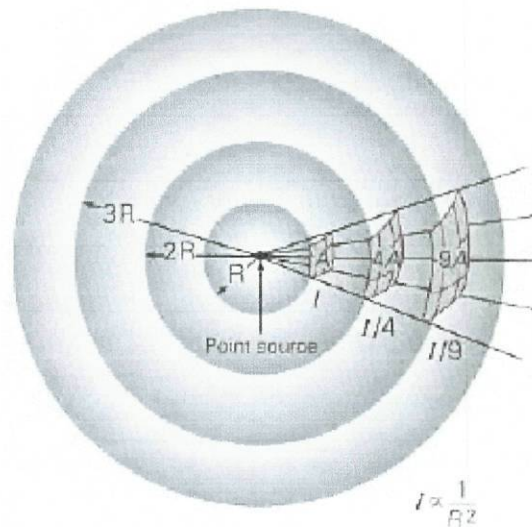


Figura 24 – Onda esférica emitida por uma fonte pontual propagando-se radialmente. A intensidade da onda esférica varia com $1/R^2$ (in Serway, 1996)

$$\text{Intensidade} = \frac{\text{Energia / tempo}}{\text{área}} = \frac{\text{potência}}{\text{área}} \quad [\text{W/m}^2] \quad (30)$$

Se tivermos uma fonte sonora pontual, figura 20, a intensidade do som a uma distância R , será:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi \cdot R^2} \quad (31)$$

Tabela 13 – Medida da intensidade do som

Tipo de som	Intensidade (W/m^2)
Limiar da dor	1
Martelo pneumático	10^{-2}
Barulho de uma rua movimentada	10^{-5}
Conversa normal	10^{-6}
Sussurro normal	10^{-10}
Restolhar de folhas	10^{-11}
Som praticamente inaudível	10^{-12}

O decibel é uma unidade extremamente útil quando se comparam quantidades físicas que apresentam uma grande variação. O nosso ouvido, por exemplo, consegue detectar a intensidade do som (i.e. potência por unidade de área) que pode variar de cerca de 10^{-12} W/m^2 (o limite auditivo) a 10 W/m^2 (quando se sente dor). (OCR, 2002)(tabela 13)

A escala de intensidade do som (figura 25) é uma escala logarítmica e é definida como:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (32)$$

Onde $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

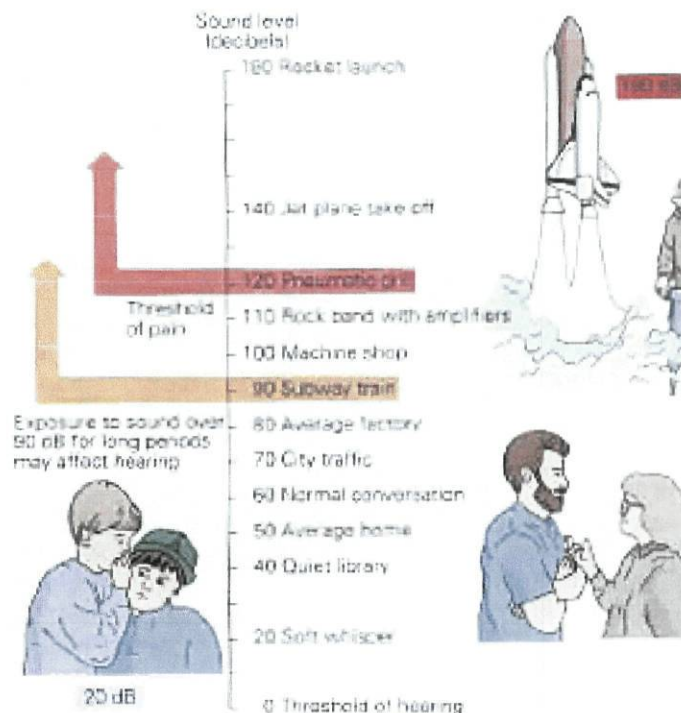


Figura 25 – Escala de intensidades do som

A exposição prolongada a elevados níveis de som podem produzir sérios estragos no ouvido. São recomendados tampões nos ouvidos sempre que os níveis sonoros excedam os 90 dB. Estudos recentes sugerem também que a “poluição sonora” pode ser um factor que contribui para o aumento da tensão arterial, ansiedade e nervosismo (Serway, 1996).

Capítulo V – O osciloscópio

5.1 – Introdução

O osciloscópio é, provavelmente, o instrumento de medição mais versátil. De facto, apesar deste instrumento permitir apenas a visualização e análise de grandezas eléctricas, a sua aplicação não se limita a este tipo de grandezas. A utilização do transdutor adequado permite utilizar o osciloscópio para a análise de sinais não eléctricos, tais como temperatura, pressão, luminosidade, etc.

O osciloscópio é um instrumento (de medição) que permite visualizar graficamente sinais eléctricos. Na maioria das aplicações, o osciloscópio mostra como é que um sinal eléctrico varia em função do tempo. Neste caso, o eixo vertical (YY) representa a elongação do sinal (tensão) e o eixo horizontal (XX) representa o tempo. A intensidade (ou brilho) do ecrã é por vezes chamada de eixo dos ZZ (Figura 22).

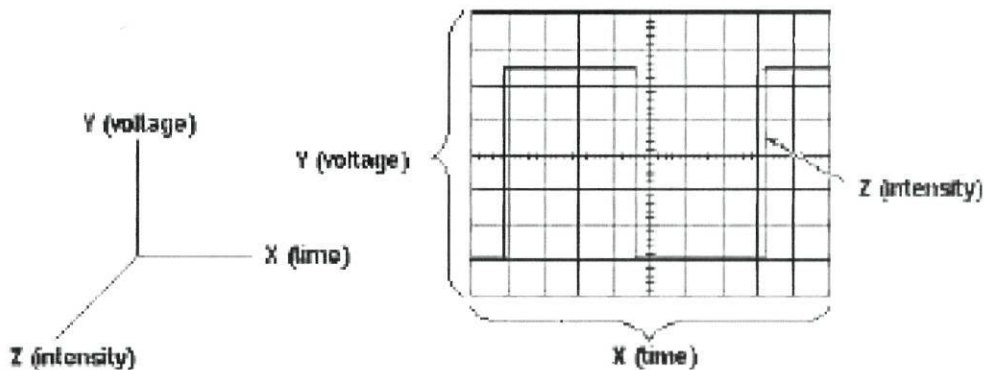


Figura 26 – Eixos X-Y-Z num osciloscópio

Um gráfico deste tipo poderá dizer-nos diversas coisas acerca de um sinal, nomeadamente:

- Permite determinar valores de tensão e temporais de um sinal.
- Permite determinar a frequência de um sinal periódico.
- Permite determinar a componente contínua (CC) e alternada (CA) de um sinal.
- Permite detectar a interferência de ruído num sinal e, por vezes, eliminá-lo.
- Permite comparar dois sinais num dado circuito, nomeadamente a entrada e a saída do mesmo, permitindo tirar as mais variadas conclusões, tais como se um dado componente está avariado.

Outras potencialidades surgem na utilização do modo 'xy', bem como nos osciloscópios digitais, que incorporam muitas funcionalidades adicionais.

O osciloscópio tem um aspecto que se assemelha a um televisor, exceptuando a grelha inscrita no ecrã e a grande quantidade de comandos. O painel frontal do osciloscópio tem os comandos divididos em grupos, organizados segundo a sua funcionalidade. Existe um grupo de comandos para o controlo do eixo vertical (amplitude do sinal), outro para o controlo do eixo horizontal (tempo) e outro ainda para controlar os parâmetros do ecrã (intensidade, focagem, etc.).

5.2 – Princípio de funcionamento

5.2.1 - O tubo de raios catódicos

O tubo de raios catódicos é um dos componentes fundamentais de um osciloscópio analógico. Os raios catódicos são feixes de electrões de alta velocidade emitidos pelo cátodo aquecido num tubo de vácuo.

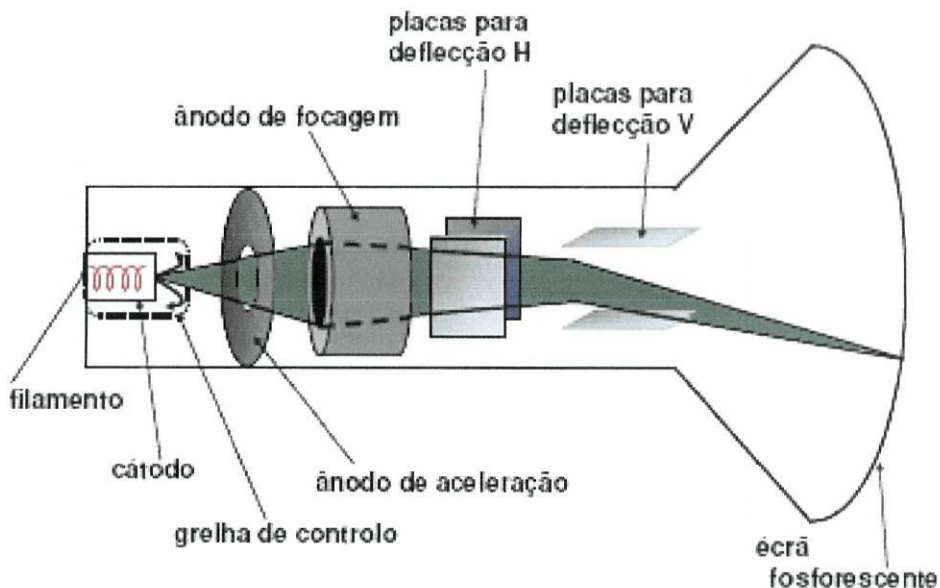


Figura 27 – Tubo de raios catódicos

O cátodo é uma placa de metal que se encontra localizada no fundo do tubo de vácuo (figura 23). O cátodo é aquecido por um filamento, emitindo fotões da sua superfície, através do efeito termoiónico⁷.

⁷ A emissão termoiónica é o fluxo de electrões a partir da superfície de um metal quando a sua energia térmica vibracional supera as forças electrostáticas que os ligam à superfície. Este efeito aumenta exponencialmente com a temperatura mas está sempre presente para temperaturas acima de 0 K.

O efeito termoiónico é insuficiente, é necessário “arrancar” os electrões do cátodo e acelerá-los. É essa a função do ânodo de aceleração. O ânodo é um eléctrodo com um orifício no meio que se encontra a um potencial positivo de milhares de volts (entre 1 a 20 kV) relativamente ao cátodo (negativo). Este campo eléctrico forte que se estabelece entre o ânodo de aceleração e o cátodo arranca os electrões e acelera-os na direcção do ecrã (Beckman Industrial, 1990).

O ecrã tem um revestimento de fósforo que quando os electrões incidem geram um ponto brilhante. É assim que se produz a imagem no ecrã do osciloscópio. No entanto, como se mostra na figura 23, o feixe de electrões é divergente. Se nada mais actuasse sobre os electrões depois de passarem pelo ânodo de aceleração observar-se-ia uma mancha difusa e não um ponto brilhante no ecrã. Para focar o feixe de electrões no ecrã existe ainda o ânodo de focagem. Este eléctrodo está a um potencial negativo relativamente ao ânodo de aceleração e permite deflectir os electrões de forma a dar-se a sua focagem no ecrã.

A intensidade do feixe pode ainda ser controlada pela, grelha de controlo. Esta grelha está, a um potencial negativo e portanto repele os electrões. Quanto maior for a tensão (negativa) aplicada à grelha mais electrões são repelidos. Assim, variando a tensão aplicada à grelha pode controlar-se a intensidade do feixe (e portanto o brilho do ponto no ecrã do osciloscópio).

Se o osciloscópio estiver ligado mas sem sinal à entrada e com a base de tempo desligada (veremos isto melhor mais à frente), o que se observa é simplesmente um ponto brilhante no centro do ecrã: é o feixe de raios catódicos que embate no fósforo e gera esse ponto.

O conjunto do filamento, cátodo, grelha de controlo, ânodo de aceleração e ânodo de focagem chama-se canhão de electrões. É comum a todos os tipos de tubos de raios catódicos, por exemplo os que se encontram nas televisões, monitores e osciloscópios. A parte que vem a seguir é que difere em cada caso.

5.2.2 - As placas de deflexão vertical e horizontal

Para perceber como é que se geram as curvas no ecrã temos de analisar em seguida os conceitos de base de tempo e de placas de deflexão.

O sinal a medir pelo osciloscópio é aplicado às placas de deflexão vertical. Se por exemplo, a placa superior ficar a um potencial positivo relativamente à placa inferior gera-se um campo eléctrico entre as placas com o sentido de cima para baixo. Quando entram

na zona que fica entre as placas os electrões sentem este campo e são desviados para cima. Ao contrário, se a placa superior ficar a um potencial negativo relativamente à placa inferior, o feixe de electrões é desviado para baixo.

Se o sinal aplicado for sinusoidal e se as placas de deflexão horizontal estiverem inactivas o feixe de electrões oscilará verticalmente. Se a oscilação for muito rápida no ecrã veremos apenas uma linha recta vertical. Isto está ilustrado na Figura 28.

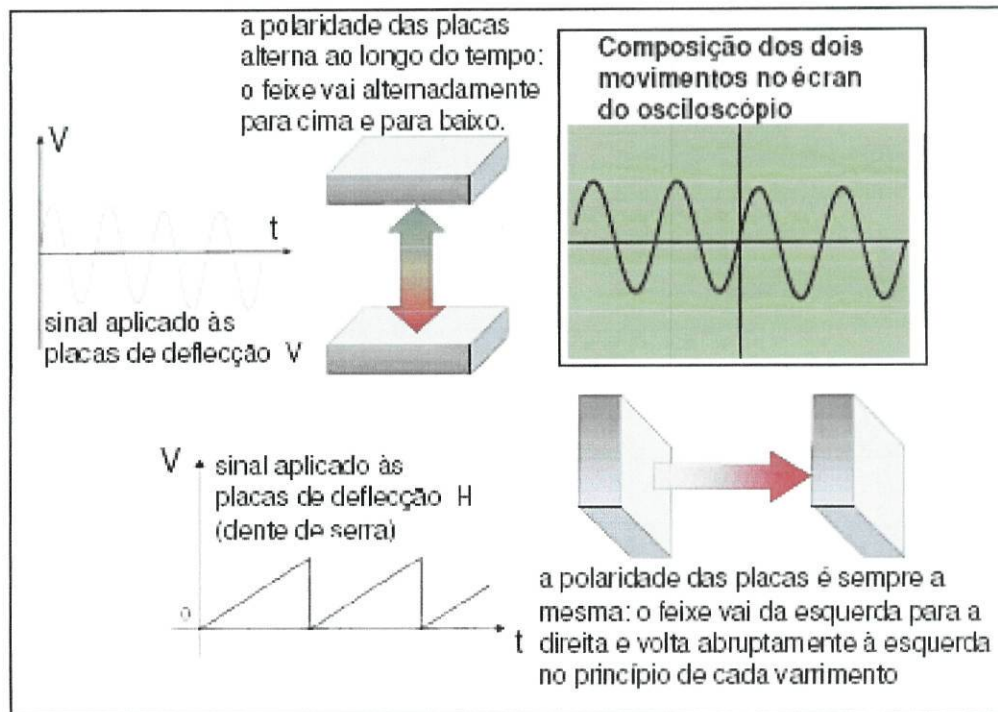


Figura 28 – O funcionamento das placas de deflexão vertical e horizontal.

Analisemos agora o funcionamento das placas de deflexão horizontal. A tensão que lhes é aplicada é da forma “dente de serra”, como está ilustrado na Figura 28. A tensão é aplicada à placa da direita. Assim, esta está sempre positiva relativamente à placa da esquerda. À medida que a tensão aumenta, a deflexão do feixe no sentido esquerda direita também aumenta. Assim, para uma tensão zero temos deflexão nula (feixe encostado à esquerda) e para a tensão máxima (o pico do “dente de serra”) a deflexão é máxima (feixe encostado à direita do ecrã). A seguir ao valor máximo, a tensão cai abruptamente para zero. Isto quer dizer que o feixe regressa muito rapidamente ao lado esquerdo do ecrã. A tensão recomeça a subir e o varrimento esquerda direita repete-se.

Se não houver sinal aplicado às placas de deflexão vertical o ponto luminoso do ecrã desloca-se na horizontal, da esquerda para a direita. Se a frequência do sinal em

dente de serra for muito elevada só nos apercebemos de um segmento de recta horizontal.

Ao sinal em dente de serra costuma-se chamar base de tempo. A frequência de varrimento do ecrã é a frequência de tensão em dente de serra.

A ligação em simultâneo do sinal às placas de deflexão vertical, da base de tempo às placas de deflexão horizontal, resulta num movimento composto do feixe de electrões. Esta composição resulta num gráfico do sinal em função do tempo. Assim, se o sinal for sinusoidal, por exemplo, observa-se uma sinusóide no ecrã (ver ainda a Figura 28).

5.2.3 - Sincronização: o nível de *trigger*

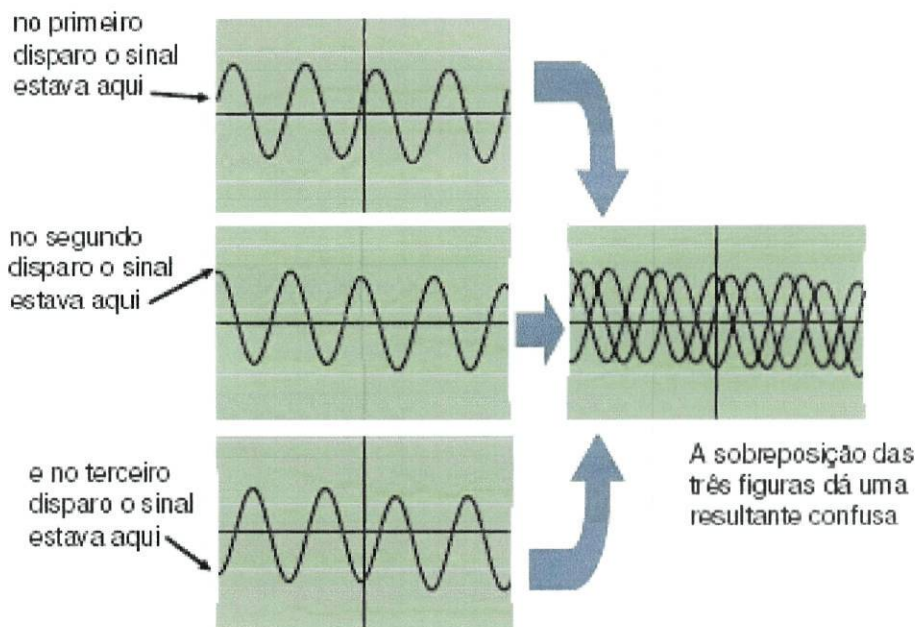


Figura 29 – O varrimento e o sinal não são, em geral, síncronos, originando figuras pouco claras

Um problema importante é o da sincronização entre a base de tempo e o sinal a observar. Como podemos ver na Figura 29, a situação mais provável é ver uma grande “confusão” no ecrã.

Analisemos mais em detalhe porque é que isto acontece. No primeiro quadro temos representado o primeiro varrimento correspondente ao primeiro dente de serra. Quando o disparo é feito (quando se inicia o dente de serra) o sinal a observar pode estar em qualquer posição. Pode ser, por exemplo, a que está ilustrada na Figura 29. Quando o segundo varrimento se inicia, o sinal pode estar de novo em qualquer posição, por exemplo, a que está ilustrada no segundo ecrã da mesma figura. Este processo repete-se

sucessivamente. A cada disparo do varrimento, o sinal está numa posição arbitrária. Como a fosforescência do ecrã tem um dado tempo de declínio, isto quer dizer que, dependendo da frequência de varrimento, pode acontecer que a imagem do segundo varrimento se sobreponha à do primeiro, que entretanto ainda não se desvaneceu. Até se pode dar a sobreposição de três ou mais varrimentos. Como as imagens obtidas em cada varrimento são distintas, o resultado da sua sobreposição é uma mistura de curvas desfasadas, ainda por cima em constante alteração.

A solução para este problema é fazer a sincronização do disparo de varrimento com o sinal a observar. Isso faz-se através do chamado nível de *trigger*. Funciona assim: o disparo de varrimento só se dá quando o sinal a observar atinge um dado nível (por exemplo, $1V$). Assim, quando o feixe volta para a esquerda do ecrã, ele só começa o seu percurso em direcção à placa direita quando o sinal a observar passa pelo nível de referência (neste exemplo, $1V$).

Mas isto não chega: o sinal pode passar por $1V$ a subir ou a descer. As duas situações não são equivalentes e geram figuras diferentes no ecrã. Assim, além de definir o nível de *trigger* é também necessário definir o declive, positivo ou negativo. Definindo o nível de *trigger* e o declive, o varrimento inicia-se sempre no mesmo ponto. As figuras geradas em cada varrimento são sempre iguais (se o sinal a observar se mantiver constante) e a sua sobreposição mantém-se inalterável ao longo do tempo. É isto que está ilustrado na Figura 30.

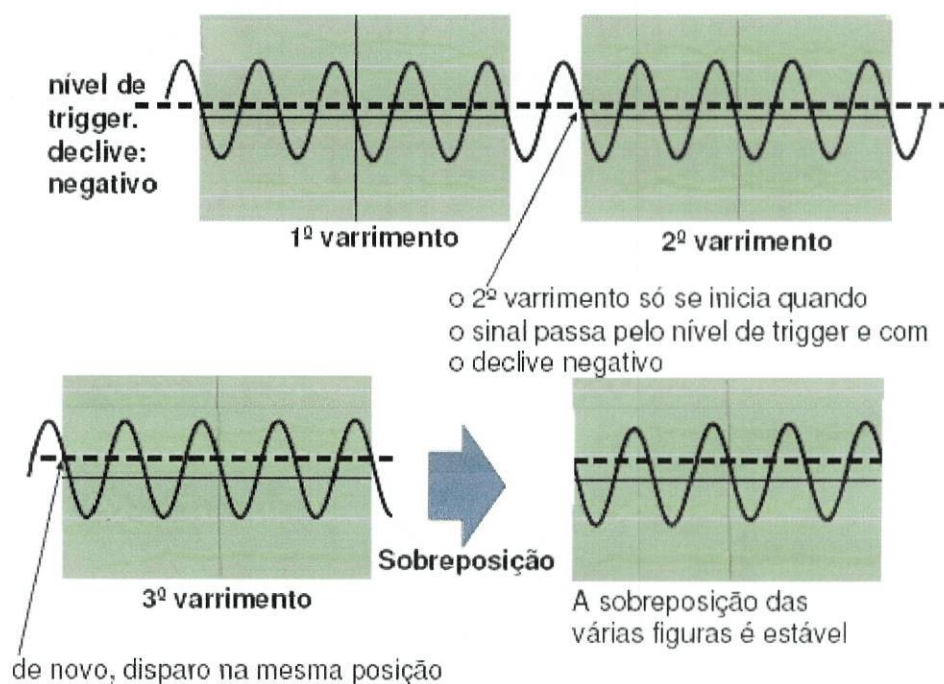


Figura 30 – O nível de *trigger* e o declive resolvem o problema do sincronismo

5.2.4 - Blocos fundamentais de um osciloscópio

O esquema dos blocos fundamentais de um osciloscópio está presente na Figura 31.

A entrada de sinal pode ser feita através de uma ligação directa ao osciloscópio (acoplamento DC) ou através de um condensador (acoplamento AC). A diferença entre estes dois modos é que o primeiro deixa passar todo o sinal enquanto que o segundo lhe filtra a componente contínua. Existe ainda a possibilidade de considerar a terra como sinal (acoplamento GND = “ground”). Esta selecção é feita através dos selectores 8 e 9, (Figura 32).

O sinal é então aplicado às placas de deflexão vertical e só por si, é em geral demasiado fraco para produzir uma deflexão significativa do feixe. É por isso que é amplificado. O controlo da amplificação faz-se através dos botões de sensibilidade 10/11 (Figura 28) que está graduado em VOLTS / DIV, ou seja, volts por divisão. O ecrã está dividido numa grelha de 10 x 8 quadrados, ou seja, 10 divisões horizontais e 8 verticais. Para provocar a mesma deflexão (por exemplo 4 divisões, a amplitude de deflexão máxima) um sinal fraco tem de ser mais amplificado que um sinal forte. Então um sinal fraco pode ser bem visualizado, por exemplo, na escala de 50 mV/div, enquanto um sinal mais forte conduz à mesma deflexão do feixe com a escala 2 V/div. Isto quer dizer que a amplificação do sinal mais fraco é 40 vezes superior à do sinal mais forte. Assim, um dos passos fundamentais para visualizar um dado sinal é rodar o botão de sensibilidade (VOLTS/DIV) até ter o ecrã bem preenchido.

A leitura da amplitude dos sinais faz-se precisamente com recurso à escala do botão de sensibilidade. Assim, se um dado sinal abrange 6 divisões na vertical, desde o mínimo ao máximo, e se a escala é de 0.2 V/div, então a tensão pico a pico deste sinal é

$$V_{\text{eficaz}} = 6 \text{div} \times 0,2 \text{V} / \text{div} = 1,2 \text{V} . \quad (33)$$

Em geral a amplificação de um sinal V_{in} através de um amplificador dá à saída um sinal $V_{out} = A + G V_{in}$, em que G é o ganho ou amplificação e A é o chamado *offset*: é uma tensão constante que o amplificador dá, mesmo na ausência de sinal de entrada. O offset pode regular-se no amplificador usado no osciloscópio. Em geral usa-se o offset nulo, mas pode tirar-se partido de um *offset* não nulo.

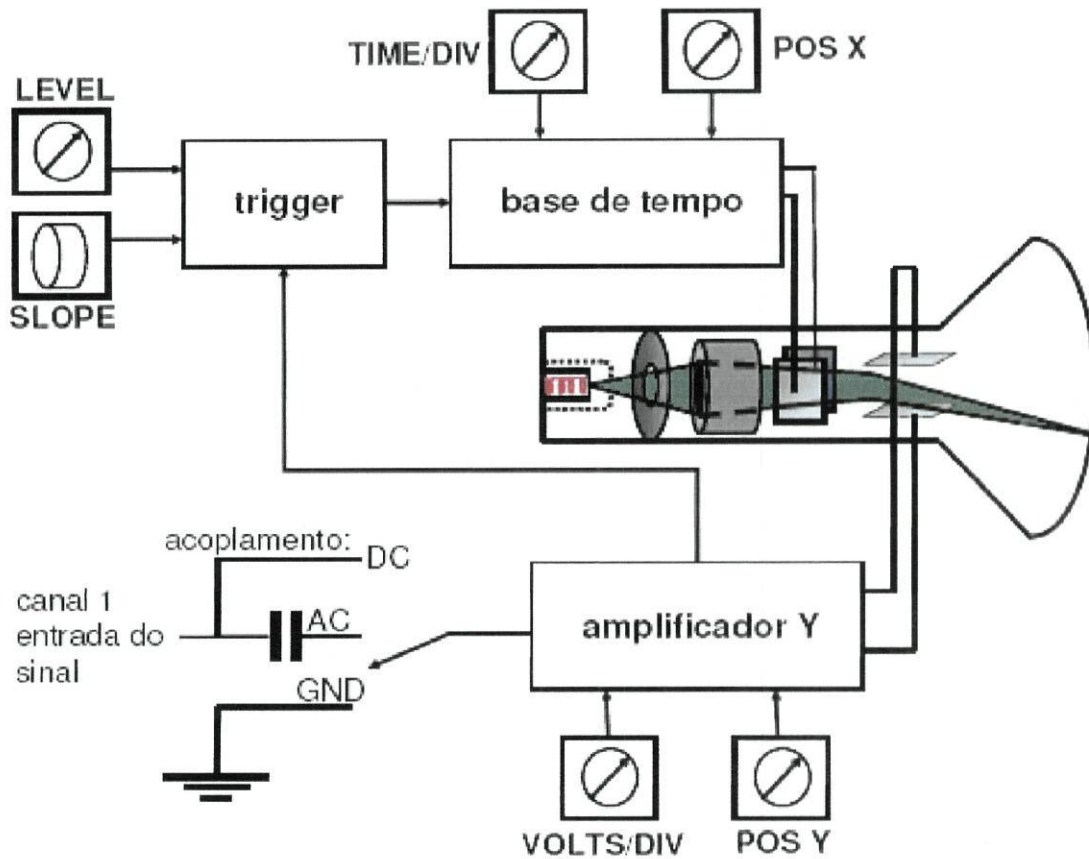


Figura 31 – O esquema dos blocos fundamentais de um osciloscópio

Consideremos um sinal sinusoidal e um amplificador sem *offset*. Quando o sinal passa em $V=0$ não há deflexão pelas placas e o feixe está a meio do ecrã. Se o *offset* for diferente de zero, então há uma tensão aplicada às placas mesmo quando o sinal está na posição $V=0$. Portanto o *offset* soma um sinal contínuo ao sinal a medir. O resultado é que toda a onda é deslocada na vertical. Se $offset=0$ o meio da onda está no meio do ecrã, se $offset \neq 0$ o meio da onda não está no meio do ecrã. O *offset* do amplificador é controlado pelo comando Y POS.

Vejamos agora o circuito relacionado com as placas de deflexão horizontal. Já vimos que às placas de deflexão horizontal é aplicado uma tensão em dente de serra. Esta tensão é originada num gerador interno do osciloscópio e é aplicada às placas de deflexão horizontal. A frequência deste gerador interno é controlada pelo botão TIME/DIV 15 (Figura 28). Assim, se o botão estiver regulado para 1ms/DIV, por exemplo, isto quer dizer que o feixe do osciloscópio varre uma divisão num mili-segundo. Isto pode ser muito lento, rápido ou ideal para visualizar o sinal. É preciso variar o valor de TIME/DIV até se obter no ecrã do osciloscópio a figura com um ou dois períodos do sinal.

Em condições normais o feixe parte do lado esquerdo no início de cada varrimento. No entanto, é possível sobrepor uma tensão constante à tensão em dente de serra. Isto faz com que o ponto de partida do varrimento possa ser deslocado mais para a direita ou mais para a esquerda relativamente ao ponto de partida habitual. Isto faz com que toda a figura desenhada no ecrã se desloque em bloco para a esquerda ou para a direita. Esta regulação é feita através do botão X-POS.

Para um osciloscópio de dois canais temos o modo de sistema vertical que apresenta várias opções:

CH1 – apresenta no ecrã um sinal proveniente do canal um.

CH2 – apresenta no ecrã um sinal proveniente do canal dois.

ALT – apresenta no ecrã uma representação do sinal proveniente do canal um alternada com o sinal proveniente do canal dois.

CHOP – Visualiza-se no ecrã uma representação do sinal proveniente dos dois canais. Muito útil quando se pretende fazer comparações do sinal proveniente do canal um com o sinal proveniente do canal dois.

ADD – Adiciona os sinais provenientes dos dois canais e representa a sua adição no ecrã do osciloscópio.

Para finalizar a explicação da Figura 31 resta dizer que do amplificador do sinal sai ainda uma ligação para o circuito de sincronização. Como foi referido atrás, este circuito compara o nível e declive do sinal com o nível e declive de *trigger* e faz o disparo do varrimento quando estes são iguais.

5.2.5 - Descrição dos comandos do osciloscópio

Na Figura 32 estão representados os seguintes blocos funcionais de um osciloscópio.

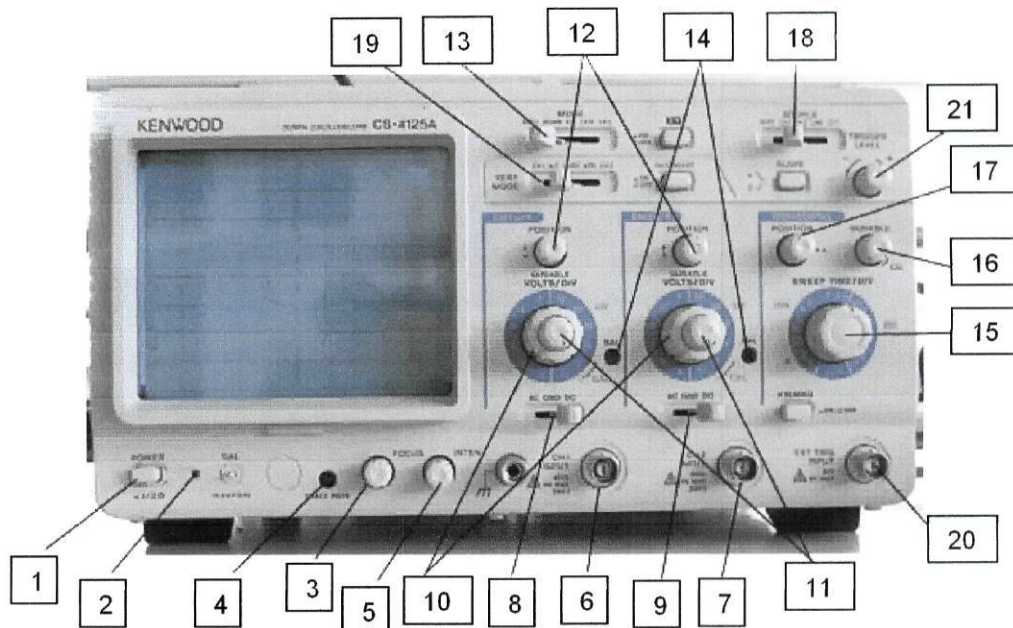


Figura 32 – Osciloscópio analógico (autor da tese)

- Comandos do Ecrã (eixo dos ZZ):

- 1 - Interruptor de Alimentação
- 2 - LED de sinalização de estado on
- 3 - Focagem do feixe
- 4 - Rotação do traço
- 5 - Intensidade do feixe

- Comandos do Sistema Vertical (eixo dos YY):

- 6 - Terminal de ligação do canal 1
- 7 - Terminal de ligação do canal 2
- 8 - Acoplamento de entrada do canal 1 (AC, GND, DC)

9 - Acoplamento de entrada do canal 2 (AC, GND, DC)

10 - Ganho vertical do canal 1 e 2

11 - Ganho vertical (ajuste contínuo) e amplificação de 5 X do canal 1 e 2

12 - Posicionamento vertical do canal 1 e 2

13 - Modo do sistema vertical (CH1, CH2, ALT, CHOP, ADD)

14 - Ajuste DC do canal 1 e 2

• Comandos do Sistema Horizontal (eixo dos XX):

15 - Velocidade de varrimento (Time/Div)

16 - Velocidade de varrimento (ajuste contínuo)

17 - Posicionamento horizontal do sinal e zoom de 10 X

• Comandos do Sistema de Sincronismo:

18 - Fonte do sistema de sincronismo (INT, LINE, EXT)

19 - Fonte do sistema de sincronismo (CH1, CH2, VERT MODE)

20 - Terminal de ligação da fonte de sincronismo externa

21 - Nível e inclinação de disparo

Parte 2 – Estudo de Caso

Física 11º Ano

Comunicações

Uma abordagem multimédia

Capítulo VI – Descrição do protótipo de CD-ROM: “Osciloscópio”

6.1 – O software educativo – “Osciloscópio”

Relativamente aos produtos multimédia interactivos, Lévy (1990) refere que são *“particularmente adequados aos usos educativos. Conhece-se há muito o papel fundamental do envolvimento pessoal do aluno na aprendizagem. Quanto mais activamente participa na aquisição de um saber, melhor uma pessoa integra e retém aquilo que aprendeu. Ora, graças à sua dimensão reticular ou não linear, o multimédia interactivo favorece uma atitude exploratória ou mesmo lúdica, face ao material a assimilar. É, portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia activa”*.

6.1.1 – Construção do software educativo

Foi nossa intenção tentar construir uma ferramenta multimédia que permitisse aos professores abordarem o osciloscópio com os alunos mais facilmente, possibilitando em simultâneo, incrementar a motivação destes para a exploração do mesmo. Construir uma ferramenta multimédia que incluísse uma forte componente gráfica, interactiva (que envolva o aluno, através do teclado e do rato) e destinada a ser difundida em aulas práticas de Física e Química (consultar, por favor, o CD que se encontra em anexo).

O recurso à multimédia (som, imagem e texto) surgiu na tentativa de possibilitar aos alunos o contacto com informações, sugestões e actividades ludo-educativas sobre o tema, de forma mais rica, com maior beleza estética, maior movimento e dinâmica, características que consideramos ausentes nos documentos apenas com informação textual estática.

“A gramática da multimédia conjuga a imagem, fixa ou animada, com o som e o texto, articulando-se tudo com a interactividade do sistema (...) A riqueza da interactividade vai determinar a qualidade final da obra multimédia.” Marcos (2003). Acrescentamos ainda a estes aspectos, a actuação do professor e o seu relacionamento com os alunos, enquanto factores reguladores do sucesso de qualquer aplicativo multimédia.

Criar um protótipo multimédia envolve muitas horas de trabalho e uma grande diversidade de competências. Muito se tem debatido e estudado acerca do estabelecimento de critérios para o desenvolvimento de ferramentas multimédia, no entanto, a nossa linha de orientação para o desenvolvimento deste protótipo compreendeu as seguintes fases:

1. Definição do protótipo e planeamento
2. Análise dos requisitos
3. Arquitectura da informação
4. Desenvolvimento da interface gráfica
5. Concepção do protótipo
6. Integração

1. Definição do protótipo e planeamento

Para construirmos a nossa ferramenta interactiva de ensino-aprendizagem, houve necessidade de procedermos ao levantamento das questões pedagógicas e tecnológicas, indispensáveis à implementação do protótipo. Foram colocadas questões básicas como:

- Quais as competências que pretendemos trabalhar?
- Quais os conteúdos científicos a integrar?
- Quais as características do público-alvo?
- Quais as actividades a desenvolver face às competências?
- Qual a tecnologia requerida?
- Qual o nosso domínio nessas tecnologias?
- Qual a estrutura geral que o protótipo terá?
- Qual será a estrutura geral do conteúdo?
- Quanto tempo será necessário para a construção das páginas? (implica eventualmente uma planificação).

É evidente que todas estas questões não fazem sentido sem ser definido um público-alvo.

Como suporte tecnológico utilizamos o Macromedia DIRECTOR MX 2004 e para o complemento de alguns conteúdos, o Macromedia Flash MX 2004, o Adobe Photoshop CS2, o Adobe ImageReady CS2, entre outros.

2. Análise dos requisitos

Nesta etapa do nosso trabalho procedemos à recolha de todos os elementos que julgámos serem necessários. Os materiais que considerámos importantes incluir, mas que não encontramos disponíveis nas nossas pesquisas, foram construídos de raiz.

3. Arquitectura da informação

Depois de delineado o que iríamos desenvolver, para cada conteúdo seleccionado, procedemos à sua esquematização e hierarquização, num *storyboard* das páginas, conforme se pode observar na Figura 33. É de salientar que este foi, entretanto, sofrendo ligeiras alterações, aquando da sua construção.

4. Desenvolvimento da interface gráfico

Para o desenvolvimento da interface gráfico foram tidos em consideração os aspectos de organização/disposição da informação na página, navegação, consistência e coerência.

Foi imprescindível ponderar o público-alvo, e as suas “preferências”, pois, não é qualquer página que poderá ser alvo da atenção de professores menos familiarizados com estas ferramentas.

Daí que todas as páginas do protótipo foram estudadas ao pormenor nos elementos que as constituem (botões, imagens, animações), bem como os tipos de fontes empregues nos textos e títulos, a cor e a dimensão da página, procurando obter uma estrutura visual forte mas harmoniosa.

Assim, por exemplo, em relação à posição relativa dos elementos na página, tivemos a preocupação de os colocar de forma organizada no ecrã, sem que uns anulem os outros.

No que respeita à cor, são mais ou menos consensuais os efeitos psicológicos que lhe estão associados. Não nos interessa aqui fazer um estudo de cor, porém é importante termos em linha de conta que, ao nível gráfico, uma coisa é a cor real, outra é a cor percebida, definida em termos psicofisiológicos, isto é, em função dos seus efeitos sobre a visão e o cérebro.

Deste modo, procuramos, por um lado, criar um contraste visual, utilizando uma cor diferente para cada tema, para que a interface da página se tornasse marcante mas, em simultâneo, a sua utilização harmónica dentro da mesma e do próprio protótipo.

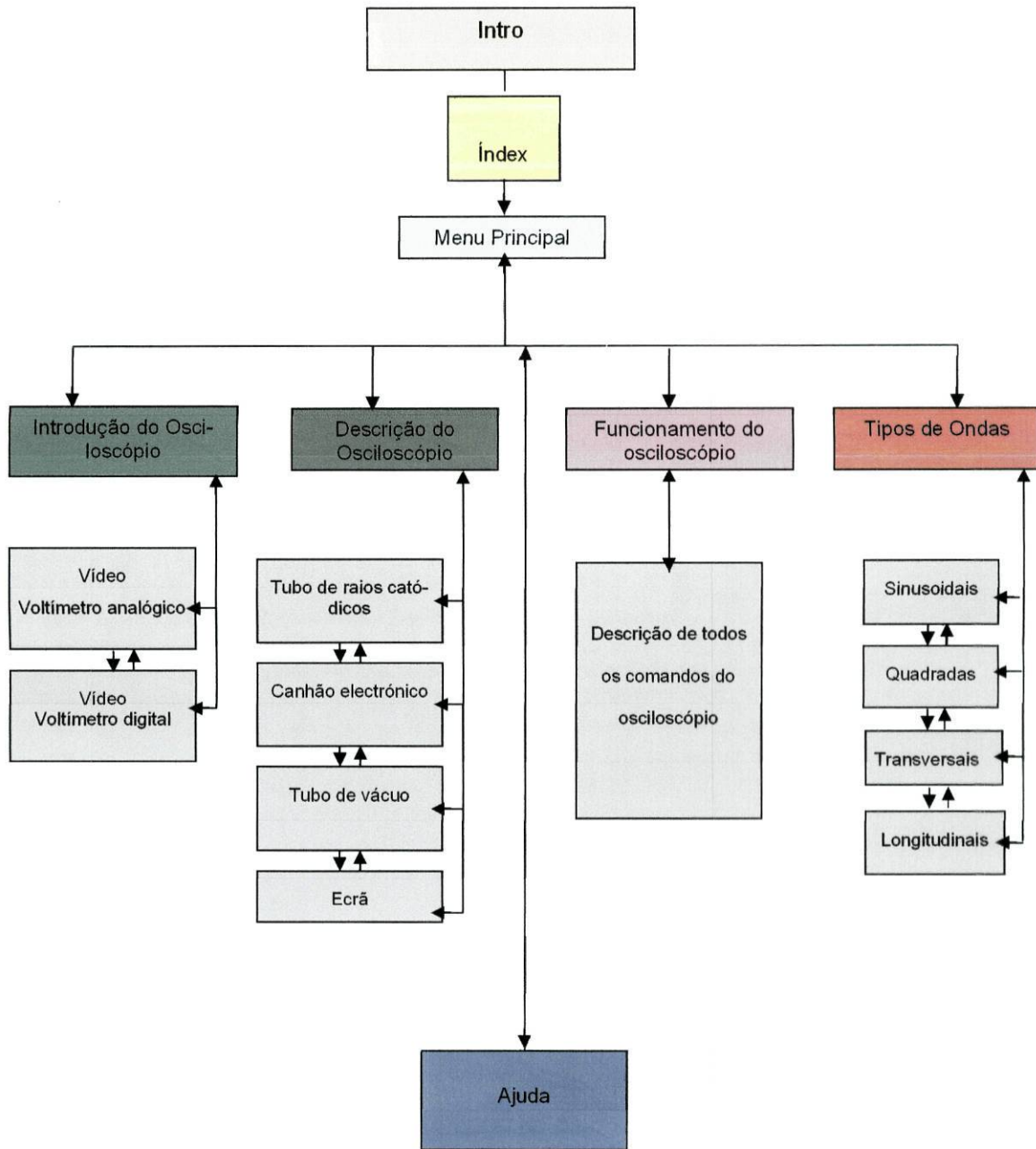


Figura 33 – Storyboard do protótipo

A intenção foi atrair a atenção e cativar o utilizador mas, ao mesmo tempo, propiciar a serenidade necessária, para a abordagem de cada um dos temas.

Foi nosso intuito criar uma interface marcante, mas simples e intuitiva, com uma estrutura consistente (páginas com arranjos muito idênticos, para que o utilizador não tivesse que se "adaptar" a novas regras de navegação, por exemplo) e com um conjunto de elementos multimédia.

Em sinopse, podemos dizer que o design da interface pressupõe que se conciliem os requisitos de comunicação visual e estética, com as recomendações de ordem funcional. O objectivo é conseguir criar um protótipo com páginas simples, apelativas e legíveis e com materiais de grande qualidade educacional.

5. Concepção do protótipo

A construção de um protótipo só termina quando os elementos estão colocados no seu respectivo lugar. Há inclusive autores que, só nesta fase de trabalho, consideram pertinente a utilização da expressão protótipo, uma vez que só agora iremos ter condições de produzir uma versão preliminar do nosso software que, anteriormente, não passava apenas de um projecto.

Procedemos então à implementação no computador do *layout* desenhado no papel.

Para a construção do protótipo de *software* educativo foram utilizados os programas MACROMEDIA DIRECTOR MX 2004 e o MACROMEDIA FLASH MX 2004.

Porquê a utilização do DIRECTOR?

Uma vez que foi nossa intenção construir uma ferramenta multimédia, o mais interactiva possível e forte, sob ponto de vista gráfico, consideramos ser este o programa mais adequado.

Considerado um *standard* da indústria multimédia, o DIRECTOR tem vindo a acompanhar e a integrar as inovações na área da multimédia e na *Web*, que vão surgindo a um ritmo cada vez mais alucinante.

O DIRECTOR possibilita a criação de conteúdo de alto desempenho para:

- CDs / DVDs
- Apresentações em quiosques
- A *Internet*

Oferecendo recursos completos para autoria em multimédia e utilizando o máximo em termos de *media* sofisticada, o DIRECTOR salienta-se pela variedade de tipos de arquivos em multimédia que podem ser integrados e controlados e, pela facilidade de disponibilização e reprodução otimizada do conteúdo.

O DIRECTOR, uma ferramenta de autoria concebida para criar conteúdo interativo sofisticado para *media* fixa e para a *Internet*, pode incorporar imagens com qualidade fotográfica, vídeo digital, sons, animação, modelos em 3D, texto, hipertexto, bitmaps e conteúdo em MACROMEDIA FLASH.

O DIRECTOR também oferece um sofisticado conjunto de ferramentas para controlar como e quando esses elementos aparecem, se movem, emitem som e se modificam, no decorrer da reprodução do filme. O MACROMEDIA FLASH é normalmente usado para criar conteúdo e, o DIRECTOR, para agregar e modificar vários tipos de arquivos multimédia, produzindo uma única apresentação organizada.

Algumas das ferramentas disponíveis e a própria dinâmica das animações permitem-nos fazer algumas analogias com a encenação que decorre no cinema ou no teatro.

No DIRECTOR temos o *Stage* que funciona como o cenário ou o palco em que se vai desenrolar a nossa acção. Poderá existir apenas um ou mais *Casts* que funcionam como o elenco da acção, é nele que se encontram os componentes multimédia que iremos utilizar. Todo o texto, o som, as imagens, os vídeos, os efeitos especiais e todos os outros elementos que fazem parte da acção, terão sempre que estar inseridos (ou ser importados) para dentro de um *Cast*. Outro exemplo desta analogia são as entradas e saídas de cena tal como acontecem no cinema ou no teatro. Neste ambiente de programação multimédia é igualmente possível controlar essas e outras acções.

Dada a grande preocupação da *Macromedia* em acompanhar, através das sucessivas versões do DIRECTOR e também de outros programas que comercializa, as inovações tecnológicas emergentes principalmente da *Web*, o DIRECTOR suporta um vasto leque de tecnologias que permitem ao utilizador manter-se na vanguarda da informática. Entre essas tecnologias encontram-se o *Shockwave 3D*, *Java*, *QuicktimeVR*, *Flash*, *XML*, *CGI*, *ActiveX*, *RealAudio*, *RealVideo*, *MPEG3*, *PNG*, e muitas mais... (Ferreira, 2002).

No DIRECTOR é possível converter o formato nativo dos ficheiros (*.dir*) para o formato *shockwave (.dcr)*, podendo invocá-los em páginas *HTML* e assim conseguir animações potentes com a particularidade de não serem muito pesadas e com taxas de compressão elevadas, ideais quando consideramos larguras de banda não muito elevadas.

Outra grande mais valia existente na filosofia do DIRECTOR é o facto de sempre que surge no mercado uma nova versão (ou *upgrade*) deste, são integrados novos forma-

tos de informação, passando a ser suportados pelo programa, permitindo utilizar o que mais recente existe no campo da criação/edição de imagens (2D ou 3D), dos sons e do vídeo digital.

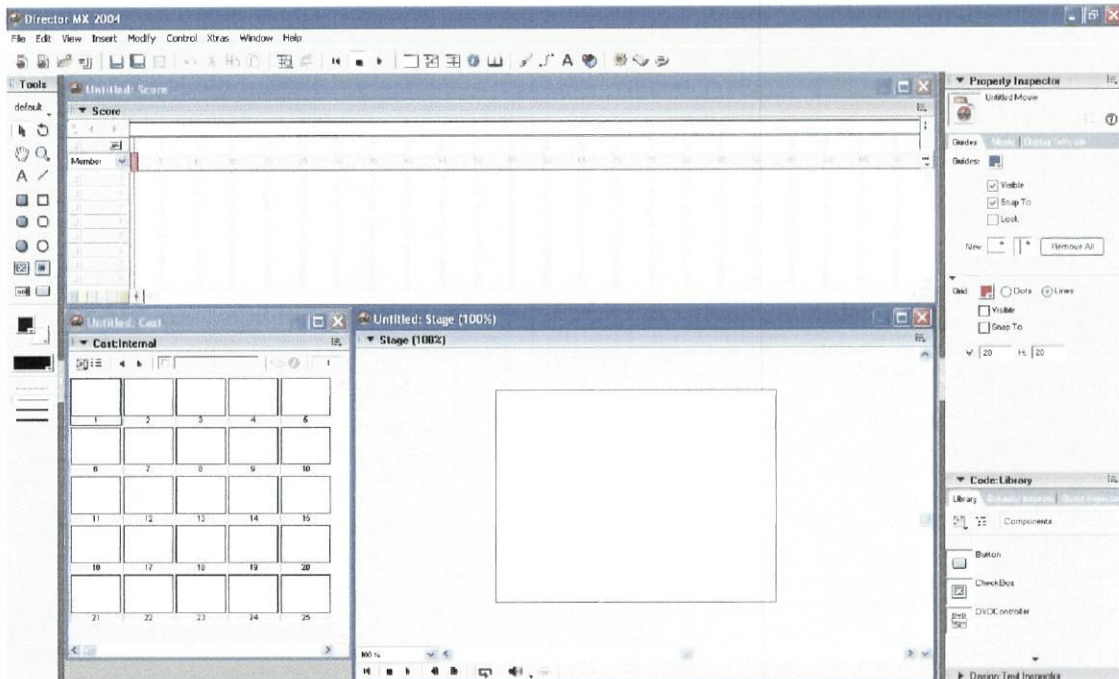


Figura 34 – Interface do DIRECTOR.

A interface do DIRECTOR (Figura 34) é muito idêntica às aplicações desenvolvidas para os ambientes *Win/Mac*, bem como a localização e a forma de utilizar as ferramentas disponíveis. Mover, copiar, colar, importar, exportar, arrastar (*drag and drop*), minimizar, encerrar..., tudo isto faz parte da dinâmica do DIRECTOR, para além disso, o facto de basear numa arquitectura aberta, permite a utilização de módulos de *software* adicionais produzidos por empresas especializadas, os quais conhecemos e são denominados por *Xtras* (Miranda, 2002). Alguns exemplos destes *Xtras*, são os filtros para edição das imagens, integração de diferentes formatos de áudio, vídeo digital (por exemplo o *MPEG*), a adição de novas transições que desta forma servem para otimizar o DIRECTOR e, muito mais.

Uma das grandes versatilidades do formato nativo do DIRECTOR (*.dir*) é o facto de ser compatível com os ambientes *Windows* e *Macintosh*, ou seja, durante a fase de edição, os ficheiros são compatíveis com ambas as plataformas sem ser necessário recorrer a qualquer conversão. Contudo, para realizar um projecto (*projector*), que mais não é do que a criação de um executável (*.exe* ou *.hqx*), é necessário especificar a plataforma.

O *Lingo* é a linguagem de programação do DIRECTOR. Trata-se de uma linguagem intuitiva (alto nível), versátil e potente que permite aplicar um conjunto de instruções a praticamente todos os objectos multimédia, originando assim produtos plenos de interactividade (Ferreira, 2002).

Durante a fase de edição e a partir da janela onde está inserido o palco, podemos aumentar ou diminuir a respectiva percentagem de visualização do filme, sem afectar a disposição, a posição e o tamanho das *Sprites* (componentes da linha de tempo).

Nos filmes otimizados para a *Web*, a compressão pode ser aplicada a todos os *bitmaps* ou apenas a alguns deles.

Para além da visualização tradicional é possível obter um novo visual na janela do *Cast* e assim ordenar os respectivos elementos de acordo com as diferentes propriedades; existindo uma zona de comentários para cada um dos elementos do *Cast*.

O Inspector de Propriedades (*Property Inspector*) que é o painel flutuante que engloba algumas propriedades dos elementos do *Cast*, das *Sprites*, do *Stage* e dos *movies*.

O bloqueio das *Sprites* durante a fase de edição do *movie* evita quaisquer movimentos não intencionais.

As grelhas de referência horizontais e verticais no *Stage* destinam-se a ajudar a tarefa de alinhamento dos objectos no palco.

As definições de publicação dos filmes *Shockwave* permitem gerar diferentes tipos de *templates HTML* ou o redimensionamento proporcional dos *movies*.

Nos filmes *flash* importados ou "linkados" é possível definir e obter variáveis e invocar determinadas acções.

Aplicações práticas do DIRECTOR

Mas afinal, o que podemos nós fazer com este programa? Já sabemos que podemos utilizar e manipular texto, sons, imagens e vídeo e interligá-los, para uma imensa variedade de aplicações. O DIRECTOR permite-nos criar os seguintes tipos de produtos:

- *Software* Educativo – Principalmente destinado a crianças e jovens, de modo a facilitar o seu processo de aprendizagem.
- *Software* de Entretenimento – Normalmente distribuído na *Internet*.
- Apresentações – Do simples slide show à apresentação mais elaborada, com ou sem animação.

- Páginas de *Internet* – Interfaces, menus, *links*, conteúdos específicos para a *Internet*.
- Divulgação comercial ou pessoal – divulgação de produtos comerciais assim como portefólios pessoais de maneira a promover e mostrar o seu trabalho.

Na construção do protótipo também foi utilizado o programa MACROMEDIA FLASH MX 2004, como complemento da explicação de alguns conteúdos.

Com a ajuda destes programas, pudemos então colocar textos e imagens, botões, sons e elementos animados nos devidos lugares, implementamos a navegação das páginas e realizamos a programação das actividades e botões interactivos.

Não obstante termos já determinado a disposição dos elementos na página, na implementação da interface definida surgiram, por vezes pormenores, ditos imprevistos, como elementos ainda não arquitectados, ou imagens que ainda não dispúnhamos e que tivemos que providenciar.

Nesta fase concluímos a criação de uma versão “provisória”, ou seja, a nossa interface está pronta para os ajustes e refinamentos seguintes.

6. Integração

A última das fases de construção do protótipo corresponde então à sua integração.

Depois de tudo devidamente colocado, e corrigido, procedemos à organização do protótipo num CD-ROM.

Convém notar, porém, que a concepção de um protótipo está longe de ser um processo hermético e acabado. Será sempre um protótipo, em busca do aperfeiçoamento e em permanente construção. É aquilo que Brown (1992) cit. por Coutinho e Chaves, (2001) designa por “*evolutionary prototyping*” (protificação evolutiva). Para Van den Akker (1999), “*É por um processo interactivo de `aproximações sucessivas` e de `evolução do protótipo` que se ruma à intervenção “ideal”.*”

Na concepção do protótipo, foi nossa aspiração tentar desenvolver um ambiente de aprendizagem estimulante (promotor de motivação) que facilite a construção cognitiva, o espírito crítico e reflectivo para encontrar soluções para problemas concretos na abordagem da temática do osciloscópio.

Contudo este protótipo não foi testado no âmbito deste estudo devido ao facto de ser apenas uma sugestão da abordagem da temática do osciloscópio a desenvolver num futuro próximo.

6.2 – O protótipo desenvolvido

Este trabalho vai consistir em duas partes, uma onde se tenta construir um software que sirva de *tutorial* para o manuseamento do osciloscópio, tão útil neste tópico da Física e outra onde se pretende encadear de forma mais adequada os conteúdos de Física, relativamente ao tópico Comunicações.

Não iremos descrever em pormenor a funcionalidade do protótipo, mas apenas expor um sùmula de ideias referentes às suas potencialidades e notas que achamos importantes.

Tema 1 – Índex / Início

O tema índex é antecedido por uma introdução do CD-ROM. Pretende-se aqui que o utilizador possa escolher o tema que preferir sem que para isso tenha de seguir uma sequência.

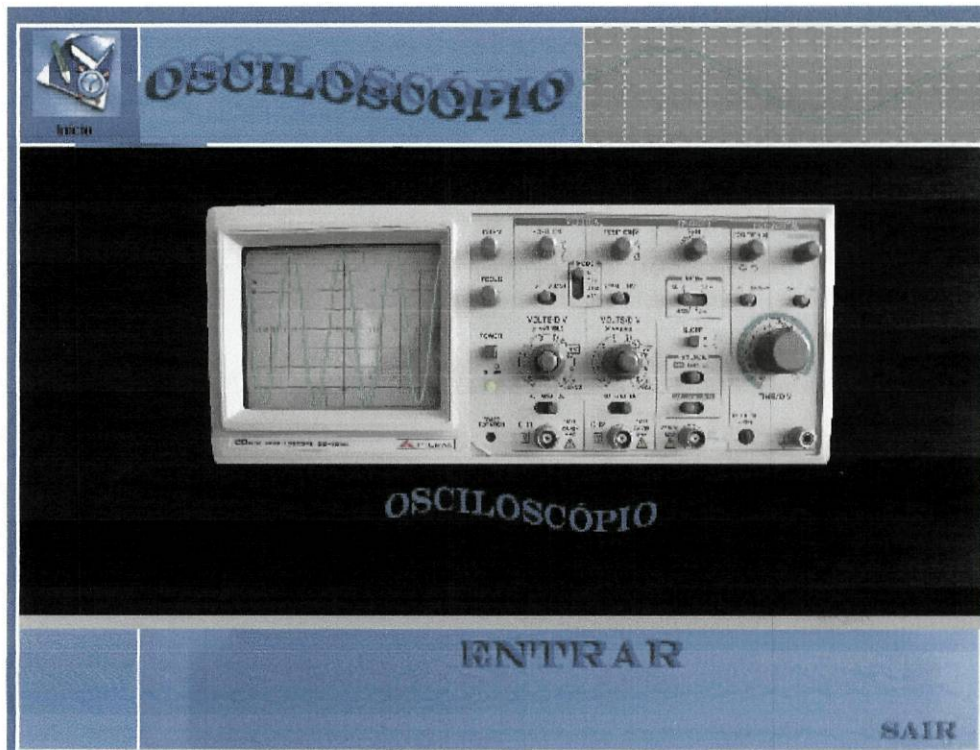


Figura 35 – Introdução ao CD-ROM Osciloscópio

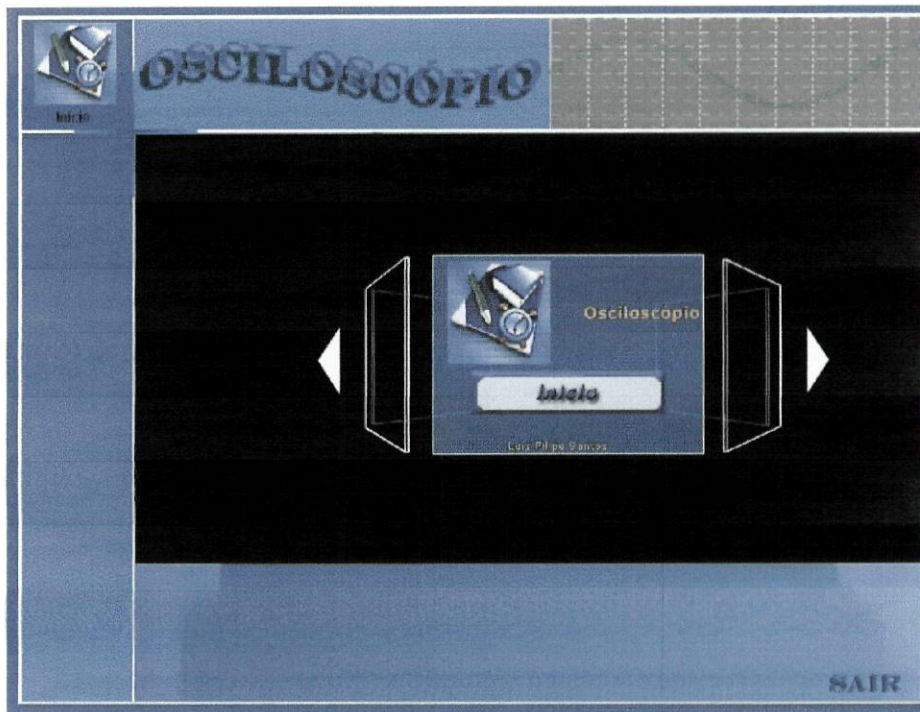


Figura 36 – Menu onde rodando o hexágono podemos escolher qual o tema a visualizar

No menu apresentado na figura 36 podemos escolher entre os temas início, introdução, descrição, funcionamento, tipos de ondas e ajuda. Existe ainda em todas as páginas a opção SAIR, onde somos conduzidos a um menu (Figura 37) onde podemos escolher entre SIM e NÃO. Se a opção for NÃO somos reconduzidos sempre à página onde nos encontrávamos. Se optarmos por SIM, saímos da aplicação.

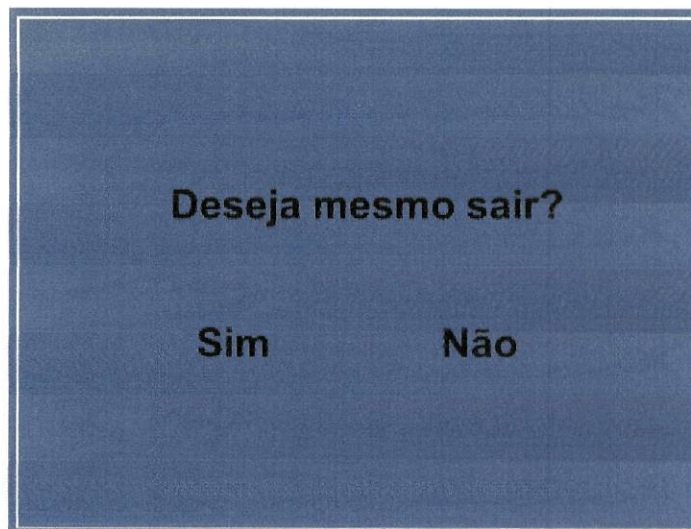


Figura 37 – Menu sair

Tema 2 – Introdução

Neste tema é apresentada uma breve introdução, podemos ver vídeos onde são explicadas as vantagens da utilização do osciloscópio.

OSCILOSCÓPIO

Introdução

Início

Introdução

Descrição

Funcionamento

Tipos de Ondas

Ajuda

Quando se utiliza um multimetro analógico, semelhante ao da figura 1, existe uma grande dificuldade em determinar as características de um tensão variável no tempo. Se aumentarmos a rapidez da variação da tensão, o ponteiro do aparelho começa a ter dificuldades em acompanhar a variação da tensão, imobilizando-se depois de ter passado por um estado de tremura.

Algo parecido acontece com um aparelho de leitura digital, semelhante ao da figura 2, os dígitos começam a variar muito depressa, acendendo-se todos os segmentos de cada dígito ao mesmo tempo, não se podendo realizar qualquer leitura.

Figura 1 Multimetro analógico

Figura 2 Multimetro digital

Figura 3 Osciloscópio

SAIR

Figura 38 – Página Introdução

Tema 3 – Descrição

Nesta página pode ver-se e explorar uma breve descrição do osciloscópio, podemos aceder a uma breve explicação acerca do tubo de raios catódicos, do canhão electrónico, do tubo de vácuo e do ecrã.



Figura 39 – Página principal do tema descrição

Tema 4 – Funcionamento

O Tema funcionamento pretende explicar o funcionamento de todos os botões do osciloscópio e quando devem ser usados. Apresenta-se o exemplo da função *trigger* que, para uma melhor compreensão, foi animada com uma breve explicação.

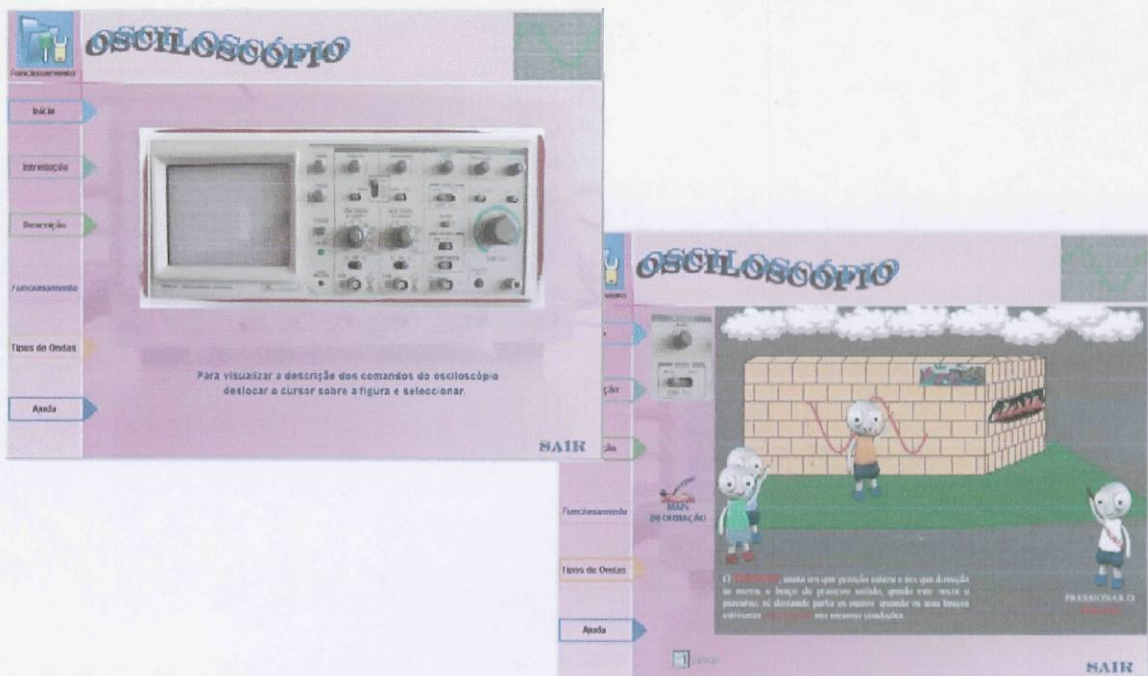


Figura 40 – Página Funcionamento (exemplo da função *trigger*)

Tema 5 – Tipos de ondas

Esta página apresenta-nos o tipo de ondas que podemos “visualizar no osciloscópio” e uma breve abordagem aos tipos de ondas sinusoidais, quadradas e triangulares.

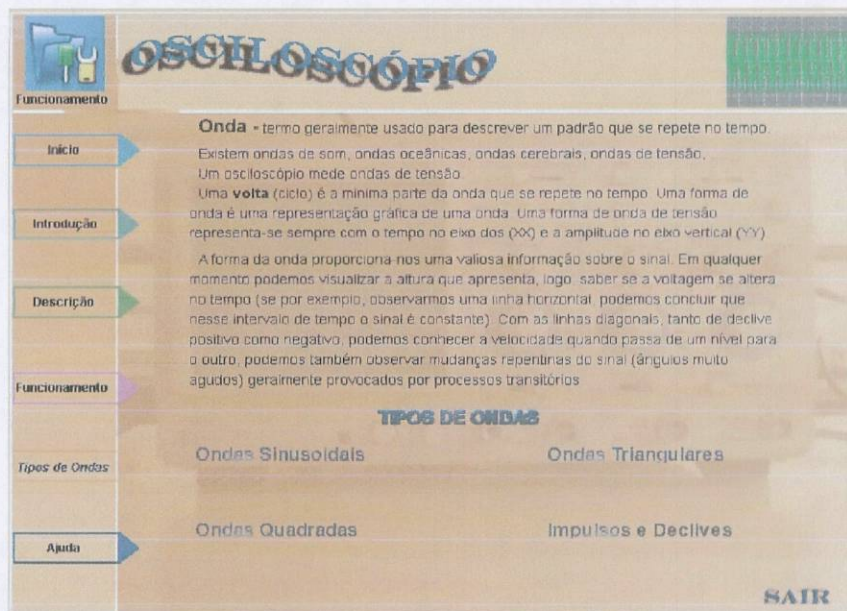


Figura 41 – Página Tipos de ondas

Tema 6 – Ajuda

Este tema tem como principal função fornecer alguma ajuda na realização das actividades prático-laboratoriais apresentadas no programa de Física e Química A.

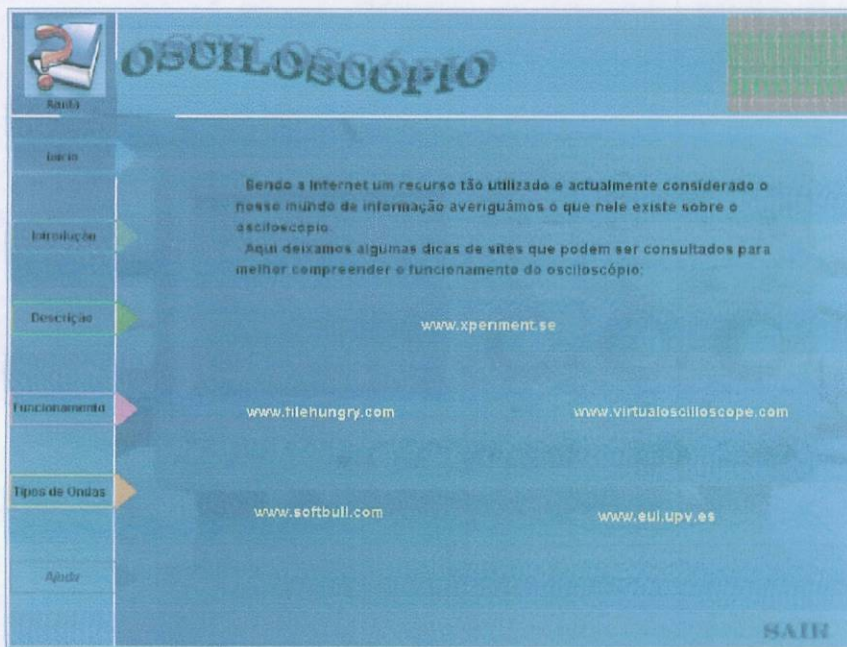


Figura 42 – Aspecto do menu ajuda

Capítulo VII – Análise do caso

7.1 Metodologia

Pretende-se com este estudo uma análise de como se encontra o ensino da Física no ensino secundário nas escolas de Portugal Continental.

Constitui-se então como objectivo deste trabalho a verificação da situação actual da Física, mais concretamente o tema das Comunicações no 11º ano do ensino secundário de forma a melhorar o processo de ensino-aprendizagem desta área.

Para a investigação adoptada utilizou-se o estudo de caso, que, segundo Carmo, (1998) “... constitui uma estratégia preferida quando se quer responder a questões de “como” ou “porquê” ... o estudo focaliza-se na investigação de um fenómeno actual no seu contexto”.

7.1.1 - Amostra

Para a realização deste inquérito foram contactadas treze escolas escolhidas de forma aleatória que pretendiam abranger as principais regiões de Portugal Continental.

Apesar do universo de amostragem ser reduzido (inferior a 50%), pudemos tirar algumas conclusões acerca do sentido em que caminha o ensino da Física.

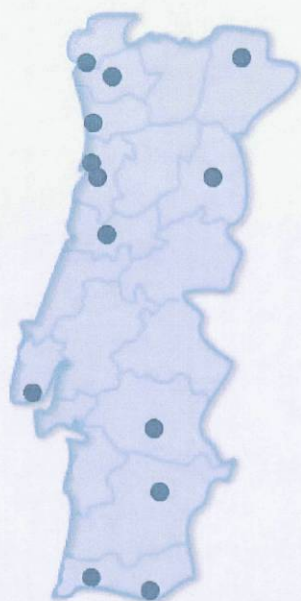


Figura 43 – Mapa de Portugal Continental com a localização das escolas.

7.1.2 - Instrumentos Utilizados

Foi organizado um inquérito (consultar anexo 1) com carácter anónimo e confidencial, que se dividiu em três partes:

Parte 1 – Caracterização do respondente.

Parte 2 – Abordagem sobre o actual sistema de ensino da Física (comunicações) no ensino básico e secundário.

Parte 3 – Indicadores ou propostas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da Física (comunicações).

Foi elaborado também um Protótipo de CD-ROM sobre o tema da Física – Comunicações – denominado “*Osciloscópio*”.

7.1.3 – Procedimento

Os inquéritos foram enviados dois meses antes do final do ano lectivo 2004/2005, o primeiro ano em que foi leccionado este tema no décimo primeiro ano. Foi esta a altura mais indicada para o leccionar, segundo a planificação do Ministério da Educação em vigor nesse ano. Das treze escolas contactadas, apenas quatro responderam no ano lectivo em questão, uma já no início do ano lectivo 2005/2006 e oito não responderam. Das últimas oito, apenas se conseguiu contactar seis, por telefone, tendo sido informados, por todas elas, que os professores que leccionaram o décimo primeiro ano não tinham cumprido a planificação na sua totalidade, tendo ficado este capítulo por leccionar, pois era o último aquando decorreu esse procedimento.

O preenchimento dos questionários nas escolas escolhidas aleatoriamente foi feito sem a intervenção do autor, tendo sido os respondentes informados sobre a confidencialidade das respostas.

7.2 - Análise de dados

Iremos agora fazer a análise aos resultados das respostas do questionário que se realizou no âmbito desta dissertação.

7.2.1 – Caracterização dos respondentes

Neste ponto é apresentado um conjunto de gráficos que foram obtidos através do preenchimento da primeira parte das respostas ao questionário pelos professores, relativamente aos dados que levam à caracterização dos mesmos.

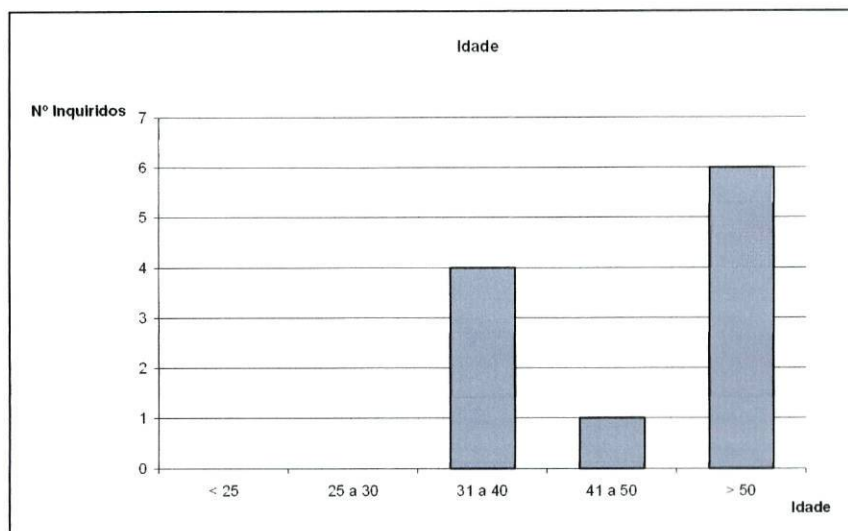


Gráfico 1 – Idade dos respondentes

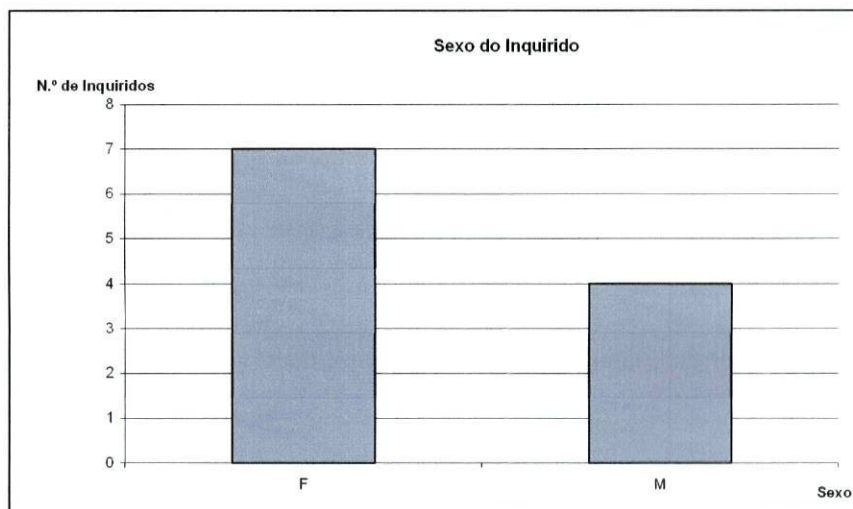


Gráfico 2 – Sexo dos respondentes

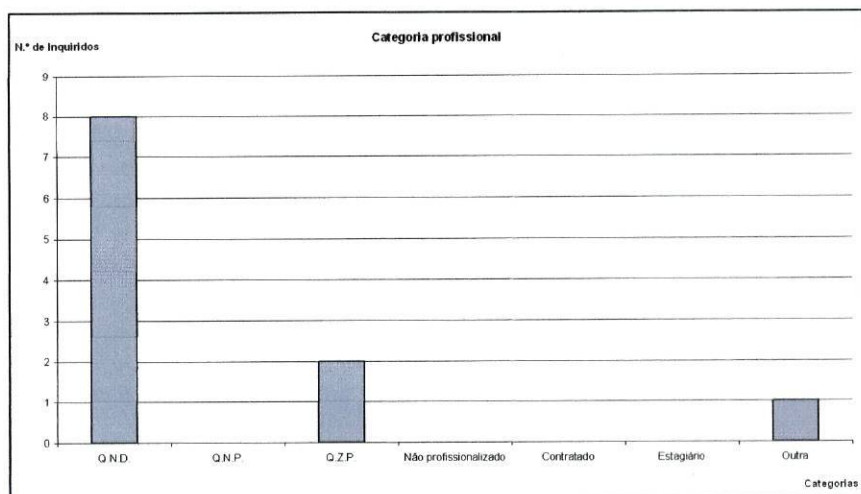


Gráfico 3 – Categoria profissional dos respondentes

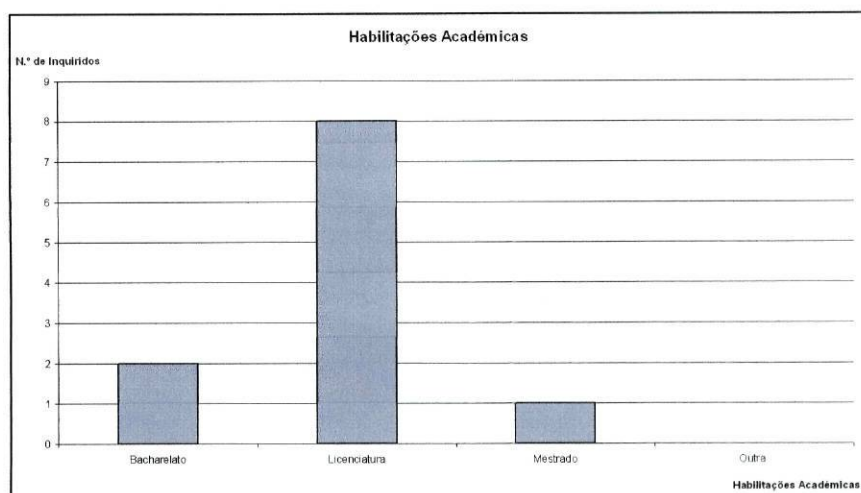


Gráfico 4 – Habilitações profissionais dos respondentes

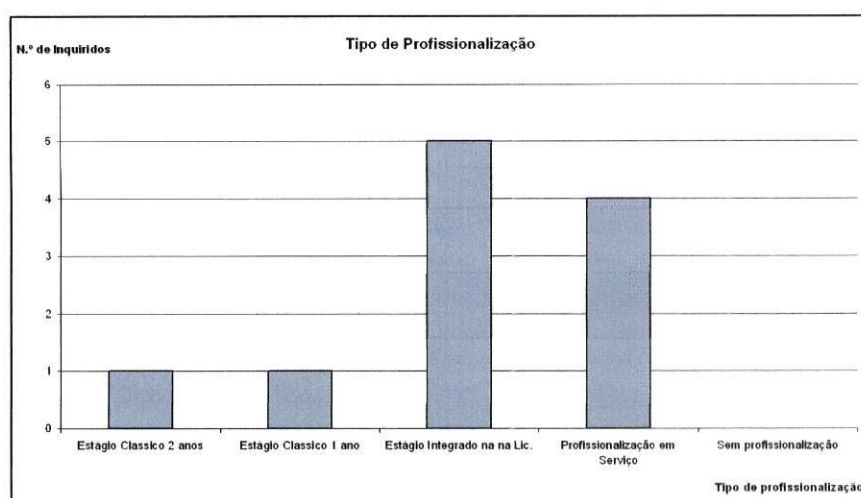


Gráfico 5 – Tipo de profissionalização

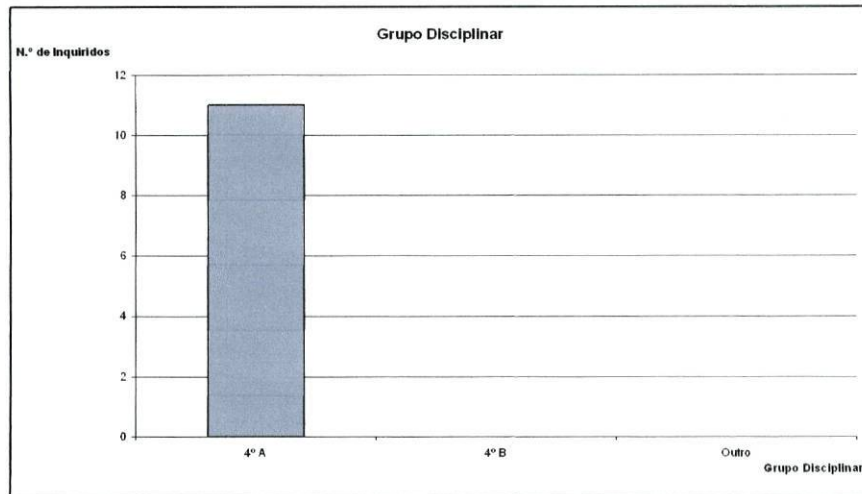


Gráfico 6 – Grupo disciplinar a que pertencem os respondentes

Da análise dos gráficos [1 a 6] acima expostos verifica-se que a maioria dos respondentes é do sexo feminino com idade superior a cinquenta anos, pertencendo todos eles ao 4º grupo A. Na sua maioria são Licenciados do quadro de nomeação definitiva e alguns realizaram o estágio integrado na Licenciatura, existindo ainda um número significativo de profissionalizados em serviço.

7.2.2 – Abordagem sobre o actual sistema de ensino da Física (comunicações) no ensino básico e secundário

Neste ponto é apresentado um conjunto de gráficos que foi obtido através do preenchimento da segunda parte do questionário pelos professores, sobre a abordagem do actual sistema de ensino da Física no Ensino Básico e Secundário, com especial atenção ao tema Comunicações, bem como a importância deste tema no processo ensino-aprendizagem.

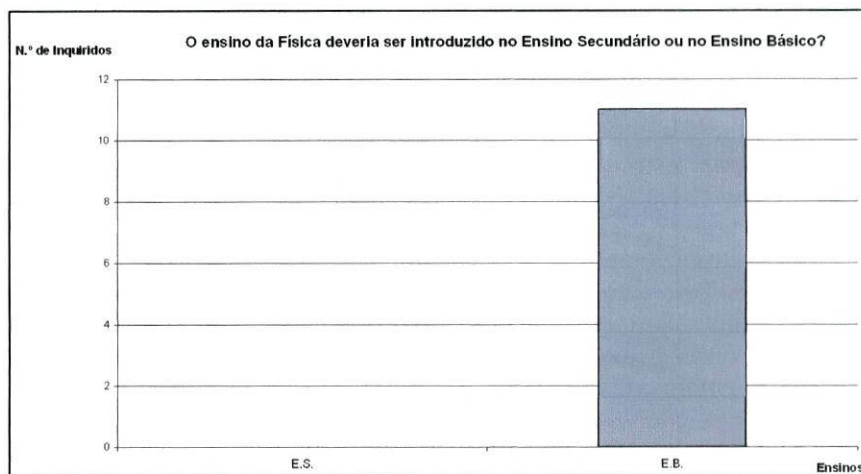


Gráfico 7 – Introdução do ensino da Física no Ensino Básico ou Secundário

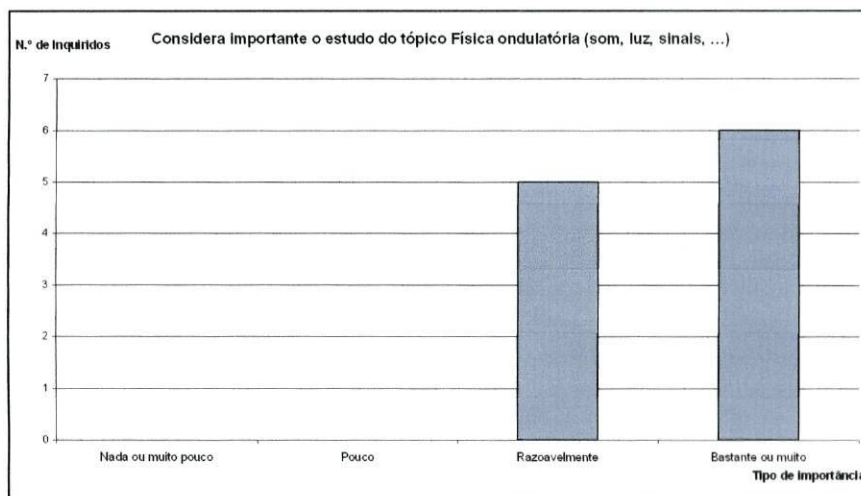


Gráfico 8 – Importância do estudo do tópico Física ondulatória

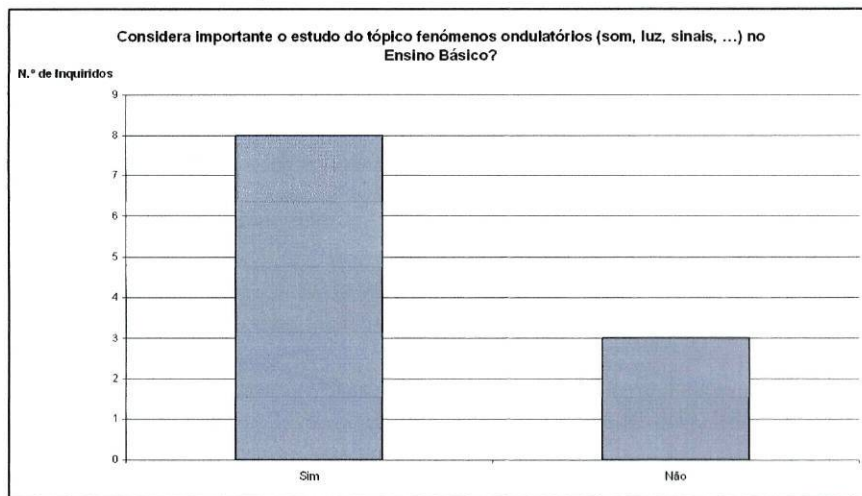


Gráfico 9 – Importância do estudo do tópico fenómenos ondulatórios no ensino Básico

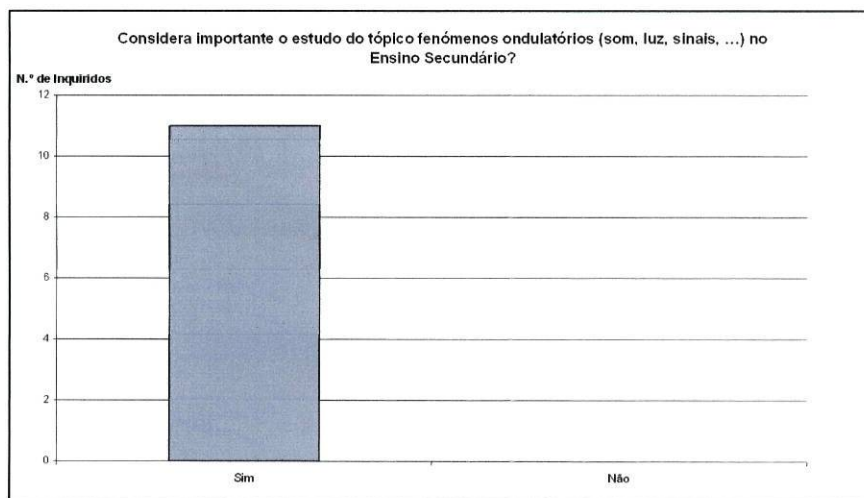


Gráfico 10 – Importância do estudo do tópico fenómenos ondulatórios no Ensino Secundário

Da análise dos gráficos [7 a 10] concluiu-se que todos os respondentes foram unânimes em considerar que o ensino da Física deve ser introduzido no ensino Básico, entendendo como importante o estudo do tópico fenómenos ondulatórios no Ensino Secundário, dividindo-se as opiniões quanto ao tipo de importância entre o razoável e o bastante. A maioria é de opinião que o estudo deste tópico deve ser iniciado no Ensino Básico.

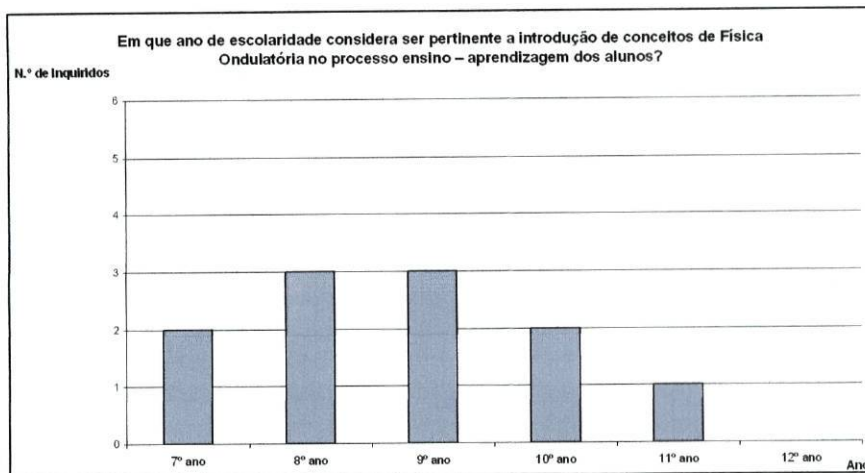


Gráfico 11 – Introdução de conceitos de Física Ondulatória no processo ensino-aprendizagem dos alunos

Quanto ao ano de escolaridade em que é mais pertinente a introdução de conceitos de Física Ondulatória, verificou-se que a maioria (gráfico 11) dividiu as suas opiniões entre o oitavo e o nono ano, justificando que só nesta altura é que os alunos exibem uma adequada interpretação destes conceitos.

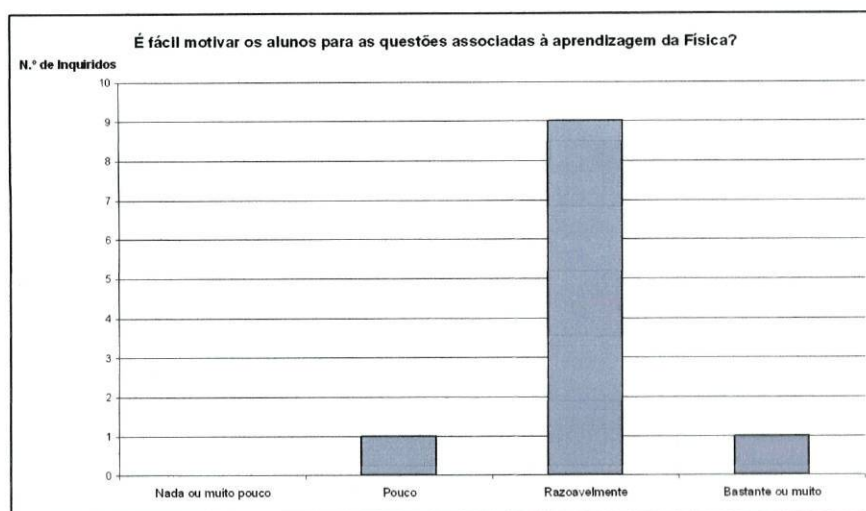


Gráfico 12 – Motivação dos alunos para questões associadas à aprendizagem da Física

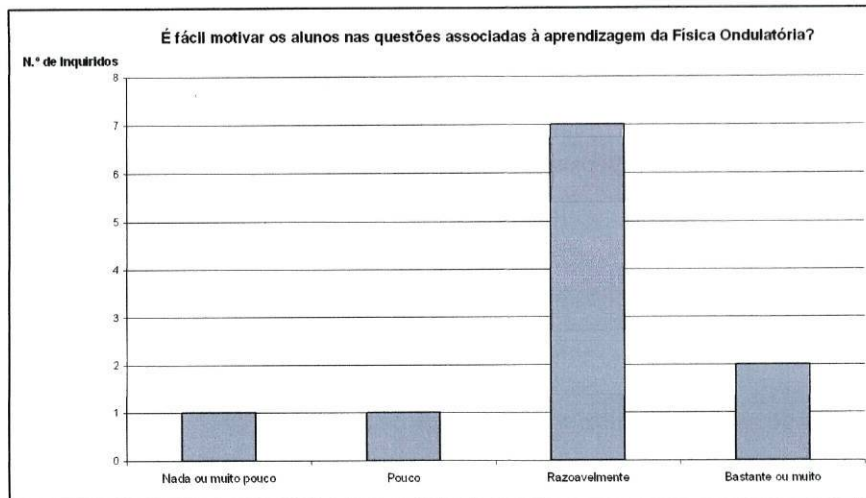


Gráfico 13 – Motivação dos alunos para questões associadas à aprendizagem da Física Ondulatória

Do exposto nos gráficos 12 e 13, para a maior parte dos respondentes é razoavelmente fácil motivar os alunos para questões relacionadas com a aprendizagem da Física, não sendo o tópico Física Ondulatória exceção.

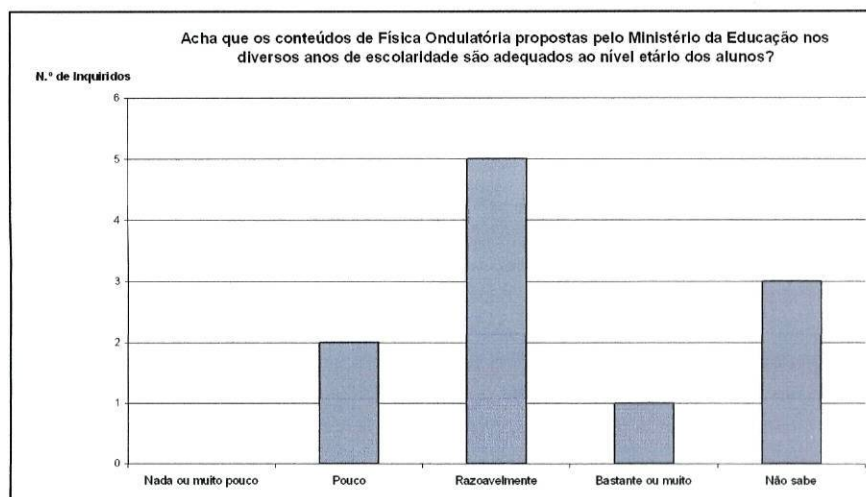


Gráfico 14 – Adequação dos conteúdos de Física Ondulatória ao nível etário dos alunos

No gráfico 14 podemos ver que a maioria dos respondentes considera que os conteúdos de Física Ondulatória propostos pelo Ministério da Educação nos diversos anos de escolaridade são apenas razoavelmente adequados ao nível etário dos alunos.

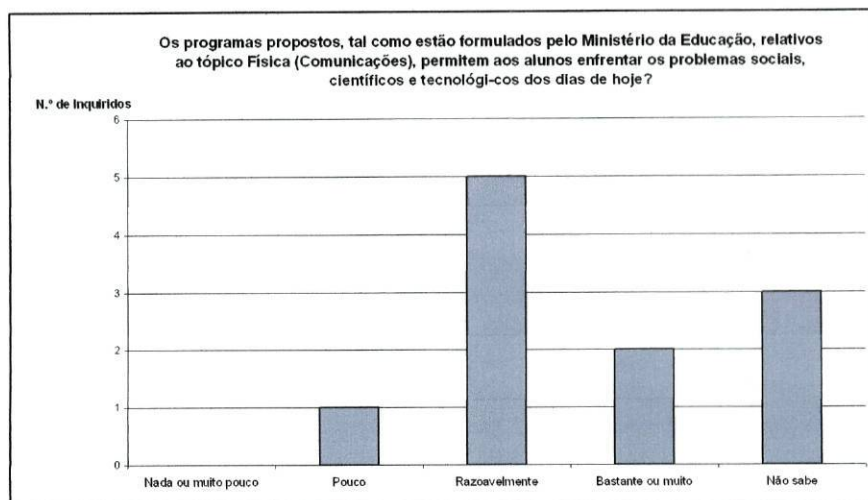


Gráfico 15 – Análise de como os programas propostos permitem aos alunos enfrentar vários problemas actuais

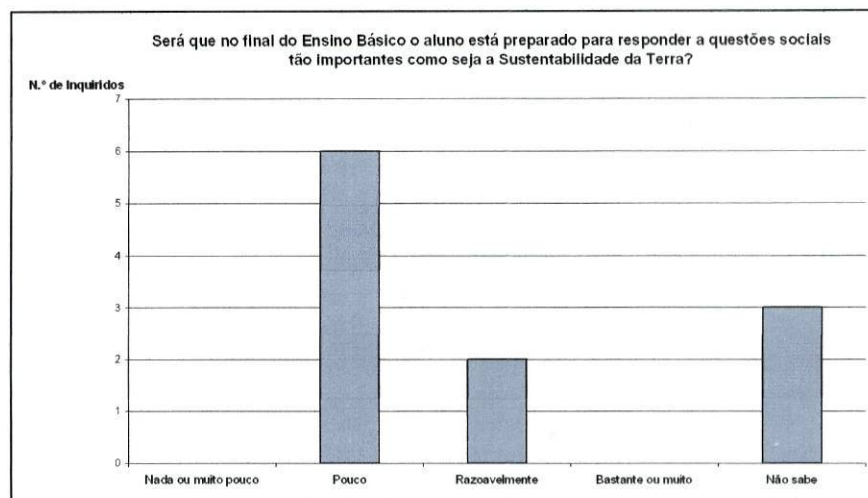


Gráfico 16 – Análise da preparação do aluno no final do Ensino Básico para responder a questões sociais

Nos gráficos 15 e 16 podemos verificar que os programas propostos, tal como estão formulados pelo Ministério da Educação relativos ao tópico Física (Comunicações), segundo os respondentes, permitem aos alunos enfrentar razoavelmente os problemas sociais, científicos e tecnológicos dos dias de hoje. De qualquer modo a maioria acredita que os alunos no final do Ensino Básico saem pouco preparados para responder a questões sociais tão importantes como as relacionadas com o Tema “A Sustentabilidade da Terra.”

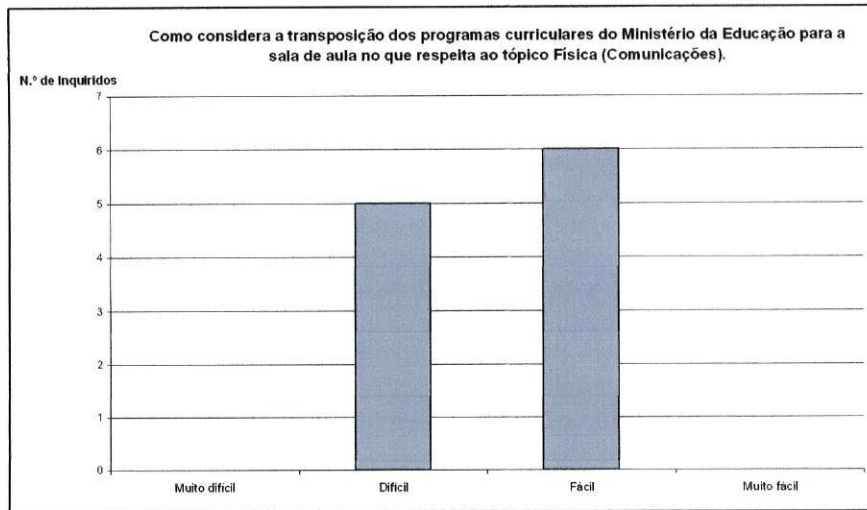


Gráfico 17 – Análise da transposição dos programas curriculares para a sala de aula

No gráfico 17 a maioria dos respondentes encontra-se dividida, entre o difícil e o fácil, no que respeita à transposição dos programas curriculares do Ministério da Educação para a sala de aula e no que respeita ao tópico Física (comunicações).

7.2.1 – Indicadores ou propostas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da Física (comunicações)

Neste último ponto, é apresentado um conjunto de gráficos que foi obtido através das respostas recolhidas na terceira parte do questionário dadas pelos professores, sobre indicadores ou propostas que tenham em vista o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem da Física (comunicações).

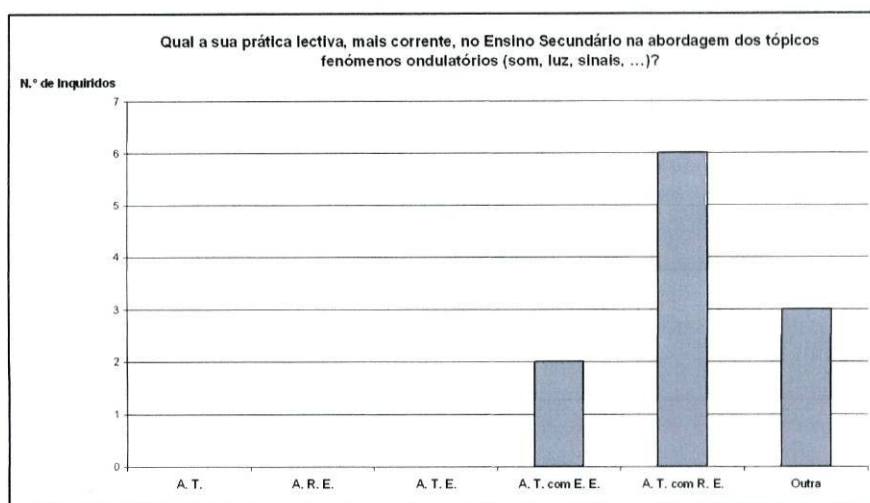


Gráfico 18 – Análise da prática lectiva corrente na abordagem dos fenómenos ondulatórios (A.T. - Aulas predominantemente teóricas; A.R.E. - Aulas predominantemente de resolução de exercícios; A.T.E. - Aulas predominantemente de trabalho experimental; A.T. com E.E. - Aulas teóricas com exemplificação experimental; A.T. com R.E. - Aulas teóricas com resolução de exercícios)

No gráfico 18 podemos ver que a maioria dos respondentes admite que a sua prática lectiva assenta em aulas teóricas com resolução de exercícios.

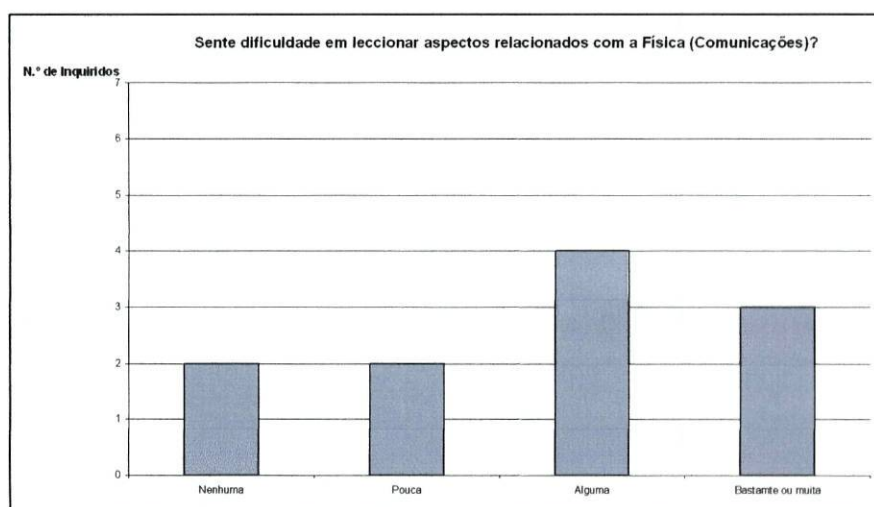


Gráfico 19 – Análise das dificuldades em leccionar aspectos relacionados com a Física

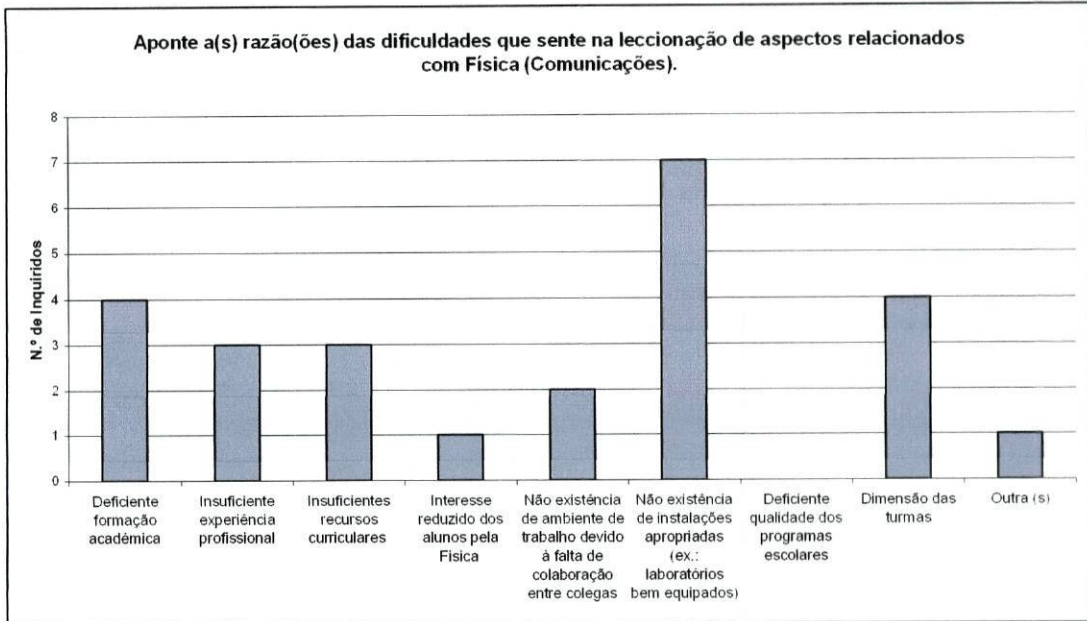


Gráfico 20 – Avaliação das dificuldades na leccionação de aspectos relacionados com a Física

Do exposto nos gráficos 19 e 20 podemos verificar que a maioria dos respondentes sente algumas ou mesmo muitas dificuldades em leccionar os aspectos relacionados com o tópico Física Ondulatória, apontando como razões para estas dificuldades, a inexistência de instalações com material apropriado e a sua deficiente formação académica no manuseamento do mesmo.

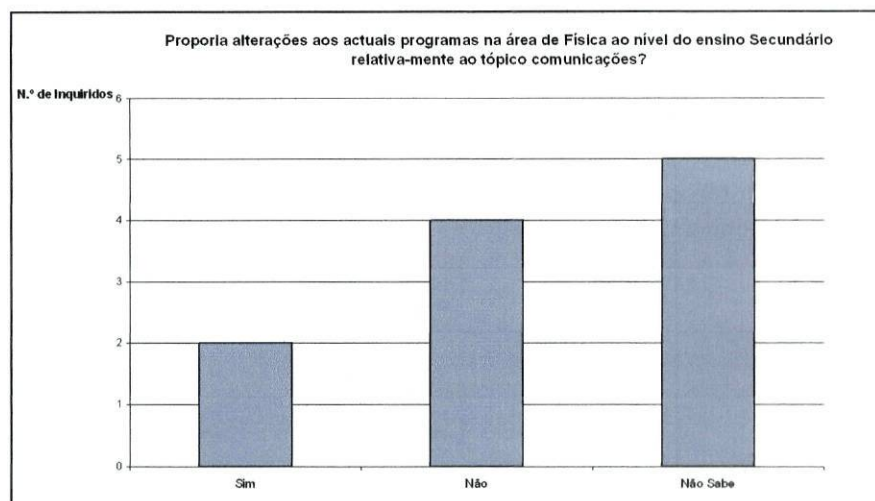


Gráfico 21 – Proposta de alterações ao programa de Física no tópico Comunicações no Ensino Secundário

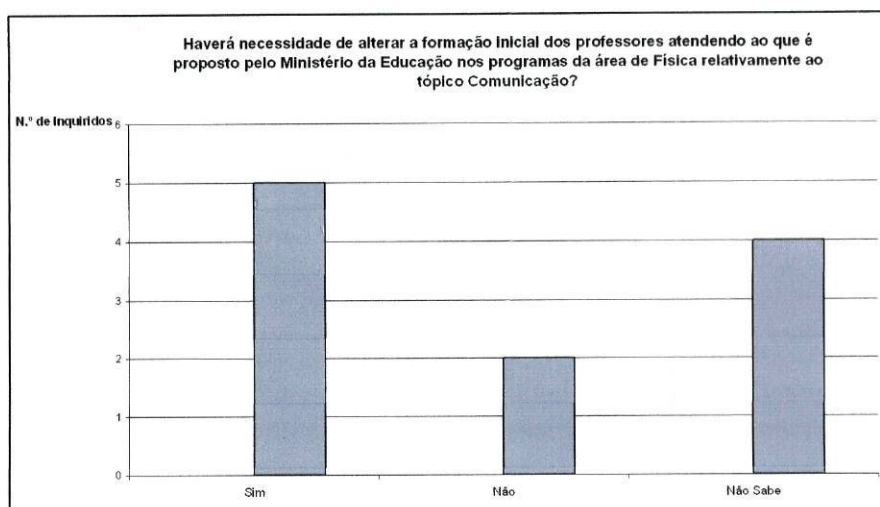


Gráfico 22 – Avaliação da necessidade de alterar a formação inicial dos professores na área da Física relativamente ao tópico Comunicações

Da análise dos gráficos 21 e 22 acima expostos podemos verificar que os respondentes não sabem na sua maioria, quais as alterações que propoariam aos actuais programas da área de Física ao nível do Ensino Secundário, afirmando que existe uma necessidade de alterar a formação inicial dos professores, atendendo ao que é proposto pelo Ministério da Educação para esses programas.

Capítulo VIII – Considerações gerais

8.1 – Conclusões

Nesta altura centraremos a nossa atenção numa perspectiva global sobre as respostas dadas ao questionário.

Apesar do universo de amostragem ser reduzido, as respostas obtidas na segunda parte do inquérito que incidiu na abordagem do actual sistema de ensino da Física no Ensino Básico e Secundário, com especial atenção ao tema Comunicações, bem como a importância deste tema no processo ensino-aprendizagem, permitiram-nos inferir que:

- O ensino da Física deve ser introduzido no ensino Básico, entendendo como importante o estudo do tópico fenómenos ondulatórios no Ensino Secundário, dividindo-se as opiniões quanto ao tipo de importância entre o razoável e o bastante. A maioria é de opinião que o estudo deste tópico deve ser iniciado no Ensino Básico.
- A maioria dividiu as suas opiniões entre o oitavo e o nono ano quanto ao ano de escolaridade em que é mais pertinente a introdução de conceitos de Física Ondulatória, justificando que só nesta altura é que os alunos exibem uma adequada interpretação destes conceitos.
- Para a maioria é razoavelmente fácil motivar os alunos para questões relacionadas com a aprendizagem da Física, não sendo o tópico Física Ondulatória excepção.
- É considerado pela maioria que os conteúdos de Física Ondulatória propostos pelo Ministério da Educação nos diversos anos de escolaridade são apenas razoavelmente adequados ao nível etário dos alunos.
- Os programas propostos, tal como estão formulados pelo Ministério da Educação relativos ao tópico Física (Comunicações), segundo os respondentes, permitem aos alunos enfrentar razoavelmente os problemas sociais, científicos e tecnológicos dos dias de hoje.
- A maioria acredita que os alunos no final do Ensino Básico saem pouco preparados para responder a questões sociais tão importantes como seja a Sustentabilidade da Terra.

- No que respeita à transposição dos programas curriculares do Ministério da Educação para a sala de aula e no que respeita ao tópico Física (comunicações), a maioria dos respondentes encontra-se dividida, entre o difícil e o fácil.

As respostas obtidas na terceira parte do inquérito que se refere aos indicadores ou propostas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem da Física (comunicações), permitiram-nos apurar que:

- A maioria dos respondentes admite que a sua prática lectiva assenta em aulas teóricas com resolução de exercícios.
- Algumas ou mesmo muitas dificuldades são sentidas pela maioria dos respondentes em leccionar os aspectos relacionados com o tópico Física Ondulatória, apontando como razões para estas dificuldades, a inexistência de instalações com material apropriado e a deficiente formação académica no manuseamento do mesmo.
- Os respondentes admitem na sua maioria não saber, quais as alterações que proporiam aos actuais programas da área de Física ao nível do Ensino Secundário, afirmando que existe uma necessidade de alterar a formação inicial dos professores, atendendo ao que é proposto pelo Ministério da Educação para esses programas.

Como se tratou de uma amostra pequena, a análise deste estudo centrou-se mais na vertente qualitativa. Para que o mesmo fosse significativo, teria de ser aplicado a várias escolas em diversos pontos do país, pois a realidade das escolas inquiridas dependem da comunidade onde se inserem. Contudo, este estudo poderá ser um indicador do que se passará na maioria das escolas portuguesas localizadas ou não em grandes centros urbanos.

À semelhança do que acontece noutros países europeus, existem actualmente muitas escolas com computadores, alguns deles muito requisitados pelos alunos. O interesse dos alunos pela utilização de recursos digitais nas aulas é nítido e contrasta com a vontade de alguns professores. É necessário compreender-se que a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação fará impreterivelmente parte do dia-a-dia de um professor actualizado e inovador.

Com a invasão do computador nas nossas vidas, é importante reflectir sobre o seu papel na área da educação e em particular a sua aplicação nas Ciências. O uso de recursos tecnológicos como o computador e a Internet, não só desperta nos alunos o

interesse em estudar, como os prepara para a integração numa sociedade altamente tecnológica.

Grings e Vieira (1998) enfatizam que os benefícios da utilização das novas tecnologias na educação se darão a partir de ambientes em que as interacções se constituam de forma cooperativa e construtiva. Entendendo assim a aprendizagem como um processo de exploração e descoberta e onde é dado ao aluno, nesse processo, o papel activo de construtor da sua própria aprendizagem.

Contudo, é preciso cuidado para que o computador não perca o seu papel de ferramenta de trabalho. A máquina deve permanecer com o *status* de meio e nunca tornar-se um fim.

É de referir que apesar do relevo dado à utilização das TIC neste trabalho, a vivência de outras situações diferenciadas na sala de aula é igualmente relevante (a actividade experimental, a discussão de ideias, a condução de investigação pelos alunos e o envolvimento em projectos interdisciplinares) conduzindo de uma forma mais completa, à compreensão do que é a Ciência em geral e do fascínio da Física, em particular.

Após uma análise cuidada do programa da disciplina de Física e Química A do 11º ano na componente de Física, com incidência na unidade 2 “Comunicações”, verificámos que existem vários conceitos que tentam seguir uma metodologia C/T/S/A (Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente), relegando para segundo plano as equações e leis da Física. Muitas vezes os alunos apresentam dificuldades em relacionar os diferentes conceitos, tendo os professores que estar atentos de forma a minimizar essas dificuldades. É de salientar também que a maioria dos alunos apresenta falta de pré – requisitos que poderiam tentar ser colmatados com a introdução de conceitos antes do início do capítulo, para que fossem lembrados. As actividades experimentais são muito direccionadas não deixando espaço para uma investigação multidisciplinar por parte dos alunos, nem para que estas se possam realizar em escolas menos equipadas, pois necessitam de equipamento bem específico e por vezes bastante dispendioso.

Segundo Martins, I. P. *et al* (2003), “...Defende-se que no ensino secundário se tomem como orientações para o ensino das Ciências, as perspectivas de literacia científica dos alunos, pedra basilar de uma cultura científica, já que este ciclo de estudos tem uma dupla função: a de um ciclo escolar para início da actividade profissional e a de uma via para prosseguimento de estudos”, levando-nos por esta razão a pensar que estas actividades deveriam ser mais abrangentes.

A carga horária da disciplina de Física e Química deveria ser aumentada, contemplando um bloco para as actividades experimentais, vindo estas a tomar-se mais proveitosas para alunos e professores. Apesar de se notar no programa uma forte ligação

com as aplicações práticas, constatou-se que o uso da linguagem matemática foi um pouco descurado.

Na actividade experimental que foi realizada com os alunos descrita neste trabalho no capítulo 3, detectou-se que a linguagem matemática utilizada para a sua concretização não é suficientemente adequada para a faixa etária dos mesmos.

As actividades experimentais propostas no programa para o capítulo Comunicações requerem por parte dos professores, uma determinada formação na utilização de certos equipamentos como o osciloscópio. Foi nesse sentido que se desenvolveu um protótipo neste trabalho, podendo o mesmo vir a contribuir no futuro, de forma positiva, para uma formação adequada e simplificada dos professores.

8.2 – Sugestões para o futuro

Após uma reflexão sobre todo este trabalho, pode-se concluir que se tratou de uma experiência muito produtiva.

O desafio da investigação desenvolvida não termina aqui o seu impacto, pois procuram-se novas perspectivas no seguimento do que foi feito. A intenção de submeter o protótipo multimédia produzido à análise de especialistas no ensino da Física e a sua aplicação com alunos e professores para concluir sobre as melhorias na aprendizagem da Física utilizando a multimédia, são dois projectos possíveis. O primeiro iria permitir desenvolver um protótipo multimédia ainda mais rico e completo. O segundo iria possibilitar a avaliação deste protótipo como modo de melhorar a aprendizagem dos alunos e professores na abordagem da Física utilizando as novas tecnologias.

O estudo desenvolvido levou o autor da dissertação a acreditar ainda mais nas potencialidades das novas tecnologias e, que estas aliadas ao ensino da Física e aos materiais que o complementam, podem resultar numa excelente motivação para o processo de ensino-aprendizagem dos alunos e formação de professores.

Termina-se esta dissertação sentindo que se cumpriu o seu objectivo.

Partiu-se do pressuposto sobre a verificação da situação actual da Física, mais concretamente o tema das Comunicações no 11º ano do ensino secundário de forma a melhorar o processo de ensino-aprendizagem desta área.

Muito se aprendeu com a realização deste trabalho, quer a nível de competências técnicas na área da multimédia no desenvolvimento do protótipo, quer no âmbito da Física. No campo pedagógico, salientámos a evolução enquanto docentes, estando actualmente mais atentos e preparados para os desafios futuros desta profissão.

O investigador sente que valeu a pena desenvolver este projecto e assume que o mesmo enriqueceu em muito a sua carreira profissional.

“ A escola ainda se encontra longe de ser uma escola adaptada à sociedade da informação. Mas também não é necessário levar esta ideia ao extremo de se idealizar que só o que é tecnológico e digital é que é bom... Muito boas estratégias pedagógicas clássicas devem permanecer e outras já em desuso devem ser recuperadas!”

(pensamento do autor)

Bibliografia

ADELL, J. (1997). *Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7.

BARROS, M. (1998). *Determinação de Velocidades de Propagação*. Departamento de Física. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

BARROS, M. (2003). *O Osciloscópio. Um Brinquedo Maravilhoso*. Departamento de Física. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

BECKMAN INDUSTRIAL. (1990), *Model 9102 20 Mhz Dual Trace Oscilloscope Operator's Manual*.

BLAUNSTEIN, N. (2000). *Radio Propagation in Cellular Networks*. Boston, Artech House.

CACHAPUZ, A. (1994). *O Ensino das Ciências para a Excelência da Aprendizagem*. Texto do capítulo da Monografia didáctica "Novas Metodologias em Educação". Porto Editora.

CARMO, H.; FERREIRA, M. (1998). *Metodologia da Investigação – Guia para Auto-aprendizagem*. Universidade Aberta.

CLARKE, R. H. (1968). *A Statistical Theory of Mobile-Radio Reception*. *Bell System Technical J.*.

COSTA, N., et al. (2000). *Science Teacher' Awareness of Findings from Education Research*. *Research in Science and Technological Education*.

COUTINHO, C. P. ; CHAVES, J. H. (2001). *Desafios à investigação em TIC na educação: as metodologias de desenvolvimento*. II Conferências Internacional Challenges 2001/Desafios 2001. *In Livro de Actas*.

CRESSON, E. (1999). *Inovar ou Dependere*. Lisboa: Temas e Debates – Actividades Editoriais.

FERREIRA, P. C. (2002). *Macromedia Director 8.5*. FCA – Editora de Informática.

GATES, B. (1995). *Rumo ao Futuro*. McGraw - Hill de Portugal. Lisboa.

GOUVEIA, R. (2000). *Se eu não fosse professora de Física... algumas reflexões sobre práticas lectivas*. Porto: Areal Editores.

GRAÇA, B. (2001). *Investigação em Didáctica das Ciências e o Desempenho Profissional de Professores de Física e Química*. Estudo de três Casos. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física e de Química (não publicada), Universidade de Aveiro.

GRINGS, S.; VIEIRA, R. (1998). *Desenvolvimento de ambiente virtual de aprendizagem interactiva para a capacitação de professores do ensino superior*. Projecto de Pesquisa em Informática na Educação. Brasil, 1998.

HALL, M. P. M.; Barclay, L. W. (1989). *Radiowave Propagation*. Peter Peregrinus, London, UK.

HANSEN, F.; FINN, I. (1977). Mobile Fading – Rayleigh and Log-normal Superimposed. *IEEE Transactions on Vehicular Tech.*

KRAUS, J. D. (1992). *Electromagnetics*. 4th. Ed.. New York, McGraw-Hill.

LÉVY, P. (1990). *As Tecnologias da Inteligência – O Futuro do Pensamento na Era Informática*. Lisboa, Instituto Piaget.

MARCOS, L. H. (2003). *Galáxia Digital e Pedagogia da Interactividade*. Instituto Multimédia [on-line]. [consult 20-08-2005] Disponível em:

http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie94/Dem2_31.html

MARTINS I. P.; SIMÕES M. O.; SIMÕES T. S.; LOPES J. M.; COSTAJ. A.; MAGALHÃES M. C. (2003). *La Química en la educación secundaria en Portugal: una perspectiva de cultura científica*. Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, n. 36.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO (2001). Programa de Física e Química A – 11º Ano. 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO (2001). Programa de Física e Química A – 10º Ano. 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO (2001). Programa de Física – 12º Ano. 2001.

MIRANDA, J. C. (2002). *Apontamentos de Multimédia*.

OCR, (2002). *Telecommunications*. Advanced Sciences. Cambridge University Press.

OGBORN, J. (2002). *Ownership and transformation: teachers using curriculum innovations*. Physics Education.

OLIVEIRA, V., J., M. (1995). *O Papel da Epistemologia na Formação de Professores de Ciências Reflexivas*, in: "La Formación del Profesorado de Ciências y Matemáticas en España y Portugal".

PAIVA, J. (2002). *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*. [On-line]. [consult 05-01-2006] Disponível em:

http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/estudos/utilizacao_tic_profes.pdf.

PAPERT, S. (1985). *LOGO, Computadores e Educação*. Brasil.

PEDROSA, M., A.; MATEUS, A. (2000). *Perspectivas Subjacentes ao "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências"*. In: Dourado L.; Freitas M. (Coord.), *Ensino experimental das Ciências Concepção e Concretização das acções de Formação 1*, Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.

RESNICK, Halliday, (1998). *Fundamentals of Physics*. Third Edition.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. (2003). *Simulações computacionais e ferramentas de modelização em Educação Química: uma revisão de literatura publicada*. Química Nova. São Paulo. Volume 26.

RIBEIRO, J. A. J. (2001). *Princípios de propagação das ondas eletromagnéticas*. Inatel. Santa Rita do Sapucaí.

SALTERS (2000). *Chemical Storylines*. Second Edition. Heinemann.

SAMPAIO, D. (1999). *A cinza do tempo*. Lisboa: Editorial Caminho.

SANTOS, E. (1999). *Investigação: Para que vos quero?* In: Trindade, V., Fazenda, I. E Linhares, C. (org.), *Os Lugares dos Sujeitos na Pesquisa Educacional*, Mato Grosso do Sul: Editora UFMS.

SENGE, P., Roberts, C. (1994). *The Fifth Discipline Fieldbook*. Currency Business.

SERWAY, R. A. (1996). *Physics For Scientists and Engineers with Modern Physics*. International Edition. Fourth Edition. Saunders College Publishing.

SUSUKI, Hirofumi (1977). A Statistical model for Urban Radio Propagation. *IEEE Transactions on Vehicular Tech.*

USCINSKI, B.J. (1977). *The Elements of Wave Propagation in Random Media*. New York. McGraw-Hill.

VAN DEN AKKEN, N. [et al] (1999). (EDS) *Design Methodology and developmental research in education and training*. Netherlands: Kluwer Academic.

Legislação Consultada

Lei de Bases do Sistema Educativo.

Alguns sites consultados

<http://www.macromedia.com/devnet/mx/director> [consult 20-03-2006]

<http://www.adobe.com/> [consult 01-12-2005]

Anexo 1

Questionário

Questionário n.º: _____

QUESTIONÁRIO A PROFESSORES DO ENSINO SECUNDÁRIO

Como professor de Ciências Físico-Químicas dos Ensinos Básicos e Secundário, mantenho preocupações relativas à abordagem feita à Física (comunicações). Este questionário insere-se num trabalho de investigação, a ser desenvolvido na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e tem como finalidade a recolha de elementos que permitam verificar a situação actual da Física (comunicações) no ensino Secundário por forma a melhorar o processo ensino-aprendizagem deste tópico da Física.

Pelas razões anteriores, solicito a sua colaboração respondendo ao questionário que se segue.

O seu contributo é muito importante! Responda com toda a honestidade, sendo as repostas anónimas.

Antes de começar a responder, aprecie a estrutura geral do questionário, lendo-o atentamente, com vista a organizar de modo mais adequado as suas respostas.

Para responder ao questionário tenha sempre em atenção as instruções fornecidas.

Agradeço antecipadamente a sua colaboração!

Luís Santos

Parte I – Caracterização do respondente.

Assinale com uma cruz "x" a situação que lhe corresponde ou responda no espaço disponível.

1. Idade

- | | |
|------------------|----------------------------|
| Menos de 25 anos | 1 <input type="checkbox"/> |
| De 25 a 30 anos | 2 <input type="checkbox"/> |
| De 31 a 40 anos | 3 <input type="checkbox"/> |
| De 41 a 50 anos | 4 <input type="checkbox"/> |
| Mais de 50 anos | 5 <input type="checkbox"/> |

- 2. Sexo** 1 **F** 2 **M**

3. Categoria profissional

- | | |
|---|----------------------------|
| Professor do Quadro de Nomeação Definitiva | 1 <input type="checkbox"/> |
| Professor de Quadro de Nomeação Provisória | 2 <input type="checkbox"/> |
| Professor de Quadro de Zona Pedagógica | 3 <input type="checkbox"/> |
| Não profissionalizado com Habilitação Própria | 4 <input type="checkbox"/> |
| Contratado(a) | 5 <input type="checkbox"/> |
| Estagiário(a) | 6 <input type="checkbox"/> |
| Outra | 7 <input type="checkbox"/> |
| Qual? _____ | |

4. Habilitações Académicas

Designação do curso e Estabelecimento: _____

- 1 Bacharelato em _____
- 2 Licenciatura em _____
- 3 Mestrado em _____
- 4 Outra habilitação não equiparada às anteriores
Qual? _____

5. Profissionalização

- Estágio Clássico (2 anos) 1
- Estágio Clássico (1 ano) 2
- Estágio Integrado na Licenciatura 3
- Profissionalização em serviço 4
- Sem profissionalização 5

6. Grupo disciplinar a que pertence

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 4.ºA | 4.ºB | 11.ºB |
| 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> |

7. Experiência profissional (em 31/08/2004).

1 – Número de anos de serviço docente até ao final da profissionalização: _____

2 – Número de anos de serviço após a profissionalização: _____

8. Localidade da escola onde lecciona: _____

Parte II – Situação actual da Física (Comunicações) nos Ensinos Básico e Secundário e a sua importância no processo ensino – aprendizagem.

Assinale com uma cruz "X" a situação que lhe corresponde ou responda no espaço disponível. Nas questões que exigem desenvolvimento da resposta se não for suficiente o espaço atribuído, identifique-a e responda no verso da folha.

1. O ensino da Física deveria ser introduzido no Ensino Secundário ou no Ensino Básico?

E.S. E.B.

2. Considera importante o estudo do tópico Física ondulatória (som, luz, sinais, ...)

Nada ou muito pouco Pouco Razoavelmente Bastante ou muito
 1 2 3 4

3. Considera importante o estudo do tópico fenómenos ondulatórios (som, luz, sinais, ...) no Ensino Básico?

Sim Não

4. Considera importante o estudo do tópico fenómenos ondulatórios (som, luz, sinais, ...) no Ensino Secundário?

Sim Não

5. Em que ano de escolaridade considera ser pertinente a introdução de conceitos de Física Ondulatória no processo ensino – aprendizagem dos alunos?

7º Ano 8º Ano 9º Ano 10º Ano 11º Ano 12º Ano
 1 2 3 4 5 6

6. Caso considere importante justificar as respostas 3, 4 e/ou 5 faça-o em seguida.

7. É fácil motivar os alunos para as questões associadas à aprendizagem da Física?

Nada ou muito pouco	Pouco	Razoavelmente	Bastante ou muito
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

8. É fácil motivar os alunos nas questões associadas à aprendizagem da Física Ondulatória?

Nada ou muito pouco	Pouco	Razoavelmente	Bastante ou muito
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

9. Caso considere importante justificar as respostas 7 e/ou 8 faça-o em seguida.

10. Acha que os conteúdos de Física Ondulatória propostas pelo Ministério da Educação nos diversos anos de escolaridade são adequados ao nível etário dos alunos?

Nada ou muito pouco	Pouco	Razoavelmente	Bastante ou muito	Não Sabe
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

11. Os programas propostos, tal como estão formulados pelo Ministério da Educação, relativos ao tópico Física (Comunicações), permitem aos alunos enfrentar os problemas sociais, científicos e tecnológicos dos dias de hoje?

Nada ou muito pouco	Pouco	Razoavelmente	Bastante ou muito	Não Sabe
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

12. Caso considere importante justificar a resposta 11 faça-o em seguida.

13. Será que no final do Ensino Básico o aluno está preparado para responder a questões sociais tão importantes como seja a Sustentabilidade da Terra?

Nada ou muito pouco	Pouco	Razoavelmente	Bastante ou muito	Não Sabe
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

14. Caso considere importante justificar a resposta 13, faça-o em seguida.

15. Como considera a transposição dos programas curriculares do Ministério da Educação para a sala de aula no que respeita ao tópico Física (Comunicações).

Muito difícil	Difícil	Fácil	Muito fácil
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

16. Qual a sua prática lectiva, mais corrente, no Ensino Secundário na abordagem dos tópicos fenómenos ondulatórios (som, luz, sinais, ...)?

Aulas predominantemente teóricas	1 <input type="checkbox"/>
Aulas predominantemente de resolução de exercícios	2 <input type="checkbox"/>
Aulas predominantemente de trabalho experimental	3 <input type="checkbox"/>
Aulas teóricas com exemplificação experimental	4 <input type="checkbox"/>
Aulas teóricas com resolução de exercícios	5 <input type="checkbox"/>
Outra	6 <input type="checkbox"/>
Qual? _____	

17. Quais os conteúdos que na abordagem dos tópicos fenómenos ondulatórios (som, luz, sinais, ...) costuma ilustrar/demonstrar com a realização de actividades experimentais.

18. No tópicos Física (Comunicações), que actividades experimentais não realizou devido a impedimentos de diversa ordem (ex.: devido a condições logísticas, como o facto da escola não possuir todo o material necessário)?

19. Sente dificuldade em leccionar aspectos relacionados com a Física (Comunicações)?

Nenhuma	Pouca	Alguma	Bastante ou muita
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

20. Aponte a (s) razão (ões) das dificuldades que sente na leccionação de aspectos relacionados com Física (Comunicações).

Deficiente formação académica	1 <input type="checkbox"/>
Insuficiente experiência profissional	2 <input type="checkbox"/>
Insuficientes recursos curriculares (livros/publicações periódicas/equipamento...)	3 <input type="checkbox"/>
Interesse reduzido dos alunos pela Física (Comunicações)	4 <input type="checkbox"/>
Não existência de ambiente de trabalho devido à falta de colaboração entre colegas	5 <input type="checkbox"/>
Não existência de instalações apropriadas (ex.: laboratórios bem equipados)	6 <input type="checkbox"/>
Deficiente qualidade dos programas escolares	7 <input type="checkbox"/>
Dimensão das turmas	8 <input type="checkbox"/>
Outra (s)	9 <input type="checkbox"/>
Qual? _____	

Parte III – Para melhorar o processo ensino – aprendizagem da Física (Comunicações).

Assinale com uma cruz “X” a situação que lhe corresponde ou responda no espaço disponível. Nas questões que exigem desenvolvimento da resposta se não for suficiente o espaço atribuído, identifique-a e responda no verso da folha.

1. Proporia alterações aos actuais programas na área de Física ao nível do ensino Secundário relativamente ao tópico comunicações?

Sim	Não	Não sabe
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

2. Caso considere importante justificar a resposta 1, faça-o em seguida.

3. Haverá necessidade de alterar a formação inicial dos professores atendendo ao que é proposto pelo Ministério da Educação nos programas da área de Física relativamente ao tópico Comunicação?

Sim	Não	Não sabe
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

4. Caso considere importante justificar a resposta 3, faça-o em seguida.

5. Que sugestões tem a apresentar para melhorar o processo ensino – aprendizagem da Física (Comunicações) ao longo do ensino Básico e/ou Secundário?

6. Caso considere relevante, faça um comentário global sobre a pertinência das questões colocadas neste questionário.

Muito obrigado pela sua colaboração

(Luís Santos)