



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências

Da Química à Toxicologia Uma abordagem no Ensino Secundário

Ângela Paula Duarte Baptista Fernandes

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em
**Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no
Ensino Secundário**
(3º ciclo de estudos)

Orientadora: Professora Doutora Maria Isabel Guerreiro da Costa Ismael

Covilhã, Outubro de 2012

Dedicatória

À minha mãe, pelo exemplo de vida, força, coragem, caráter, dignidade e sabedoria.
Obrigada por todo o apoio que me deu e pela pessoa maravilhosa que é.

Agradecimentos

A Vida é sobretudo um tempo e um espaço de enorme partilha. O Estágio Pedagógico tratou-se de uma viagem, um caminho percorrido onde foram inúmeras as oportunidades de partilha de conhecimento, de entreajuda, de incentivo e de superação. Muitas pessoas contribuíram e influenciaram de forma direta e indireta a realização deste relatório de estágio pedagógico. Deixo desde já, a minha sincera gratidão, reconhecendo que todo o apoio dado e/ou transmitido foi fundamental e extremamente valioso. Um agradecimento especial:

À Direção do Conselho Executivo da Escola Secundária Quinta das Palmeiras por ter aberto as portas da sua escola à prática do estágio pedagógico, por todo o apoio prestado na execução das diversas atividades realizadas ao longo deste ano letivo e a toda a comunidade escolar pela disponibilidade constante.

À professora orientadora pedagógica Sandra Ventura da Costa por possibilitar a realização deste estágio pedagógico nas suas turmas, pela sua disponibilidade, ajuda, orientação e conhecimentos transmitidos desde o primeiro instante.

Aos orientadores científicos Professora Doutora Isabel Ismael e Professor Doutor Paulo Parada, pela partilha do saber e as valiosas contribuições que permitiram melhorar as práticas pedagógicas de ensino. Muito obrigado pelos conhecimentos transmitidos, sugestões, empenho e disponibilidade sempre demonstrada.

A todos os alunos da turma D do 9º ano de escolaridade e da turma A do 10º ano de escolaridade, pela compreensão e respeito sempre demonstrados. Às crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico por permitirem e participarem na execução de atividades de ciências realizadas todas as semanas nas instalações do Atelier de Tempos Livres da escola. Aos alunos que frequentavam o Clube de Ciências por possibilitarem o desenvolvimento de diversas atividades experimentais de Física e Química.

Aos alunos da turma A do 10º Ano de escolaridade, Luís Lindeza e Rodrigo Lindeza, por colaborarem no projeto das Ervas Aromáticas e pela participação no 20º Concurso para Jovens Cientistas e Investigadores 2012.

Às minhas colegas de estágio pela partilha e participação numa fase fundamental de crescimento e desenvolvimento profissional, em especial à Vera pela ajuda incondicional, pela partilha de anseios, pela força (pessoal e profissional) e apoio constante.

Resumo

O presente relatório, elaborado no âmbito do Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, pretende descrever e analisar, numa perspetiva reflexiva, algumas das atividades desenvolvidas durante o Estágio Pedagógico realizado, no ano letivo de 2011/2012, na Escola Secundária Quinta das Palmeiras.

Nos dias que decorrem, todos os alunos têm direito a uma participação ativa na construção do seu processo de aprendizagem. A educação ambiental está associada à construção de um pensamento crítico com o objetivo de formar cidadãos ambientalmente cultos, preocupados e intervenientes com a realidade ambiental. Sendo o ambiente um dos principais determinantes da saúde e do bem-estar humano, a Toxicologia Ambiental considera as substâncias perigosas em qualquer meio, seja na água, no ar ou no solo, que podem produzir efeitos nocivos.

Com o objetivo de consciencializar e alertar os alunos para certos problemas ambientais e incutir nos alunos, através da interdisciplinaridade, a ideia de interligação e abrangência entre áreas científicas aparentemente isoladas, surgiu o Projeto "“Ervas Aromáticas: aromatizam ou tornam tóxicas as refeições?”. Tratou-se de um resultado da aprovação de uma candidatura efetuada pela Escola Secundária Quinta das Palmeiras, que envolveu dois alunos da turma A do 10.º Ano de escolaridade, ao 20º Concurso para Jovens Cientistas e Investigadores 2012, da 6ª Mostra Nacional de Ciência.

Neste relatório de estágio, apresento a aula investigacional na área da Química centrada na unidade temática da disciplina de Física e Química A do 10º Ano pertence à unidade 2, Na Atmosfera da Terra: Radiação, Matéria e Estrutura. Os documentos que elaborei para esta aula consistem no plano de aula, na apresentação em *PowerPoint*, ficha de trabalho com a respetiva resolução e um guião de exploração de uma animação. Do mesmo modo, exponho o procedimento experimental que foi realizado pelos alunos na apresentação do projeto de investigação educacional.

Palavras-chave

Educação Ambiental, Química, Ensino Secundário, Toxicidade, *Daphnia magna*, *Rosmarinus officinalis* L, *Laurus nobilis* L, *Petroselinum crispum*, *Thymus pulegioides* L.

Abstract

This report, prepared under the Master in Teaching Physics and Chemistry in the 3rd Cycle of Basic Education and Secondary Education, aims to describe and analyze a prospective reflective, some of the activities undertaken during the Teacher Training conducted in 2011/2012 school year Secondary School Quinta das Palmeiras.

In the days that result, all students have the right to participate actively in shaping their own learning process. Environmental education is associated with the construction of critical thinking in order to make environmentally educated citizens, stakeholders and concerned with the environmental. Being one of the main environmental determinants of health and human welfare, the Environmental Toxicology considers hazardous substances in any medium, whether water, air or soil, which can cause harm.

Aiming to raise awareness and alert students to certain environmental problems and instill in students through interdisciplinary, the idea and scope of interconnection between science apparently isolated, emerged the project "" Herbs: aromatizing or become toxic meals? ". This was a result of the approval of an application made by the School Quinta das Palmeiras, which involved two students in 10 scholar grade, the 20^o Concurso para Jovens Cientistas e Investigadores 2012, da 6^a Mostra Nacional de Ciência.

In this internship report, I present the class investigational in chemistry thematic unit focused on the discipline of Physical Chemistry A 10th Year belongs to Unit 2, In Earth's Atmosphere: Radiation, Matter and Structure. The documents I have written for this class consist of the lesson plan, PowerPoint presentation, worksheet with the respective resolution and operating a script for an animation. Similarly, expose the experimental procedure that was performed by the students in the presentation of educational research project.

Keywords

Environmental Education, Chemistry, Secondary Education, toxicity, *Daphnia magna*, *Rosmarinus officinalis* L, *Laurus nobilis* L, *Petroselinum crispum*, *Thymus pulegioides* L.

Índice

Capítulo 1 - Enquadramento Geral	1
1.1. Introdução	1
1.2. Caracterização da Escola	2
1.3. Caracterização das Turmas.....	6
1.3.1. Turma do Ensino Básico	6
1.3.2. Turma do Ensino Secundário	7
1.4. Calendarização das Regências	7
1.5. Planificação da Regência no Ensino Básico na Área da Física	9
Capítulo 2 - Da Educação Ambiental à Poluição Atmosférica	16
2.1. Introdução	16
2.2. Enquadramento Internacional	17
2.3. A Educação Ambiental em Portugal.....	21
2.4. A Educação Ambiental no Sistema Educativo	22
2.4.1. Poluição Atmosférica	24
2.4.1.1. Poluentes Atmosféricos	25
2.4.1.2. Efeitos da Poluição Atmosférica na Saúde Humana	27
2.4.1.3. Avaliação da Poluição Atmosférica.....	30
Capítulo 3 - Revisão Bibliográfica	32
3.1. Introdução	32
3.2. A História da Toxicologia	32
3.3. Áreas da Toxicologia.....	35
3.3.1. Toxicologia Ambiental.....	36
3.4. Classificação de Agentes Tóxicos.....	37
3.5. Fatores que Influenciam a Toxicidade	38
3.6. Testes de Toxicidade	41
3.6.1. Testes de Toxicidade Aguda	41
3.6.2. Testes de Toxicidade Crónica.....	42
3.7. Relação Dose - Resposta	42
3.8. Metais no Organismo	44
3.8.1. Elementos essenciais	45
3.8.2. Toxicidade dos Metais	47
3.8.3. Metais Pesados.....	49
3.8.3.1. Cádmio	49
3.8.3.2. Mercúrio.....	51
3.8.3.3. Chumbo	53
3.9. Objetivo	55
Capítulo 4 - Aula Investigacional na Química	57
4.1. Introdução.....	57
4.2. Plano de Aula Investigacional.....	57
4.2.1. Recursos Educativos na Aula Investigacional	62
4.2.1.1. Apresentação em <i>PowerPoint</i>	62
4.2.1.2. Animações Computacionais.....	68
4.2.1.2.1. Animações Computacionais Alternativas	69
4.2.1.3. Guião de Exploração da Animação	71
4.2.1.4. Ficha de Trabalho	77
4.2.1.5. Resolução da Ficha de Trabalho	81
Capítulo 5 - Projeto de Investigação Educacional.....	87
5.1. Contextualização.....	87
5.2. Introdução.....	88
5.3. Objetivo	90
5.4. Características das Amostras.....	90
5.4.1. Alecrim.....	90
5.4.2. Louro	91
5.4.3. Salsa	92
5.4.4. Serpão.....	92
5.5. Organismo - Teste.....	93
5.6. Material e Métodos.....	95

5.6.1. Obtenção e Preparação das Amostras	95
5.6.2. Procedimento Experimental.....	95
5.7. Resultados.....	97
5.8. Discussão	100
5.9. Conclusão.....	101
5.10. Sugestões Futuras	101
Capítulo 6 - Conclusão	102
Bibliografia.....	104
Anexos	115

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Escola Secundária Quinta das Palmeiras.

Figura 1.2 - Laboratório de Física e Química.

Figura 1.3 - Centro Tecnológico em Educação.

Figura 2.1 - Livro Primavera Silenciosa.

Figura 2.2 - Nosso Futuro Comum.

Figura 2.3 - O aumento da população mundial, da população urbana e do número de veículos.

Figura 2.4 - Poluentes primários e secundários.

Figura 3.1 - Traite des poisons.

Figura 3.2 - Objetos de estudo de algumas áreas compreendidas pela Toxicologia Ambiental.

Figura 3.3 - Fatores que influenciam a toxicidade.

Figura 3.4 - Principais locais de exposição, metabolismo, armazenamento e vias de distribuição e eliminação de substâncias tóxicas no organismo.

Figura 3.5 - Curva dose-resposta

Figura 3.6 - Elementos de metais, semi-metais e não- metais organizados na Tabela Periódica.

Figura 3.7 - Principais grupos de ligação de íões metálicos nos tecidos biológicos.

Figura 3.8 - Esquema que traduz o aumento da concentração de mercúrio ao longo da cadeia alimentar.

Figura 4.1 - Animação da composição da atmosfera.

Figura 5.1 - Inter-relação dos contaminantes presentes nos diversos compartimentos do meio ambiente.

Figura 5.2 - *Rosmarinus officinalis* L.

Figura 5.3 - *Laurus nobilis* L.

Figura 5.4 - *Petroselinum crispum*.

Figura 5.5 - *Thymus puegioides* L.

Figura 5.6 - *Daphnia magna*.

Figura 5.7 - Medição de massas diferentes das especiarias.

Figura 5.8 - Aquecimento do solvente.

Figura 5.9 - Infusões do Louro.

Figura 5.10 - Medição do pH das infusões e do meio das dáfnias.

Figura 5.11 - Cultura de dáfnias.

Figura 5.12 - Observação ao microscópio.

Figura 5.13 - Cozimento do louro comercializado.

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Número de turmas e alunos por anos de escolaridade.

Tabela 1.2 - Ofertas Educativas.

Tabela 2.1 - Principais poluentes atmosféricos e respectivas fontes.

Tabela 2.2 - Efeitos na saúde de alguns poluentes englobados no índice de qualidade do ar.

Tabela 2.3 - Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes segundo EPA.

Tabela 3.1 - Graus de toxicidade.

Tabela 3.2 - Elementos metálicos essenciais à vida humana.

Lista de Gráficos

Gráfico 5.1 - Variação do Batimento Cardíaco por minuto em função das infusões das Ervas Aromáticas a diferentes concentrações (g/L).

Gráfico 5.2 - Variação do Batimento Cardíaco por minuto em função da infusão do Louro Natural e a do Louro Comercializado a diferentes concentrações (g/L).

Gráfico 5.3 - Variação do Batimento Cardíaco por minuto em função da Infusão e Cozimento do Louro Natural a diferentes concentrações (g/L).

Lista de Acrónimos

APHEA	Air Pollution and Health: a European Approach
ASPEA	Associação Portuguesa de Educação Ambiental
BPM	Ritmo cardíaco por minuto
CE ₅₀	Concentração efetiva
CENO	Concentração de efeito não observado
CEO	Concentração de efeito observado
CFC	Clorofluorcarbonetos
CL ₅₀	Concentração letal
CNA	Comissão Nacional do Ambiente
CTE	Centro Tecnológico em Educação
DL ₅₀	Dose letal
DRA	Direções Regionais do Ambiente
EA	Educação Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
FAPAS	Fundo de Proteção dos Animais Selvagens
GEOTA	Grupo de Estado de Ordenamento do Território e Ambiente
INAMB	Instituto Nacional do Ambiente
IPAMP	Instituto Português do Ambiente
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada
MeHg	Metilmercúrio
NMMAPS	National Mortality, Morbidity and Air Pollution Studies
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAN	Nitrato de peroxiacetila
PIEA	Programa Internacional de Educação Ambiental
PNUA	Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente
ppb	Partes por bilião
ppm	Partes por milhão
QUERCUS	Associação Nacional de Conservação da Natureza
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
WEEC	World Environmental Education Congress
Z	Número atómico

Capítulo 1 - Enquadramento Geral

1.1.Introdução

O presente relatório de estágio está inserido no âmbito da unidade curricular de Estágio Pedagógico do Ciclo de Estudos conducente ao grau de Mestre em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade da Beira Interior, que decorreu na Escola Secundária Quinta das Palmeiras de setembro de 2011 a junho de 2012.

No final das aulas que pautaram o término do primeiro ano de mestrado, na Universidade da Beira Interior, ficou definido o grupo de estágio e a respetiva escola cooperante. No dia um de setembro de 2011, o grupo de estágio encontrou-se na Escola Secundária Quinta das Palmeiras para conhecer a orientadora pedagógica e as respetivas instalações escolares. Antevia-se à partida um ano cheio de experiências novas e interessantes, que iriam refletir o culminar de anos de preparação científica e pedagógica a postar em prática todos os conhecimentos prévios como “ser professora”.

Em termos de estrutura, o Relatório de Estágio é constituído por seis capítulos. Neste primeiro capítulo apresenta-se uma breve caracterização da escola cooperante, das turmas onde decorreram as práticas de ensino supervisionado, apresentam-se os desenvolvimentos das aulas lecionadas.

O capítulo II, intitulado da Educação Ambiental à Poluição Atmosférica, aborda o enquadramento internacional e nacional da Educação Ambiental tal como no sistema educativo, convergindo o tema para a poluição atmosférica.

O próximo capítulo (III) consiste numa revisão bibliográfica sobre a toxicologia, abordando-se a história, as áreas distintas, testes de toxicidade, entre outros conceitos. No fim expõe-se o objetivo orientador do estudo.

No capítulo IV, propõe-se uma aula investigacional na área da Química, mencionando os respetivos recursos.

O capítulo V, Projeto de Investigação Educacional, aporta um trabalho desenvolvido ao longo do ano, sugerindo-se atividades práticas que podem ser implementadas nas escolas, quer no ensino básico, quer no ensino secundário.

O último capítulo, VI, diz respeito à conclusão e seguidamente apresentam-se as referências bibliográficas utilizadas e os anexos considerados mais relevantes para a leitura e apreciação do presente relatório.

1.2. Caracterização da Escola

Segundo o Decreto-Lei 75/2008 de 22 de abril de 2008, *“As escolas são estabelecimentos aos quais está confiada uma missão de serviço público, que consiste em dotar todos e cada um dos cidadãos das competências e conhecimentos que lhes permitam explorar plenamente as suas capacidades, integrar-se ativamente na sociedade e dar um contributo para a vida económica, social e cultural do País.”*

A Escola Secundária Quinta das Palmeiras (figura 1.1), criada pelo despacho n.º 1783/2005, publicado no diário da República, 2.ª série, n.º 18 de 26 de janeiro de 2005, está situada na rua de Timor, na cidade da Covilhã, na vertente Sul da Serra da Estrela sobre a planície da Cova da Beira. Insere-se numa área residencial de expansão urbana que confina com o Centro Comercial Serra Shopping e acesso da cidade ao Eixo Teixoso/Covilhã/Tortosendo (TCT).



Figura 1.1- Escola Secundária Quinta das Palmeiras.

Foi numa primeira fase designada por Escola Secundária n.º 3 da Covilhã, criada pela portaria 791/86 de 31 de dezembro de 1986 e numa segunda fase por Escola Básica do 3.º Ciclo Quinta das Palmeiras, de acordo com o despacho n.º 120006/99, de 23 de junho de 1999. Entrou em funcionamento no ano letivo de 1987/88, numa fase que corresponde ao alargamento da escolaridade, à massificação do ensino e à conseqüente necessidade de aumentar as estruturas educativas.

Na altura a população escolar era constituída por cerca de 300 alunos, oriundos de zonas limítrofes ou regiões fora da cidade, com baixo nível socioeconómico e cultural, alguns com

Necessidades Educativas Especiais. A pensar nestes alunos, a escola assumiu um papel de paradigma humano, procurando promover-se como espaço educativo e cultural facilitador do sucesso escolar de todos os alunos.

No ano letivo 2003/2004 iniciou a lecionação do Ensino Secundário e em 2006, foi sujeita à Avaliação Externa, onde obteve a classificação de Muito Bom em todos os níveis de desempenho escolar alcançados em cinco domínios chave: resultados (académicos, sociais e de reconhecimento da comunidade), prestação do serviço educativo (planeamento e articulação; práticas de ensino e monitorização; avaliação do ensino e das aprendizagens), organização e gestão escolar, liderança, capacidade de autoavaliação e de progresso da escola. Ao abrigo do Decreto-lei n.º115-A/99, de 4 de maio e demais legislação aplicável, o Ministério da Educação, através da Direção Regional de Educação do Centro, e a Escola Quinta das Palmeiras celebraram e acordaram entre si um Contrato de Autonomia, que aposta na qualidade, utilização e acessibilidade dos recursos para promover a motivação e empenho de todos incentivando a abertura à inovação, desenvolvimento de parcerias, protocolos e projetos com parceiros exteriores à escola, quer no âmbito nacional, quer internacional.

Os resultados da Avaliação Externa realizados no presente ano letivo foram semelhantes aos obtidos em 2006, Muito Bom em todos os domínios.

Hoje, passados vinte e cinco anos da abertura da escola, a população escolar aumentou para 793 alunos. Na tabela 1.1 encontra-se o número de turmas e o número de alunos por ano de escolaridade.

Tabela 1.1- Número de turmas e alunos por anos de escolaridade.

	Anos de Escolaridade						Total
	7º	8º	9º	10º	11º	12º	
Turmas	4	5	5	6	6	5	32
Alunos	109	123	144	146	136	135	793

As ofertas educativas da Escola Secundária Quinta das Palmeiras para o ano letivo 2011/2012, encontram-se expressas na tabela 1.2.

Tabela 1.2 - Ofertas Educativas.

Ofertas Educativas	3.º Ciclo do Ensino	Ensino Secundário	Curso Novas Oportunidades
Disciplinas de Oferta de Escola: Dança; Arte e Design; Artes e Ofícios; Expressão Dramática	7º, 8º, 9º Anos		
Equivalência ao 9º Ano de escolaridade Operador de Fotografia - Tipo 3/Nível 2			CEF
Curso de Educação e Formação de Adultos - Secundário, Tipo C			EFA
Curso de Ciências e Tecnologias		10º, 11º, 12º Anos	
Curso de Línguas e Humanidades		10º, 11º, 12º Anos	
Curso Profissional Técnico de Multimédia		10º, 11º, 12º Anos	
Curso Técnico de Comunicação - Marketing, Relações Públicas e Publicidade		10º Ano	

Em termos de recursos humanos, a escola tem um corpo docente bastante estável, 65 docentes do quadro de nomeação definitiva, 2 destacados no exterior, 17 destacados, 14 contratados e 9 estagiários. Relativamente ao pessoal não docente, que complementa as valências educativas, integra um psicólogo, docentes de apoio, sete administrativos, 23 auxiliares de ação educativa, um auxiliar de manutenção, seis cozinheiros/auxiliares, dois guardas noturnos e uma equipa de saúde (médico e enfermeiro).

Ao longo da sua existência, a escola foi criando uma identidade própria. Atualmente tem boas instalações em bom estado de conservação. Das atuais instalações fazem parte biblioteca, ludoteca, videoteca, exploratório, laboratórios de física e química (figura 1.2), biologia, fotografia, vídeo, som/rádio, línguas e matemática, pavilhões desportivos, refeitório, bar, auditório, salas de informática, de diretores de turma, de associação de estudantes, de associação de pais, de convívio de alunos e de pessoal não docente.



Figura 1.2- Laboratório de Física e Química.

Recentemente criou o Centro Tecnológico em Educação (CTE) (figura 1.3) que visa a aplicabilidade das novas tecnologias aplicadas ao ensino/aprendizagem, para que os docentes possam proporcionar aos seus alunos uma educação baseada em conteúdos atrativos e de qualidade e promovendo a participação e dinamismo de toda a comunidade escolar.



Figura 1.3 - Centro Tecnológico em Educação.

A escola contém estruturas pedagógicas de apoio e variados projetos, sendo estes: biblioteca escolar, Laboratório de Ideias, Laboratório de Línguas, Jornal da Escola "Palmeiras Impress", Ludoteca, Sala de estudo ao ar livre, Grupos de Teatro (Básico e Secundário), Oficina de Escrita Criativa, Oficina de Língua Gestual Portuguesa, Museu, Horta Pedagógica, Saúde Escolar, Página da Escola na Internet, Grupo de Dança "As Palmeirinhas", Banda da Escola, Centro de Formação de Pentatlo Moderno (Tiro/Hipismo/Esgrima/Corrida/Natação), Desporto Escolar, Rádio "Palmeiras", Programas semanais na Rádio Cova da Beira, Canal TV Palmeiras, Ensino Pré-Universitário (E.P.U), Ensino Pré-Secundário (E.P.S), Horário Cultural, Projetos no âmbito do Ciência Viva, Projeto Pense Indústria, Projeto Educacional Descobrimto Portugal-Brasil, Projeto Intercâmbio "Serra e Mar", Projeto Educar, Projeto de Extensão Universitária/Investigação - Universidade da Beira Interior (UBI) e Projeto Empreendedorismo - UBI.

1.3. Caracterização das Turmas

No início do ano letivo foram atribuídas três turmas, A e D de 9º ano e a turma A de 10º ano de escolaridade, à orientadora pedagógica responsável pela supervisão do grupo de estágio. Uma vez que existiam duas turmas de 9.º ano de escolaridade, a aluna/professora estagiária assistia e lecionava as suas regências na turma D de 9º ano e na turma A de 10º ano de escolaridade.

Conhecendo a amostra, foi realizado um estudo completo da vida dos alunos, tendo sido feita uma análise sociocultural do aluno (nível etário e sexo), do agregado familiar (profissão dos progenitores e sua situação conjugal, identificação do(s) encarregado(s) de educação e constituição do agregado familiar), da vida escolar do aluno (aproveitamento académico, apoio social, modo de deslocação casa-escola e vice-versa, distância da área de residência e tempo despendido na viagem, disciplinas preferidas e com mais dificuldades), da saúde do aluno (existência de cuidados especiais) e da sua personalidade e interesses (profissão de futuro).

1.3.1. Turma do Ensino Básico

A turma do 9º D era constituída por 28 alunos, sendo 14 do sexo feminino e 14 do sexo masculino. A turma não tinha alunos com Necessidades Educativas Especiais, por este motivo teve o número máximo de 28 alunos, apesar de existir uma aluna com reconhecidas dificuldades de aprendizagem. Os alunos encontravam-se bem integrados tanto no seio da turma como na escola, uma vez que pertenciam à mesma turma desde o 7º ano de escolaridade, e desde então que frequentam esta escola. Desde o início do ano letivo, o comportamento da turma foi considerado razoavelmente bom, existindo apenas um número muito reduzido de alunos, que demonstrava alguma falta de atenção e de concentração.

De um modo geral, os alunos da turma foram sempre assíduos, participativos, atentos, concentrados, empenhados na realização das tarefas propostas na sala de aula e com domínio oral, escrito e de compreensão razoável.

Relativamente ao aproveitamento global da turma, a maioria dos alunos atingiu satisfatoriamente os objetivos/competências estipuladas não só na disciplina de ciências físico-químicas, como em todas as outras disciplinas.

1.3.2. Turma do Ensino Secundário

A turma do 10º A era constituída por 28 alunos, sendo oito do sexo feminino e 20 do sexo masculino. Como a turma não tinha alunos com Necessidades Educativas Especiais teve o número máximo de 28 alunos. Apesar de se tratar de uma turma bastante heterogénea, formada pela união de duas turmas, os alunos encontravam-se bem integrados tanto no seio da turma como na escola. Quanto ao comportamento da turma, foi considerado razoável, existindo um número razoável de alunos, que demonstrava alguma falta de atenção e de concentração.

De um modo geral, os alunos da turma foram quase sempre assíduos, alguns pouco pontuais, pouco participativos, por vezes alguns deles pouco atentos e concentrados, no entanto, empenhados na realização de algumas das tarefas propostas na sala de aula tendo sido diagnosticado em alguns casos, falta de ritmo de trabalho. Relativamente ao nível escolar dos alunos pode ser considerado em geral médio.

1.4. Calendarização das Regências

De seguida apresento a calendarização das aulas que lecionei em termos da Unidade Didática e objetivos na turma D no 9º ano e na turma A do 10º ano.

A primeira aula planeada foi de 90 minutos e dada no dia 25 de novembro de 2011, pelas 10 horas e 5 minutos, na sala número 10 para a turma A do 10º ano de escolaridade. A aula pertencia à Unidade Didática: Das estrelas ao átomo, da área científica de Química e teve como objetivos: identificar e caracterizar o Modelo da Nuvem Eletrónica; descrever o Modelo Quântico de átomo em termos de números quânticos (n , l , m_l e m_s); caracterizar as orbitais e estabelecer as configurações eletrónicas dos átomos dos elementos com número atómico menor que 23 atendendo aos Princípios da Energia Mínima e de Exclusão de Pauli e à Regra de Hund.

A segunda e terceira aulas planeadas foram lecionadas na turma D do 9º ano de escolaridade, no 2º período, no dia 27 de fevereiro de 2012 e no dia dois de março de 2012, na área científica de Química. As aulas pertenciam à Unidade Didática: Classificação dos Materiais mas com objetivos distintos. A aula lecionada no dia 27 de fevereiro de 2012 pelas 15 horas e 5 minutos (45 minutos), na sala número 22 teve como objetivos reconhecer a existência de duas classes de substâncias elementares: metais e não-metals; distinguir metais, não-metals e semimetals e localizá-los na Tabela Periódica; definir carácter metálico; definir metais e não-metals; indicar as principais diferenças entre as propriedades físicas dos metais e não-metals e indicar as principais diferenças entre as propriedades químicas dos metais e não-metals. Esta aula teve sequência no dia dois de março de 2012 na sala número 24 às 11 horas e 45

minutos. Tratou-se de uma aula de 90 minutos em que no final os alunos deveriam ser capazes de: indicar as principais diferenças entre as propriedades químicas dos metais e não-metais; escrever as reações de combustão do magnésio e do enxofre; localizar os metais alcalinos na Tabela Periódica; escrever as reações dos metais alcalinos com o oxigénio e com a água; indicar as principais semelhanças entre as propriedades químicas dos metais alcalinos; indicar as principais diferenças entre as propriedades químicas dos metais alcalinos; localizar os metais alcalino terrosos na Tabela Periódica; indicar as principais semelhanças e diferenças entre as propriedades químicas dos metais alcalino terroso.

No 3º período foi lecionada no dia 23 de abril de 2012 uma aula de 90 minutos que teve início às 16 horas e 45 minutos na sala número 26 perante a turma A do 10º ano de escolaridade. A aula pertencia à Unidade didática: Do Sol ao Aquecimento, da área científica de Física e teve como objetivos: distinguir os mecanismos de condução e de convecção; identificar fenómenos do quotidiano em que estejam presentes mecanismos de transferências de energia sob a forma de calor; relacionar quantitativamente a condutividade térmica de um material com a taxa temporal da transmissão de energia como calor; definir corrente térmica; exprimir as unidades da corrente térmica no SI: J; conhecer as grandezas de que depende a corrente térmica, deduzindo a Lei de Fourier; aplicar a Lei de Fourier; identificar a proporcionalidade das grandezas em estudo; distinguir materiais bons e maus condutores do calor com base em valores tabelados de condutividade térmica e exprimir as unidades da condutividade térmica no SI: $W\ m^{-1}\ K^{-1}$.

O planeamento da aula seguinte foi de 45 minutos e dada no dia 28 de maio de 2012, pelas 15 horas e 50 minutos, na sala número 22 para a turma D do 9º ano de escolaridade. A aula pertencia à Unidade Didática: Circuitos Elétricos e Eletrónicos, da área científica de Física e teve como objetivos: identificar os componentes de um circuito elétrico simples; identificar os tipos de corrente - Corrente Contínua e Corrente Alternada; indicar o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica; conhecer os símbolos convencionais utilizados para representar os diferentes componentes de um circuito elétrico simples; esquematizar circuitos elétricos simples; identificar, num circuito elétrico, os polos (positivo e negativo) da pilha seca e os terminais dos recetores e distinguir entre circuitos elétricos em série e em paralelo.

Para finalizar as regências planeadas foi lecionada no dia 30 de maio de 2012, uma aula de 90 minutos na sala número 26 à turma D do 9º ano de escolaridade que teve início pelas 11 horas e 45 minutos, pertencente à Unidade Didática: Circuitos Elétricos e Eletrónicos, da área científica de Física e que tinha como objetivos: distinguir circuitos elétricos em série e em paralelo; esquematizar circuitos elétricos em série e em paralelo; montar circuitos elétrico simples, em série e em paralelo; comparar, em cada circuito, o brilho dos recetores, a colocação do interruptor em posições diferentes e averiguar o que sucede quando se

desenrosca cada lâmpada; definir a intensidade da corrente elétrica como o movimento orientado de elétrons livres ao longo de uma seção do condutor metálico por unidade de tempo; identificar o símbolo (I) e a unidade do Sistema Internacional (A) de intensidade e reconhecer que, quanto mais elétrons atravessarem a seção de um condutor metálico, por unidade de tempo, maior será a intensidade da corrente.

1.5. Planificação da Regência no Ensino Básico na Área da Física

Os conteúdos programáticos a lecionar ficaram definidos logo no início do ano letivo, tendo sido discutidos com a professora orientadora pedagógica e os orientadores científicos. Definidos os temas a lecionar, procedeu-se à planificação de cada aula e à elaboração dos respetivos documentos referentes ao desenvolvimento das aulas. Nas planificações definiu-se os conteúdos científicos de cada aula, a sua organização geral e as estratégias implementadas.

A primeira prática pedagógica de ensino supervisionado no Ensino Básico na componente de Física foi realizada no dia 28 de maio de 2012. A seguir apresenta-se o desenvolvimento das aulas lecionadas na turma D do 9º ano de escolaridade, na componente de Física. No anexo I encontram-se os documentos que foram elaborados para esta regência, nomeadamente a apresentação em *PowerPoint*, o plano de aula, a ficha de trabalho com a respetiva resolução e os respetivos recursos didáticos (simulação computacional e vídeo).

Aula do dia 28 de maio de 2012

Sumário

Componentes de um Circuito Elétrico. Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo.

Pré - requisitos

- ✓ Reconhecer fontes de energia.
- ✓ Definir corrente elétrica.
- ✓ Distinguir bons e maus condutores de corrente elétrica.
- ✓ Reconhecer a função de um gerador.
- ✓ Definir circuito elétrico.
- ✓ Definir diferença de potencial como a energia que um gerador pode fornecer ao circuito por unidade de carga que o atravessa.
- ✓ Identificar o símbolo (U) e a unidade do Sistema Internacional (V) de tensão ou diferença de potencial.

Objetivos (O aluno deve ser capaz de)

- ✓ Identificar os componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Identificar os tipos de corrente - Corrente Contínua e Corrente Alternada
- ✓ Indicar o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica.
- ✓ Conhecer os símbolos convencionais utilizados para representar os diferentes componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Esquematizar circuitos elétricos simples.
- ✓ Identificar, num circuito elétrico, os polos (positivo e negativo) da pilha seca e os terminais dos recetores.
- ✓ Distinguir entre circuitos elétricos em série e em paralelo.

Desenvolvimento da Aula

Iniciou-se a aula escrevendo no quadro o n.º da lição, a data e o sumário. Aguardou-se que os alunos passassem o sumário para posteriormente se proceder ao enquadramento da aula. Relembrou-se que em aulas anteriores foi referido que a corrente elétrica é um movimento orientado de partículas com carga elétrica (eletrões ou iões) através de um meio condutor. Do mesmo modo, rememorou-se que um circuito elétrico é um caminho para a corrente elétrica. Seguidamente colocou-se a seguinte questão: *“O que é necessário para que exista corrente elétrica?”* A partir das respostas dos alunos referiu-se que, para que haja corrente elétrica num circuito tem de existir, obrigatoriamente, um gerador que disponibilize a energia e um percurso fechado (diapositivo n.º 2 da apresentação em *PowerPoint*). Por este motivo é que todos os componentes de um circuito têm dois terminais para estabelecer as ligações.

Na aula anterior, um dos turnos não concluiu a resolução de um exercício relacionado com a tensão elétrica. Deste modo, a professora relembrou esse conceito (energia que um gerador pode fornecer ao circuito por unidade de carga que o atravessa), o seu símbolo (U) e a unidade do Sistema Internacional (V) e pediu aos alunos para terminarem a resolução do exercício (diapositivo n.º 3 da apresentação em *PowerPoint*).

Colocou a seguinte questão: *“Como é constituído um circuito elétrico?”* Apoiando-se no diapositivo n.º 4 da apresentação em *PowerPoint* referiu que um circuito elétrico é constituído por um conjunto de componentes ligados entre si de forma a poderem ser atravessados por uma corrente elétrica. Inclui um gerador / fonte de energia elétrica (exemplo: pilha), recetor ou recetores de energia elétrica (exemplo: lâmpadas, aparelhos de medida), interruptores e fios de ligação. Relatou-se que cada componente tem uma determinada função a desempenhar, nomeadamente o gerador fornece energia necessária para que a corrente circule no circuito elétrico e os recetores recebem a energia proveniente do gerador. Mostrou-se o diapositivo n.º 5 da apresentação em *PowerPoint* mencionando-se

que os interruptores permitem ou não a passagem da corrente elétrica ao longo do circuito elétrico. Quando o interruptor está ligado (fechado) o circuito encontra-se fechado (a corrente elétrica percorre todo o circuito e os receptores recebem energia). Se o interruptor estiver aberto, não há passagem de corrente elétrica (circuito aberto). Recorreu-se à simulação computacional, Circuitos de Corrente Contínua, com o intuito de se montar circuitos abertos e fechados. Pediu-se aos alunos para resolverem o exercício 2.1 da página 87. Após a correção do mesmo, mencionou-se que os fios de ligação estabelecem a ligação entre os diferentes componentes do circuito e os aparelhos de medida medem as grandezas em estudo no circuito (diapositivo n.º 6 da apresentação em *PowerPoint*).

Com o objetivo de introduzir os tipos de corrente, a professora referiu que, para se produzir uma corrente elétrica é necessário uma fonte de energia. Mostrou o vídeo que se encontra no diapositivo n.º 7 da apresentação em *PowerPoint* referindo que as fontes de energia podem gerar dois tipos de corrente: a corrente contínua (CC, DC - *Direct Current* ou -) e a corrente alternada ou alterna (CA, AC - *Alternate Current* ou ~). Mencionou que na corrente contínua, os elétrons livres movem - se sempre no mesmo sentido, tratando-se de uma corrente elétrica que tem sempre o mesmo sentido. Deu como exemplos uma pilha (os polos positivo e negativo nunca mudam) e uma bateria de um carro (fornece uma tensão de 12 V, sendo contínua a corrente produzida). No entanto, a professora citou que há geradores em que o movimento das cargas ora é num sentido ora no outro. Essa corrente designa-se por corrente alternada - muda periodicamente de sentido. Exemplificou com os alternadores dos carros ou os das centrais elétricas. Referiu que a corrente elétrica fornecida pelas tomadas das nossas casas é alternada. Diz-se, que tem uma frequência de 50 Hz (hertz), ou seja, muda de sentido 50 vezes num segundo (diapositivo n.º 8 da apresentação em *PowerPoint*). A professora referiu que este tipo de corrente tem vantagens, permite que a energia elétrica seja transportada a longas distâncias, com menos perda de energia. No entanto, disse que há geradores que fornecem correntes contínuas ou alternadas, como as fontes de alimentação (pediu aos alunos para abrirem o manual na página 91).

A professora projetou o diapositivo n.º 9 da apresentação em *PowerPoint* com o objetivo de os alunos aprenderem que existem dois sentidos da corrente elétrica: o sentido real e o sentido convencional. A partir da imagem visualizou-se que um terminal da lâmpada está ligado ao polo negativo da pilha e outro ao polo positivo da pilha. À custa de reações químicas na pilha, no polo negativo surgem elétrons em excesso, ao passo que há falta de elétrons, no polo positivo. Por isso, o sentido da corrente de elétrons que se estabelece no circuito é: polo negativo da pilha → filamento da lâmpada → polo positivo da pilha. Este é o chamado sentido real da corrente. No sentido convencional os elétrons movem-se em sentido contrário, do polo positivo para o polo negativo da fonte de energia. A professora mencionou que, devido a razões históricas, os físicos antes de saberem que existiam elétrons já tinham

definido um sentido para a corrente elétrica. A descoberta de que, afinal, a corrente elétrica tinha sentido contrário, em nada veio alterar as leis já estabelecidas.

Em seguida, a professora mencionou que os circuitos elétricos representam-se por meio de esquemas. A cada componente faz-se corresponder um símbolo próprio, usados internacionalmente, que permitem a visualização simples e rápida da constituição do circuito (diapositivo n.º 10, n.º 11, n.º 12 e n.º 13 da apresentação em *PowerPoint*). Colocou a seguinte questão "*Como montar um circuito elétrico?*" A partir das respostas dos alunos, referiu que para se montar um circuito elétrico é necessário conhecer os diferentes componentes do circuito e tem que se efetuar as ligações entre os componentes (diapositivo n.º 14 da apresentação em *PowerPoint*). Posteriormente, pediu para os alunos resolverem o exercício que se encontra no diapositivo n.º 15 da apresentação em *PowerPoint* e utilizando a simulação computacional, Circuitos de Corrente Contínua, montou circuitos elétricos simples que se encontram projetados nos diapositivos n.º 16 e n.º 17 da apresentação em *PowerPoint*, tendo chamado ao quadro alguns alunos. De seguida procedeu à correção dos exercícios juntamente com os alunos e escreveu no quadro as respostas dadas.

Continuamente, mencionou que num circuito elétrico é possível instalar mais do que um recetor e interrogou como se deve efetuar essa instalação. A partir das respostas dadas pelos alunos, disse que a instalação pode ser feita de duas maneiras: em série e em paralelo. Disse que num circuito com dois recetores (lâmpadas) em série, uma lâmpada é ligada a seguir à outra, existindo um só caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 19 da apresentação em *PowerPoint*). Num circuito com duas lâmpadas em paralelo, cada uma é instalada numa ramificação diferente, existindo assim, mais do que um caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 20 da apresentação em *PowerPoint*). Realçou que os componentes de um circuito em paralelo estão ligados formando nós e derivações (ou ramos) do circuito principal (diapositivo n.º 21 da apresentação em *PowerPoint*).

Para consolidar os conteúdos adquiridos, a professora pediu aos alunos para resolverem o exercício 1 e 2 da ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo. De seguida procedeu à sua correção juntamente com os alunos e escreveu no quadro as respostas dadas. Como os alunos não concluíram todas as questões a professora pediu que as realizassem como trabalho de casa. A professora concluiu a aula fazendo uma reflexão com os alunos sobre a mesma.

No seguimento da mesma unidade didática lecionada, Circuitos Elétricos e Eletrónicos, no dia 30 de maio de 2012, lecionei a segunda prática pedagógica de ensino supervisionado no Ensino Básico na componente de Física. O desenvolvimento desta aula de 90 minutos apresenta-se a seguir e em anexo (II) encontram-se os documentos que foram elaborados para esta regência, nomeadamente a apresentação em *PowerPoint*, o plano de aula, atividade prática com a respetiva resolução e os recursos didáticos.

Aula do dia 30 de maio de 2012

Sumário

Atividade Prática: Construção de Circuitos Elétricos. Intensidade da Corrente Elétrica. Resolução de Exercícios de Aplicação.

Pré - requisitos

- ✓ Identificar os componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Identificar os tipos de corrente - Corrente Contínua e Corrente Alternada.
- ✓ Indicar o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica.
- ✓ Conhecer os símbolos convencionais utilizados para representar os diferentes componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Esquematizar circuitos elétricos simples.
- ✓ Identificar, num circuito elétrico, os polos (positivo e negativo) da pilha seca e os terminais dos recetores.

Objetivos (O aluno deve ser capaz de)

- ✓ Distinguir circuitos elétricos em série e em paralelo.
- ✓ Esquematizar circuitos elétricos em série e em paralelo.
- ✓ Montar circuitos elétrico simples, em série e em paralelo.
- ✓ Comparar, em cada circuito, o brilho dos recetores, a colocação do interruptor em posições diferentes e averiguar o que sucede quando se desenrosca cada lâmpada.
- ✓ Definir a intensidade da corrente elétrica como o movimento orientado de eletrões livres ao longo de uma seção do condutor metálico por unidade de tempo.
- ✓ Identificar o símbolo (I) e a unidade do Sistema Internacional (A) de intensidade.
- ✓ Reconhecer que, quanto mais eletrões atravessarem a seção de um condutor metálico, por unidade de tempo, maior será a intensidade da corrente.

Desenvolvimento da Aula

A professora iniciou a aula escrevendo no quadro o n.º da lição, a data e o sumário. Aguardou que os alunos passassem o sumário para posteriormente proceder ao enquadramento da aula. Relembrou que num circuito elétrico é possível instalar mais do que um recetor e interrogou como se instalam recetores num circuito elétrico (diapositivo n.º 2 da apresentação em *PowerPoint*). A partir das respostas dadas pelos alunos, referiu que a instalação pode ser feita de duas maneiras: em série e em paralelo. Disse que num circuito com dois recetores (lâmpadas) em série, uma lâmpada é ligada a seguir à outra, existindo um só caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 3 da apresentação em *PowerPoint*). Num circuito com duas lâmpadas em paralelo, cada uma é instalada numa ramificação diferente, existindo assim, mais do que um caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 4 da apresentação em *PowerPoint*). Realçou que os componentes de um circuito em paralelo estão ligados formando

nós e derivações (ou ramos) do circuito principal (diapositivo n.º 5 da apresentação em *PowerPoint*).

A professora questionou os alunos: " *As lâmpadas inseridas em circuitos em série e em paralelo apresentam comportamentos diferentes?*" (diapositivo n.º 6 da apresentação em *PowerPoint*). Posteriormente, distribui a Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos e pediu aos alunos para se organizarem em dois grupos de quatro pessoas e dois grupos de três pessoas. Seguidamente, partilhou o material de laboratório por cada grupo, pedindo aos alunos para realizarem a experiência seguindo os passos descritos no protocolo. À medida que os discentes realizavam a atividade, a professora com o auxílio da simulação computacional, Circuitos de Corrente Contínua, montou os circuitos descritos no protocolo. Pediu aos alunos para observarem e registarem o que sucede ao brilho dos recetores, às lâmpadas comandadas pelo interruptor em posições diferentes e quando se desenroscou cada lâmpada. Para consolidar os conteúdos adquiridos, a professora pediu aos alunos para responderem às questões da atividade prática. De seguida procedeu à sua correção juntamente com os alunos e solicitou a um aluno para ir ao quadro escrever as respostas dadas (diapositivo n.º 7 da apresentação em *PowerPoint*). A professora mostrou o vídeo - Associação de recetores em série, que se encontra no diapositivo n.º 8 da apresentação em *PowerPoint* referindo que quando se aumenta o número de lâmpadas, a luminosidade de cada uma diminui.

Com o objetivo de introduzir o conceito de intensidade da corrente elétrica, a professora questionou os alunos " *O que representa este sinal?*" Referiu que se trata de um sinal de perigo - alta voltagem (diapositivo n.º 9 da apresentação em *PowerPoint*). Mencionou que voltagem é o nome comum que se dá à tensão ou diferença de potencial, aparece também indicado nas pilhas. Alta voltagem significa tensão elevada. Na verdade não é a tensão elevada que é perigosa para um ser vivo mas a corrente elétrica, mais ou menos intensa, que ela pode produzir. Aludiu que é a intensidade que determina o perigo da corrente elétrica que atravessa um ser humano. Apoiando-se no diapositivo n.º 10 da apresentação em *PowerPoint*, referiu que a intensidade da corrente é o movimento orientado de eletrões livres ao longo de uma seção do condutor metálico por unidade de tempo.

A professora questionou os alunos: " *Como saber se uma corrente elétrica é mais ou menos intensa?*" Aguardou a resposta dada pelos alunos e apoiando-se no diapositivo n.º11 da apresentação em *PowerPoint*, referiu que a intensidade do condutor A é maior do que no condutor B porque há mais eletrões que atravessam, por unidade de tempo, uma seção do condutor A do que no condutor B. Quanto mais eletrões atravessarem a seção de um condutor metálico, por unidade de tempo, maior será a intensidade da corrente (diapositivo n.º12 da apresentação em *PowerPoint*).

Seguidamente, apresentou o diapositivo n.º 13 da apresentação em *PowerPoint* referindo o símbolo (I) e a unidade do Sistema Internacional (Ampere, A) da intensidade da corrente

elétrica. Pronunciou que a designação desta unidade é uma homenagem ao físico francês André-Maria Ampère (1755-1836). Apresentou os múltiplos e submúltiplos do ampere e pediu aos alunos para resolverem o exercício 2.11 do manual da página 103 (diapositivo n.º14 da apresentação em *PowerPoint*). Para consolidar os conteúdos adquiridos, a professora pediu aos alunos para resolverem os restantes exercícios da ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo. De seguida procedeu-se à sua correção juntamente com os alunos, escrevendo-se no quadro as respostas dadas. Devido ao facto de os alunos não apresentarem dúvidas, a professora conclui a aula fazendo uma reflexão com os alunos sobre a mesma.

Capítulo 2 - Da Educação Ambiental à Poluição Atmosférica

2.1. Introdução

A Educação, embora não possa ser definida, abrange uma variedade indeterminada de conceitos que podem variar com o tempo, desde conhecimento a comportamento em sociedade, que envolve a família, o emprego, o ambiente e tem um viés na tradição da sociedade em que o indivíduo se insere.

Trata-se de um processo contínuo em que os resultados dos conhecimentos e das experiências que cada indivíduo consegue acumular durante a sua existência, permite perceber quais as lealdades, atitudes e condutas necessárias à sua atuação enquanto cidadão. Segundo Mattoso (2011), a educação varia com o tempo e com o lugar, podendo ser condicionada e moldada pela política, sobretudo em regimes ditatoriais.

Ao longo das últimas décadas, assistiu-se a um desenvolvimento industrial e económico ímpar na história da humanidade. Foi sem dúvida uma época de exaltantes avanços técnico-científicos em que, se por um lado o crescimento económico induziu riqueza, por outro o uso de forma progressiva insustentável dos recursos naturais criou graves problemas ambientais. Por forma a responder às crescentes evidências da degradação ambiental, surge o conceito de Educação Ambiental (EA).

A EA é um processo de aprendizagem continuado e compreensivo que permite incrementar a informação e o conhecimento público sobre os problemas ambientais, fomentando o sentido crítico das populações e a sua capacidade para intervir nas decisões que afetam o ambiente e consequentemente, a sua qualidade de vida.

Neste segundo capítulo aborda-se o enquadramento internacional da educação ambiental, a educação ambiental em Portugal e no sistema educativo.

2.2. Enquadramento Internacional

Na década de 60, tornou-se mundialmente reconhecida a necessidade de se ter uma educação voltada para o ambiente. Com a explosão da crise ambiental, a divulgação dos desastres ambientais, juntamente com as denúncias de Rachel Carson sobre o uso de inseticidas no seu livro Primavera Silenciosa (figura 2.1), possibilitaram uma tomada de consciência a respeito da importância do meio ambiente.



Figura 2.1- Livro Primavera Silenciosa.

Em 1968, durante a Conferência da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) sobre a Biosfera, foi suprido este conceito sugerindo a criação de um programa integrado, contínuo e permanente de educação ambiental (Guerra, 2000). É na década de setenta que a humanidade começa a tomar consciência dos graves problemas ambientais, com a publicação do relatório " Os limites do crescimento" (Martinho, 2003). Meadows presumiu que, ao ritmo do crescimento populacional, os limites do planeta seriam atingidos num horizonte de cem anos. De modo a solucionar o problema, sugeriu que o crescimento económico fosse congelado de modo a evitar a tragédia ecológica. É este o grande marco da história ambiental e é a partir deste momento que se começa a dar os primeiros passos, ainda que incipientes, em questões ambientais.

Atualmente, o conceito de Educação Ambiental (EA) surgiu em 1972, na primeira conferência das Nações Unidas para o Ambiente, realizada em Estocolmo (Nova, 1994; Raposo, 1997). Nesta conferência promoveu-se o direito dos seres humanos a um ambiente sadio e os deveres dos mesmos para preservar e conservar o Ambiente, tratando-se de um incentivo para o desenvolvimento de uma consciência ecológica para as gerações futuras (Nova, 1994).

Segundo Guerra *et al* (2008) a EA "é um processo de aprendizagem permanente que procura incrementar a informação e o conhecimento público sobre os problemas ambientais, promovendo simultaneamente, o sentido crítico das populações e a sua capacidade para intervir nas decisões que, de uma forma ou de outra, afetam o ambiente e as suas condições de vida". Entre as diversas definições de EA há que destacar a definição proposta pela União

Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), posteriormente reformulada pela UNESCO conjuntamente com o Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (PNUA) (Nova, 1994; Raposo, 1997): “(...) *A Educação Ambiental constitui um processo de reconhecimento de valores e de clarificação de conceitos que permite ao ser humano adquirir as capacidades e os comportamentos necessários para abarcar e apreciar as relações de interdependência entre o Homem, a sua cultura e o seu meio biofísico (...).*”

Em resposta às recomendações da conferência de Estocolmo, a UNESCO, em colaboração com o PNUA, promoveu o principal marco da educação ambiental, o Seminário de Educação Ambiental realizado em 1975 na cidade de Belgrado, ex - Iugoslávia. Neste encontro, ficaram traçados os princípios e as orientações para o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), que ficou conhecido como Carta de Belgrado, onde são apontadas grandes metas para a EA: “(...) *Formar uma população mundial consciente e preocupada com o Ambiente e com os problemas com ele relacionados, uma população que tenha os conhecimentos e as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de compromisso que lhe permitam trabalhar individual e coletivamente, para resolver os problemas atuais e impedir que eles se repitam no futuro (...)*” (Fernandes, 2003; Nova, 1994; Raposo, 1997; Sá, 2003).

Em 1977, ocorreu a primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental de Tbilissi (Geórgia), organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) (UNESCO e PNUA), da qual resultou a “Declaração de Tbilissi”. Foram criadas quarenta e uma recomendações sobre trabalhos de EA, adotando-se uma postura mais crítica sobre a realidade, interligando o problema da degradação ambiental ao sistema cultural da sociedade industrial pautada pelo mercado competitivo como regulador da sociedade. Nesta declaração são reforçados os objetivos gerais enunciados na carta de Belgrado e é recomendada a adoção de diretrizes com o intuito de viabilizar o desenvolvimento da EA a nível regional, nacional e internacional, instituindo-a como um direito de cada cidadão (Raposo, 1997).

Enquanto na década de setenta os termos usados como meios para atingir a proteção ambiental eram a sociedade e economia, na década de oitenta, surge a convicção de que o envolvimento da população na procura de respostas para os problemas ambientais era necessário. Deste modo, verificou-se um incremento na preocupação global com o meio ambiente e a EA ganhou relevância internacional, difundindo-se numa multiplicidade de reflexões e ações promovidas por órgãos internacionais, organizações governamentais e não-governamentais e comunidades científicas (Branco, 2009). No ano 1980, a nível global, foi elaborado um documento respeitante à Conservação e EA, iniciando-se a estratégia Mundial de Conservação. Através do desenvolvimento sustentável, o documento salienta a importância da conservação dos recursos e a interdependência entre os dois conceitos. Posteriormente, em 1983, surge outro documento, Declaração de Viena, onde são abordadas as questões do Ambiente e da educação para o Ambiente (Fernandes, 2003): “*Em conformidade com várias recomendações internacionais, foi possível fazer educação em matéria de ambiente um*”

princípio pedagógico de primeiro plano aplicado a numerosas disciplinas ensinadas nas escolas, e desta forma pô-la em prática. Mas, em certos países da Europa, observa-se sempre uma tendência a limitar a educação, em matéria de ambiente, às disciplinas que dizem especificamente respeito à proteção do Ambiente. A educação escolar em matéria de Ambiente deve abranger também disciplinas tais como as artes, a literatura, a filosofia, a religião, a economia, a sociologia e a geografia)".

Após dez anos desde a conferência de Tbilisi, a Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento aborda a responsabilidade de todos os países na questão ambiental, comprovando a interligação entre a crise ambiental e o desenvolvimento sustentável. Em 1987 surgiu o relatório de Brundtland com o título " O nosso Futuro Comum" (figura 2.2), referindo que a proposta de desenvolvimento sustentável poderá ser uma alternativa de desenvolvimento capaz de prevenir as necessidades atuais sem prejudicar as futuras, conciliando três componentes essenciais, o ambiente, a sociedade e a economia. Dentro desta perspectiva, a EA é um aspeto fundamental para a implantação do desenvolvimento sustentável.

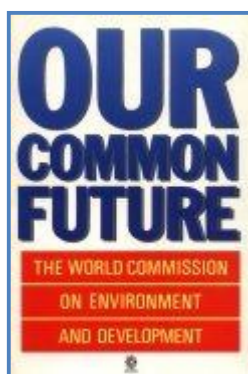


Figura 2.2 - Nosso Futuro Comum.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro, realçou o carácter educativo da preocupação ambiental e o envolvimento social necessário (Teixeira, 2003). A Cimeira do Rio, também conhecida por Cimeira da Terra resultou do salto abrupto de uma sociedade rural pauperizada (sem graves problemas ambientais) para uma sociedade moderna, acabando por desencadear um detrimento ambiental (Schmidt, 2005). Desde modo, desenvolveu-se um esforço para articular os interesses da EA e do Desenvolvimento Sustentável (Warburton, 2003), efetuando-se as assinaturas de vários documentos importantes, nomeadamente Agenda 21 e a Declaração do Rio. A Agenda 21, constituída por 42 capítulos, consiste num plano de ação para o desenvolvimento sustentável e segundo Fernandes (2006), os capítulos com maiores implicações para a EA são o vigésimo quinto (As crianças, os jovens e o desenvolvimento sustentável) e o vigésimo sexto (Promovendo a educação, consciencialização pública e formação). Neste documento visualizam-se recomendações sobre o ambiente, desenvolvimento e assuntos sociais relativos à humanidade (Cincin-Sain *et al.*, 1998).

No que concerne à Declaração do Rio, tal como a Agenda 21 apresenta um carácter não legal obrigatório. No entanto, é constituído por vinte e sete princípios para a sustentabilidade com o intuito de proporcionar a base para os programas de cooperação internacional decorrentes da Agenda 21. Segundo Fernandes (2003) *"A Educação Ambiental um processo dinâmico, permanente e participativo de explicitação de valores, formação de conceitos e formação de competências que motivem um comportamento de defesa, preservação e melhoria do Ambiente. A Educação Ambiental deve ser vista como um instrumento a utilizar na alteração de valores, mentalidades, atitudes e comportamentos de forma a consciencializar os indivíduos para os problemas ambientais"*.

Em Thessaloniki, Grécia, no ano 1997 realizou-se uma Conferência Internacional sobre o Ambiente e Sociedade, "Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade", resultando a Declaração de Thessaloniki. Em 2000 surge um marco inclusivo e integralmente ético para guiar a transição para um futuro sustentável, a Carta da Terra. Trata-se de uma declaração de princípios éticos fundamentais para a construção, no século XXI, de uma sociedade global pacífica, justa e sustentável. A Carta da Terra baseia-se em quatro princípios interdependentes: respeitar e cuidar da comunidade da vida; integridade ecológica; justiça social e económica; democracia, não-violência e paz. É um documento com um código universal de conduta para pessoas, instituições e Estados.

Desde o ano 2003 que inúmeras pessoas têm participado nos congressos Mundiais de Educação Ambiental, World Environmental Education Congress (WEEC). O Primeiro Congresso foi realizado em Espinho, Portugal, posteriormente seguiu-se o Segundo Congresso Mundial de Educação Ambiental em 2004, no Rio de Janeiro. Em 2005, em Turin, Itália efetuou-se o Terceiro Congresso Mundial de Educação Ambiental e no que concerne ao Quarto Congresso, intitulado "Aprendendo num mundo em mudança" foi realizado em Durban, África do Sul nos dias dois a seis de julho de 2007. Este congresso teve como finalidade cumprir os objetivos da década da educação em prol do Desenvolvimento Sustentável, baseando-se em duas áreas, a aprendizagem e a mudança, questionando o papel da EA neste processo. O Quinto Congresso realizado em Montreal, Canadá nos dias 10 a 14 de maio de 2009 abordou o tema " A Terra: a Nossa Casa Comum". Tratou-se de uma partilha de experiências e reflexões, reforçando a realização de novos projetos e as redes de colaboração. O Sexto Congresso decorreu entre os dias 19 a 23 de julho de 2011 em Brisbane, na Austrália e o próximo decorrerá em Makarresh, Marrocos, entre os dias 9 a 14 de junho de 2013, cujo tema é "Educação Ambiental nas Cidades e nas Áreas Rurais". Trata-se de um tema com uma atenção transversal em todas as áreas temáticas, não excluindo os outros temas relacionados com a EA.

2.3. A Educação Ambiental em Portugal

João Evangelista foi o pioneiro da Educação Ambiental em Portugal, iniciando a construção de uma abordagem sistémica e de carácter interdisciplinar da Educação Ambiental, renunciando a perspetiva meramente naturalista do ambiente, " (...) *é uma educação voltada para o amanhã, visto que o Homem ainda está no ontem (...) é importante conhecer os ecossistemas naturais, mas os próprios trabalhos práticos devem ter em vista como as pessoas vivem, (...) não se vai anular o progresso*".

Tal como nos diversos países de todo o mundo, Portugal teve que desenvolver um conjunto de iniciativas e programas que visassem a resolução de problemas ambientais. A primeira referência do termo ambiente, abordada no século XVII, foi da autoria do Padre António Vieira, fazendo alusão à "superfície ambiental" (Evangelhista, 1992). No século XIX, em 1831, foi publicada a primeira definição para o ambiente "*O ar que cerca os corpos; qualquer fluido que cerca um corpo*" (Branco, 2009).

Segundo Evangelhista (1992) as primeiras formas de legislação ambiental emitidas em Portugal surgiram no século XIX, nomeadamente a 1892 com a Regulamentação do Regime de Utilização das Águas pelo Público e a primeira Legislação Portuguesa sobre Poluição da Água do Mar (1899). Em 1948, surgiu a Liga para a Proteção da Natureza, constituindo um dos principais organismos a empreender ações de divulgação e de sensibilização na área do ambiente.

O Conselho da Europa dedicou o ano de 1970 à Proteção da Natureza e no mesmo ano é publicado uma coletânea de artigos intitulados "A Natureza e a Humanidade em perigo" (Gomes, 2002). É criada, em 1971, a primeira área protegida, o Parque Nacional da Peneda - Gerês. No mesmo ano surge a Comissão Nacional do Ambiente (CNA) e a EA é oficialmente aceite no nosso país como via de aprendizagem e como proposta de competência cívica a partir do relatório nacional elaborado pela CNA (Teixeira, 2003). Posteriormente, em 1975, a CNA é transformada na Secretaria de Estado do Ambiente e é a partir da década de oitenta que a "consciência ecológica" começa a tomar uma posição no nosso país. As políticas ambientais surgem e começam a ser implementadas. Foram várias as organizações que desempenharam um papel sólido e interventivo na sociedade portuguesa como o Grupo de Estado de Ordenamento do Território e Ambiente (GEOTA, 1981), a Associação Nacional de Conservação da Natureza (QUERCUS, 1985) e o Fundo de Proteção dos Animais Selvagens (FAPAS, 1988).

Com a entrada, em 1986, de Portugal na União Europeia, marco decisivo para uma nova política de ambiente e EA no nosso país, foram publicadas duas leis: a Lei de Bases do Ambiente (Lei 11 / 87 de 7 de abril) e a Lei das Associações de Defesa do Ambiente (Lei nº 10 / 87 de 4 de abril). Com a aprovação da Lei de Bases do Sistema Educativo em 1986,

verificou-se um aumento significativo em matéria de EA nos Programas Educativos, apesar de não ser de uma forma clara e objetiva. Foram criados novos espaços para o desenvolvimento de projetos de EA, dos quais se destacam a Área - Escola, as Atividades de Complemento Curricular e a disciplina de Desenvolvimento Pessoal e Social (Gomes, 2002; Raposo, 1997).

Nesse mesmo ano, com o objetivo de incrementar as práticas de EA no nosso país criou-se o Instituto Nacional do Ambiente (INAMB), tendo mais tarde sido substituído pelo Instituto Português do Ambiente (IPAMB). No final da década de oitenta (1987), com a publicação do Relatório de Brundtland "Nosso Futuro Comum" (Brundtland, 1987), discute-se a necessidade de criar um modelo de desenvolvimento que garanta a sustentabilidade do planeta, o Desenvolvimento Sustentável. Em 1990, é criado o Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais, surgindo também a associação Portuguesa de EA (ASPEA). Em 1994 surge o Caderno Verde e o primeiro Plano Nacional de Política de Ambiente é publicado em 1995, prevendo-se uma articulação entre educação, ambiente e formação. Atualmente compete ao Instituto de Ambiente promover a EA em Portugal dando apoio a projetos desenvolvidos por Organizações Não Governamentais e realizando Encontros Nacionais de EA.

2.4. A Educação Ambiental no Sistema Educativo

Atualmente, a deterioração do Ambiente é um assunto frequentemente abordado pelos meios de comunicação social, assim como uma preocupação para as organizações governamentais e não-governamentais. A escola é o meio privilegiado para esclarecer e educar para esta problemática de modo a operar uma mudança nas sociedades. Neste sentido, foi exigido à escola uma adaptação às políticas ambientais, a fim de que os programas curriculares contemplassem conteúdos que permitissem aos professores desenvolver atividades / projetos de forma a alcançar os objetivos da EA (Fernandes, 2003).

A EA começa a dar os primeiros passos a nível académico na década de setenta. Veiga Simão, após algumas tentativas de reforma, apresenta um Projeto de Reforma do Ensino que é aprovado em 1973. No entanto não chega a ser totalmente concretizado, só após a reestruturação curricular de 1975 surge a preocupação ambiental no ensino preparatório. Com o objetivo de fomentar atitudes responsáveis na defesa e melhoria do ambiente introduziu-se no plano curricular do 1º Ciclo do Ensino Básico a área do Meio Físico e Social (Gomes, 2002).

Com a entrada de Portugal para a União Europeia, em 1986, os currículos escolares são reestruturados e são implementadas nas escolas áreas temáticas da EA, sendo que a escolaridade obrigatória passa a ser de nove anos, Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei nº. 46/86 de 14 de outubro). Posteriormente, com a publicação do Decreto de Lei nº. 286/89 de 29 de agosto, institucionalizou-se a Área - Escola, permitindo aos professores desenvolverem atividades de EA. Na década de noventa assistiu-se ao aparecimento de ecotecas, centros

educativos compostos por bibliotecas, material multimédia e outros que permitem desenvolver a EA (Magalhães, 2010). A nove de julho de 1996, foi assinado um protocolo de Cooperação entre o Ministério da Educação e o Ministério do Ambiente gerando uma linha de financiamento de Apoio a Projetos de EA em jardins de Infância e escolas do Ensino Básico e Ensino Secundário. O Ministério da Ciência e Tecnologia, criou o programa “Ciência Viva”, que multiplicou o número de projetos financiados, contribuindo deste modo para a EA. Outro marco importante para a EA foi a adesão de escolas, no ano letivo 1996/1997 até 2000, ao programa europeu Eco - Escolas da Associação Bandeira Azul Europeia (Gomes, 2002).

Em 1998 realizou-se a 1ª Mostra Nacional de projetos Escolares de EA, tendo-se mantido, anualmente, até 2011. Nessa altura, procedeu-se a uma reorganização curricular no Ensino Básico e no Ensino Secundário, com a publicação do Decreto de Lei nº 6/2001, sendo posteriormente atualizado pelo Decreto de Lei nº 209/2002. No que diz respeito à reforma do Ensino Básico, foi introduzido três novas áreas curriculares não disciplinares, nomeadamente a Área de Projeto, o Estudo Acompanhado e a Formação Cívica. O currículo do Ensino Secundário sofre uma reestruturação em 2003, incluindo áreas curriculares não disciplinares sobre as Novas Tecnologias, onde os alunos podem trabalhar o tema da EA. No 12º Ano, passa-se a contemplar a Área de Projeto que segundo a revisão curricular no Ensino Secundário será uma oportunidade para os alunos conhecerem e refletirem sobre os problemas sociais, económicos, tecnológicos, científicos, artísticos e ambientais de forma integrada. Com estas reestruturações curriculares no Ensino Básico e no Ensino Secundário, as escolas tornam-se mais autónomas nas orientações do ensino e na construção do seu próprio caminho. A gestão curricular torna-se flexível e a EA passou a desenvolver-se de uma forma mais dispersa e dependente das iniciativas e recursos presentes em cada escola. O desenvolvimento de projetos em prol do ambiente fica a cargo dos professores, dependendo da vocação, da capacidade de iniciativa e das suas competências científicas. No ensino da Química, a chuva ácida, a destruição da camada de ozono, o aquecimento global, a poluição atmosférica, as alterações climáticas e a escassez de água são exemplos de projetos onde se abordam questões ambientais.

Apesar dos currículos escolares atuais proporcionarem aos alunos informação cada vez mais consistente no que diz respeito à EA, existe lacunas a nível de estratégias e de sentido de prioridades. Segundo Schmidt *et al.*, (2010) *“Faz falta uma política estratégica de educação para o ambiente e o desenvolvimento sustentável que possibilite uma ou mais consistente integração e articulação curricular da temática ambiental no ensino formal e que facilite o estabelecimento de dinâmicas intermédias e transversais que possam dar conta de forma mais fiel e experimentada da complexidade pluridimensional que hoje domina as relações do ambiente com as restantes dimensões da vida social e da economia contemporâneas.”* Devido ao seu carácter dinâmico, transversal e atual, não há uma disciplina específica sob a qual se deva abordar a EA, trata-se de um conteúdo multi e interdisciplinar, devendo ser abordada

nas diversas áreas curriculares e não curriculares. Todos os professores podem inserir e desenvolver a temática ambiental nas disciplinas que lecionam. Deste modo, a EA não pode estar associada à hierarquização do saber, nem à transmissão de conhecimentos, mas sim à construção de um pensamento crítico com o objetivo de formar cidadãos ambientalmente cultos, preocupados e intervenientes com a realidade ambiental. Todavia, não se pretende que a EA resolva o processo de degradação ambiental, mas sim que tente prevenir problemas futuros, colocando em prática as mudanças comportamentais que contribuirão para a preservação do meio ambiente e manter a qualidade de vida (Fernandes, 2003).

2.4.1. Poluição Atmosférica

A atmosfera é uma mistura de gases que envolve a Terra. O seu limite situa-se cerca de 1000 quilómetros (km) acima do nível do mar, mas 99% da massa que constitui a atmosfera localiza-se a menos de 40 km de altitude. Trata-se de um meio gasoso que interage com a hidrosfera (oceanos, rios, lagos, etc.), com a litosfera (solos, rochas, etc.) e com a biosfera (seres vivos), influenciando muitos fenómenos que ocorrem na Terra. Desempenha um papel fundamental para assegurar as condições de vida na Terra, funciona como escudo protetor em relação à matéria e energia que provêm do espaço exterior e é responsável pela manutenção de uma temperatura adequada à vida na Terra (Paiva *et al.*, 2007).

É constituída pelos seguintes gases: azoto - 78%, oxigénio - 21%, árgon - 0,93%, dióxido de carbono - 0,037% e outros gases, nomeadamente, néon, hélio, metano, cripton, hidrogénio, óxido de diazoto, monóxido de carbono, xéon, amoníaco, monóxido de azoto e dióxido de azoto. Para além de gases também é constituída por vapor de água, microrganismos, grãos de pólen e esporos, produtos voláteis das plantas e poluentes (Freedman 1995; Paiva *et al.*, 2007).

Consoante a altitude a que nos situamos, definem-se camadas da atmosfera, que são caracterizadas pela temperatura e pela composição química: troposfera (até cerca de 15 km de altitude), estratosfera (de 15 km a 50 km), mesosfera (de 50 km a 80 km), termosfera (de 80 km a 800 km) e exosfera (acima de 800 km). De referir que a troposfera é a região onde vivemos e onde ocorrem os fenómenos meteorológicos, respiração, fotossíntese e onde ocorre a poluição atmosférica.

A atividade humana crescente, tanto na indústria como na agricultura ou na pecuária, tem vindo a interferir significativamente nos diversos ciclos biogeoquímicos, originando alterações na composição da atmosfera e variações significativas na concentração de muitos dos seus constituintes vestigiais. Atualmente, há gases que são lançados para a atmosfera em quantidades demasiado elevadas para serem compensadas por processos naturais. Há, assim, uma contaminação prolongada do ar, vulgarmente designada poluição atmosférica (Rodrigues *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2011).

Diz-se que há poluição atmosférica quando se verifica uma alteração na composição do ar capaz de provocar efeitos tóxicos mensuráveis nos seres humanos, nos animais ou nas plantas (Rodrigues *et al.*, 2007). Os efeitos da poluição atmosférica são globais e afetam toda a biosfera, podendo alterar gravemente o funcionamento de muitos ecossistemas, ameaçando a saúde dos seres vivos e introduzindo profundas alterações no clima.

2.4.1.1. Poluentes Atmosféricos

Nos últimos séculos, constatou-se que nas grandes cidades se verificou um progresso económico e tecnológico devido ao aumento e concentração da população humana mundial (figura 2.3). No entanto, esses benefícios provocaram uma série de consequências ambientais desfavoráveis, resultando na contaminação do ar por uma diversidade de poluentes, originados de fontes estacionárias e móveis, principalmente a partir da queima de combustíveis fósseis (Freedman, 1995; Han *et al.*, 2006).

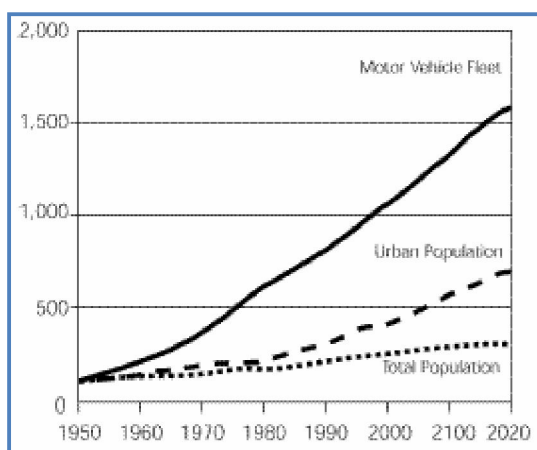


Figura 2.3 - O aumento da população mundial, da população urbana e do número de veículos (exceto motos e triciclos - UNEP/WHO 1992) desde 1950 (Fenger, 1999).

Muitas substâncias que resultam da atividade humana (indústria, serviços, transportes, agricultura, etc.) são libertadas para a atmosfera, estando na origem da poluição atmosférica. Alguns fenómenos naturais (incêndios florestais, trovoadas, atividade vulcânica, ect.) também condicionam fortemente a qualidade do ar. Chama-se poluente atmosférico a toda a substância emitida que altera a composição normal da atmosfera de forma a prejudicar a qualidade de vida na Terra (Paiva *et al.*, 2007). Freedman (1995) refere que se trata de uma substância adicionada à atmosfera em concentrações suficientemente altas causando efeitos mensuráveis nos seres vivos e em materiais.

Atualmente são inúmeros os poluentes da atmosfera sendo as fontes que os originam e os seus efeitos muito diversificados. Dependendo da sua origem, os poluentes atmosféricos podem ser

classificados em poluentes naturais e poluentes antropogénicos (origem humana). A tabela seguinte mostra alguns dos principais poluentes e respetivas fontes.

Tabela 2.1 – Principais poluentes atmosféricos e respetivas fontes. Adaptado de Paiva *et al.*, 2007.

Poluente	Fontes Naturais	Fontes Antropogénicas
Dióxido de carbono (CO₂)	Respiração	Produção de energia e aquecimento, transportes, indústria transformadora
Óxidos de azoto (NO, NO₂ e N₂O)	Atividade microbiana nos solos, relâmpagos	Transportes, produção de energia, indústria transformadora
Óxidos de enxofre (SO₂ e SO₃)	Oceanos, vulcões, erosão do solo	Produção de energia elétrica, indústria transformadora
Compostos orgânicos voláteis, COV (metano, compostos aromáticos e halogenados, etc.)	Pântanos, decomposição de matéria orgânica, digestão dos ruminantes	Transportes, solventes, eliminação de resíduos, agropecuária
Matéria particulada (poeiras, fumos, pólenes, aerossóis, etc.)	Ventos e tempestades, floração, aerossol marítimo	Construção civil, transportes, fogos florestais, aquecimento doméstico

De uma forma geral, a poluição por fontes naturais não provoca problemas sérios ao desenvolvimento da qualidade de vida, embora no passado remoto tenha havido algumas exceções verdadeiramente catastróficas. O mesmo não se pode dizer das fontes antropogénicas, que nos últimos 200 anos têm sido as principais responsáveis pela variação da concentração dos constituintes vestigiais da atmosfera (Rodrigues *et al.*, 2007):

- A queima de combustíveis fósseis e de biomassa (matéria vegetal diversa, incluindo restos de árvores, óleos vegetais, resíduos agro - industriais, lixos municipais e industriais, usada como fonte de energia) é a principal fonte antropogénica de poluentes, como os óxidos de carbono (CO_x), azoto (NO_x) e de enxofre (SO_x), os hidrocarbonetos e as partículas em suspensão.
- As emissões provenientes dos veículos motorizados libertam essencialmente monóxido de carbono (CO).
- As plantações de arroz, a criação de gado e em geral, toda a atividade agrícola, são as principais fontes de poluentes de metano (CH₄).

Os poluentes atmosféricos também podem ser classificados atendendo à forma como são produzidos. Os poluentes primários são emitidos diretamente para a atmosfera, como o dióxido de enxofre (SO₂), os NO_x, o CO, o dióxido de carbono (CO₂), os hidrocarbonetos e a

matéria particulada (figura 2.4). Os poluentes secundários resultam de reações químicas que ocorrem na atmosfera, envolvendo os poluentes primários, como o peróxido de hidrogénio (H_2O_2), o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido nítrico (HNO_3), o trióxido de enxofre (SO_3), os nitratos (NO_3^-), os sulfatos (SO_4^{2-}), o ozono troposférico (O_3) e o nitrato de peroxiacetila - PAN.

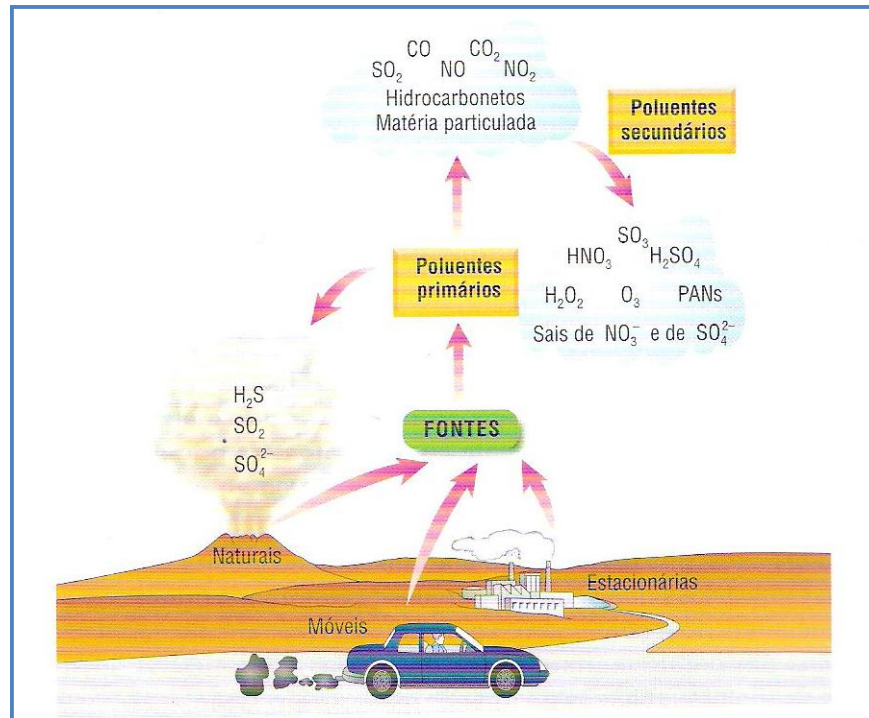


Figura 2.4 - Poluentes primários e secundários (Silva *et al.*, 2011).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) lista os seis poluentes atmosféricos “clássicos”: CO, chumbo, dióxido de azoto (NO_2), partículas em suspensão - incluindo poeira, fumos, neblinas e fumaça -, SO_2 e O_3 (WHO, 1999). No entanto, Freedman (1995) refere que o O_3 e o PAN são os dois poluentes mais prejudiciais à saúde humana uma vez que formam radicais livres (superóxidos, hidroxilas).

2.4.1.2. Efeitos da Poluição Atmosférica na Saúde Humana

O ar puro, que seria constituído unicamente por oxigénio e azoto, não existe na natureza (Mouvier, 1995). O ar é continuamente sujeito a contaminações provenientes das mais diversas e inúmeras fontes como grãos de areia. Segundo Boubel *et al.*, (2004), os próprios grãos de areia podem tornar-se poluentes atmosféricos quando sujeitos a mecanismos de transporte específicos. Muitos dos poluentes atmosféricos são prejudiciais à saúde, merecendo referência especial o dióxido de enxofre, os óxidos de carbono e azoto, o ozono e as partículas em suspensão (materiais sólidos ou líquidos finamente divididos). A tabela 2.2 apresenta os problemas de saúde que alguns poluentes podem causar.

Tabela 2.2 - Efeitos na saúde de alguns poluentes englobados no índice de qualidade do ar (Rodrigues et al., 2007).

Poluente	Principal Fonte	Efeitos Principais para a Saúde
Benzeno	Veículos a motor. Indústria química.	Provoca cancro e afeta o sistema nervoso central.
Metais Pesados (por exemplo, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel)	Processos industriais. Produção de energia. Veículos a motor.	Provocam cancro. Causam problemas digestivos e afetam o sistema nervoso.
Dióxido de azoto	Veículos a motor. Outros processos de combustão de combustíveis.	Provoca doenças respiratórias e afeta os tecidos.
Ozono	Transformação de óxidos de azoto e de compostos orgânicos voláteis produzidos pelo tráfego na presença de luz solar.	Provoca problemas respiratórios. Reduz a função pulmonar. Agrava a asma. Irrita os olhos e o nariz e reduz a resistência a infeções.
Partículas	Queima de combustíveis (exemplo, motores a diesel e madeira). Indústria. Agricultura (exemplo, queimada de limpeza). Reações químicas secundárias.	Provocam cancro. Causam problemas cardíacos. Estão na origem de doenças respiratórias e aumentam o risco de mortalidade infantil.
Dióxido de enxofre	Queima de combustíveis.	Provoca problemas respiratórios.

Mesmo que os valores dos poluentes atmosféricos estejam abaixo do nível permitido pelos órgãos responsáveis, a vida dos seres vivos continua a ser afetada pela poluição atmosférica. Os efeitos nefastos desses poluentes não são uniformes, podendo variar de acordo com alguns fatores como a natureza química, a concentração dos poluentes e a persistência, o tempo de exposição (Gioda, 2006; Silva, 2011). Esses efeitos podem-se manifestar de diversas maneiras como hipertensão, dificuldade em respirar, tosse e agravamento de doenças respiratórias alérgicas, doenças cardiovasculares preexistentes, perda dos sentidos, asma, sinusite, ardência nos olhos e stress (Gioda, 2006).

Para além do tabagismo, sedentarismo e dieta, a poluição do ar também é um importante fator de risco a ser controlado. Estima-se que a poluição atmosférica seja responsável por aproximadamente 5% da carga mundial de doenças. Segundo a literatura, os grupos etários mais suscetíveis aos efeitos dessa poluição são as crianças e os idosos, existindo uma associação entre mortalidade e morbidade (Martins, 2002).

No início do século XX ocorreram três episódios de elevações abruptas da concentração de poluentes do ar no Vale do Meuse - França (Fircket, 1931), na Donora - Pensilvânia - EUA (Shrenk *et al.*, 1949) e em Londres - Inglaterra (Logan, 1953) constatando-se um aumento de mortalidade. Segundo Holdren *et al.*, (2000), o nascimento de bebés mortos e recém-nascidos com baixo peso estão associados à poluição atmosférica e um estudo efetuado em Dublin, na Irlanda revelou que a redução dos níveis de poluentes do ar originou uma redução significativa da mortalidade por doenças cardiopulmonares (Clancy, 2002).

Diversos poluentes como o CO, SO₂, NO₂ e O₃ têm sido estudados, mas a maior atenção está direcionada para a poluição por partículas em suspensão na atmosfera, cujo tamanho permite que a árvore traqueobrônquica e alvéolos pulmonares sejam atingidos (Nogueira, 2009). Nos países em desenvolvimento, cerca de 1,9 milhão de pessoas morreram anualmente em consequência da exposição a altas concentrações de partículas em suspensão no ambiente atmosférico de lugares fechados em áreas rurais, enquanto a mortalidade causada pelos níveis de concentração de partículas em suspensão e de SO ao ar livre chegou a aproximadamente 500 mil pessoas em cada ano. Segundo a OMS (2001) as partículas inaláveis são a 13º causador de morte a nível mundial, sendo responsável por 800.000 mortes/ano e partículas com um diâmetro aerodinâmico médio inferior a 2,5 micrómetros afetam a saúde humana de forma considerável (WHO,1999).

As doenças cardiovasculares são consideradas responsáveis por 30 % da mortalidade a nível mundial, onde se tem relacionado à morbimortalidade cardio e cerebrovascular com os potenciais efeitos da poluição atmosférica. Dockery (2001) e Brook *et al.*, (2004) referem que existem inúmeras evidências sobre os efeitos agudos (aumento de internações e de mortes por arritmia, doença isquémica do miocárdio e cerebral) e crónicos (aumento de mortalidade por doenças cerebrovasculares e cardíaca) das partículas finas em suspensão na morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares (cardíacas, arteriais e cerebrovasculares).

No início da década de 1990, iniciaram-se várias investigações sobre os efeitos agudos da poluição do ar sobre a saúde (projeto *Air Pollution and Health: a European Approach* - APHEA e National Mortality, Morbidity and Air Pollution Studies - NMMAPS) dando-se maior ênfase à mortalidade e às admissões hospitalares (Brunekreef *et al.*, 2002; Schwartz *et al.*,1992). Concluiu-se que os efeitos agudos da poluição do ar sobre as doenças respiratórias estão associados a diferentes poluentes, afetando predominantemente, as crianças e os idosos

(Atkinson *et al.*, 2001; Braga *et al.*, 2001; Zanobetti *et al.*, 2000). Hoek *et al.*, (2002) efetuou um estudo realizado na Europa, associando a mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares com o local de residência, constatando que, quanto mais próxima estiverem as residências das vias de grande fluxo de veículos, maior o risco de mortalidade por essas doenças.

2.4.1.3. Avaliação da Poluição Atmosférica

Para evitar ou diminuir os efeitos tóxicos dos poluentes atmosféricos são propostos padrões de qualidade, ou seja, limites de concentração no ar para estes agentes dispersos na atmosfera. Um padrão de qualidade do ar define legalmente um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico, garantindo a proteção da saúde e do bem-estar humano.

Na década de 60, os Estados Unidos da América estabeleceram padrões de qualidade do ar, especificando os poluentes atmosféricos que seriam controlados, nomeadamente, partículas inaláveis, O₃, SO₂, CO e NO₂. Com o objetivo de estabelecer esse controle, criou-se a Environmental Protection Agency (EPA), Agência de Proteção Ambiental Americana, estabelecendo os padrões de qualidade do ar quanto aos seus valores primários e tempo médio (tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes segundo EPA, EUA. Adaptado de Bascon *et al.*, (1996).

Poluente	Padrões Primários	Tempo Médio
Partículas inaláveis (PM ₁₀)	50 µg/m ³	Média aritmética anual
	150 µg/m ³	Nível limite para 24 horas
Ozono (O ₃)	0,12 ppm (235 µg/m ³)	Média de 1 hora máxima diária
Dióxido de enxofre (SO ₂)	0,03 ppm (80 µg/m ³)	Média aritmética anual
	0,14 ppm (365 µg/m ³)	Nível máximo em 24 horas
Monóxido de carbono (CO)	9 ppm (10 µg/m ³)	Média máxima de 8 horas
	35 ppm (40 µg/m ³)	Nível máximo em 1 hora
Dióxido de azoto (NO ₂)	0,053 ppm (100 µg/m ³)	Média aritmética anual

A qualidade do ar tem vindo a ser objeto de um vasto trabalho ao nível do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional no quadro da Agência Portuguesa do Ambiente, em coordenação com as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional no território de Portugal Continental e com as Direções Regionais

do Ambiente das Regiões Autónomas (Agência Portuguesa do Ambiente - <http://www.qualar.org/>).

Recentemente, toda a legislação comunitária nesta matéria foi revista com o objetivo de incorporar os últimos progressos científicos e técnicos neste domínio bem como a experiência adquirida nos Estados-Membros, tendo sido publicada a Diretiva 2008/50/CE de 21 de Maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa.

Segundo o Relatório do Estado do Ambiente 1999 – Qualidade do Ar, em Portugal, a vigilância da qualidade do ar é feita através de 76 estações de medição, localizadas quer em centros urbanos quer próximo de zonas sob a influência das principais indústrias. Algumas destas estações são geridas pelas Direções Regionais do Ambiente (DRA) e outras por entidades privadas.

Capítulo 3 - Revisão Bibliográfica

3.1. Introdução

Neste capítulo faz-se a revisão da literatura considerada necessária para a fundamentação deste estudo, abordando a história da toxicologia, as áreas da toxicologia, classificação dos agentes tóxicos, fatores que influenciam a toxicidade, testes de toxicidade e a relação dose-resposta. Pretende-se, ainda, abordar o efeito dos metais no organismo e por fim expõe-se o objetivo orientador do estudo.

3.2. A História da Toxicologia

O conceito de Toxicologia não é muito simples, como ciência, constitui-se num campo de estudo multidisciplinar, enquanto os conceitos geralmente refletem áreas de estudo específicas. A palavra Toxicologia denota o estudo dos venenos, tem a sua origem no grego *toxicon*, que significa "arco". Acredita-se que esteja associada ao uso de flechas envenenadas durante as guerras, possivelmente, uma das primeiras aplicações intencionais de substância tóxica ao Homem. Pode-se definir um veneno como sendo um agente capaz de produzir uma reação prejudicial no sistema biológico, uma função que fere seriamente ou causando morte. Esta não é, no entanto, uma definição útil pela simples razão de que praticamente todos os químicos conhecidos têm o potencial de causar ferimentos ou morte se estiver presente na quantidade suficiente. Neste contexto, esta ciência foi estudada e praticada desde a antiguidade.

As primeiras citações de substâncias tóxicas foram encontradas no papiro de Ebers (1500 antes de Cristo, a. C), contendo informações acerca de vários venenos, incluindo a cicuta, o acónio, o ópio e metais como o chumbo, o cobre e o antimónio. Alguns séculos depois, Hipócrates (400 a. C) acrescentou uma série de venenos, redigindo alguns princípios instruindo o uso terapêutico de determinadas substâncias. Do mesmo modo, referiu algumas doenças que surgiram durante determinadas atividades profissionais. Teofrastes (370 - 286 a. C) escreveu "*De Historia Plantarum*" abordando inúmeras plantas tóxicas. A primeira tentativa de classificação dos venenos, acompanhada por descrições e imagens, foi realizada por Dioscorides (50 d. C), um físico grego na corte do imperador romano, Nero, classificando os venenos em vegetais, animais ou minerais (Gunther, 1934). A procura dos antídotos surgiu com lendas como a de Mithridates (100 a. C), o Rei de Ponto VI, tendo descoberto um antídoto para cada réptil venenoso e substância venenosa (Guthrie, 1946). Com a finalidade de se proteger contra eventuais tentativas de intoxicações, periodicamente, ingeria uma mistura de 36 ingredientes (54 segundo Galeno). Inventou o *Mithridaticum*, um antídoto

universal contra venenos, que foi popular até ao final do século XVII. Nicander de Colophon (204 - 135 a. C) escreveu tratados poéticos sobre venenos (*Theriaca*) e antidotos (*Alexipharmaca*).

Os envenenamentos em Roma atingiram proporções epidémicas durante o quarto século a.C. (Livy). Foi durante este período que se descobriu uma conspiração de mulheres cujo objetivo consistia em lucrar com as mortes de homens. Uma grande escala semelhante de envenenamento continuou até Sulla ter emitido a *Lex Cornelia* (cerca de 82 a.C.), a primeira lei contra o envenenamento, tornando-se mais tarde um estatuto regulamentar dirigido a distribuidores descuidados de droga. Nero (37-68 d.C.) usou venenos para acabar com o seu meio-irmão Britannicus e empregou os seus escravos como provadores de comida para diferenciar cogumelos comestíveis dos venenosos.

Durante a Idade Média, a Toxicologia pouco se desenvolveu, as doenças eram consideradas como um castigo de Deus. Maimonides (1135 - 1204) escreveu a obra *Poisons and Their Antidotes* (1198), compilando uma lista de remédios para extrair venenos com o intuito de tratar envenenamentos de insetos, cobras e cães raivosos. Há rumores de que alquimistas deste período (cerca de 1200 d.C.), na procura do antidoto universal, aprenderam a destilar produtos fermentados e fizeram uma bebida de 60% de etanol que tinha poderes interessantes.

No início do Renascimento, os italianos, com um pragmatismo característico, trouxeram a arte de envenenamento para o seu apogeu, o envenenador tornou-se uma parte integral da cena política. Uma figura infame da época era uma senhora chamada Toffana que vendia cosméticos que continham arsénico, *Agua Toffana*, com instruções apropriadas para o seu uso. Cosméticos contendo arsénico foram relatados como sendo responsáveis por mortes até ao século XX (Kallet *et al.*, 1933). Toffana foi sucedida por um imitador, Hieronyma Spara, direcionando as suas atividades para objetivos específicos matrimoniais e monetários. Um clube local foi formado por mulheres jovens, ricas e saudáveis, que logo se tornou um clube de jovens viúvas ricas, relembrando a conspiração matronal da Roma de séculos anteriores.

Entre as famílias proeminentes envolvidas no envenenamento, Alexandre VI, o seu filho César e Lucrezia Borgia eram muito ativos. No final do século XV, os Borgias utilizavam as suas habilidades de envenenamentos para aumentar a sua riqueza e o seu poder. Catarina de Médici exportou as suas habilidades da Itália para França, onde os principais alvos das mulheres eram os seus maridos. No entanto, ao contrário dos envenenadores de um período anterior, o círculo representado por Catarina e sintetizada pela notória Marquesa de Brinvilliers dependia do desenvolvimento de evidências diretas para alcançar os compostos mais eficazes para as suas finalidades. Catarina, sob o pretexto de entregar mantimentos a doentes e pobres, testou misturas tóxicas, observando atentamente a resposta tóxica (início

de ação), a eficácia do composto (potência), o grau de resposta das partes do corpo (especificidade, local de ação) e as queixas da vítima (sinais clínicos e sintomas).

Uma figura significativa na história da ciência e medicina na Idade do Iluminismo foi Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim-Paracelsus (1493-1541). Paracelsus, alquimista-médico, relatou ocorrências de intoxicações em atividades de mineração e refinação de metais, introduziu o mercúrio como o medicamento de eleição para o tratamento da sífilis (Pachter, 1961) e introduziu postulados fundamentais atribuindo uma nova visão à Toxicologia como ciência, continuando a ser parte integrante da estrutura da toxicologia, da farmacologia e da terapêutica de hoje (Pagel, 1958). Enfatizou que a experimentação é essencial para a análise de respostas biológicas provocadas por substâncias químicas; há uma distinção entre as propriedades terapêuticas e tóxicas do químico; estas propriedades são por vezes, indistinguíveis exceto por dose e que as substâncias químicas apresentam um grau de especificidade quanto aos terapêuticos ou tóxicos. Paracelsus, expôs, pela primeira vez, um dos conceitos básicos da toxicologia, quando escreveu: *“o que não é veneno? Todas as substâncias são veneno, não há uma que não o seja. Somente a dose determina que uma dada substância não seja um veneno”*. Iniciou-se o estudo da toxicidade e a relação dose-resposta de agentes terapêuticos.

Matthieu Joseph Bonaventura Orfila (1787-1853), um médico espanhol na corte francesa, foi o principal médico-legista da sua época. Orfila nasceu em Minorca, Espanha, estudou em Valencia, Barcelona e Paris e foi um dos fundadores da Academie de Medicine. Desempenhou um papel importante no caso LaFarge, em Paris, adotando o novo teste de Marsh para a detecção do arsénio.

Em 1814, foi publicada a sua primeira obra sobre toxicologia geral, *Traite des poisons* (figura 3.1) em dois volumes. Orfila classificou os venenos em corrosivos, adstringentes, acres, entorpecentes ou narcóticos, narcoticoácidos e sépticos ou putrefacientes.

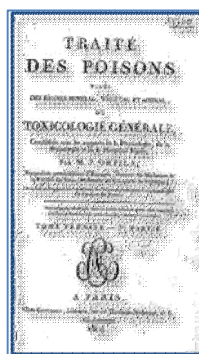


Figura 3.1 - Traite des poisons.

Posteriormente, na Grã-Bretanha efetuou-se uma tradução inglesa (1816) e a primeira edição traduzida nos Estados Unidos foi publicada em 1817. Em 1815 publicou o primeiro grande trabalho dedicado expressamente à toxicidade dos agentes naturais, abordando os efeitos nocivos de substâncias químicas sobre os organismos. Este trabalho abordou muitos aspetos da

toxicologia, as relações que existem desde a introdução de um químico no organismo e os sintomas de intoxicação observados, mecanismos pelos quais os produtos químicos são eliminados do corpo, e no tratamento de envenenamento com antídotos, reconhecimento válido até hoje.

Francois Magendie (1783-1855), um médico e fisiologista experimental, estudou os mecanismos de ação da emetina, estricnina e o “veneno de flecha” (Olmsted, 1944). Claude Bernard (1813-1878), um dos estudantes mais famosos de Magendie continuou o estudo dos venenos de flecha (Bernard, 1850) e pesquisou sobre o mecanismo de ação do monóxido de carbono, descobrindo que a combinação do monóxido de carbono com a hemoglobina produz a carboxiemoglobina.

Inúmeros cientistas alemães contribuíram muito para o crescimento da toxicologia nos finais do século XIX e no início do século XX, incluindo o Oswald Schmiedeberg (1838-1921) e Louis Lewin (1850-1929). Schmiedeberg fez muitas contribuições para a ciência da toxicologia, estudou a síntese do ácido hipúrico no fígado e os mecanismos de desintoxicação do fígado em várias espécies animais (Schmiedeberg e Koppe, 1869). Lewin, contribuiu para a clássica toxicidade crônica dos narcóticos e outros alcaloides e publicou trabalhos relacionados com a toxicidade do metanol, glicerol, acroleína e clorofórmio (Lewin, 1920; Lewin, 1929).

O crescimento exponencial da toxicologia durante os anos de 1900 pode ser rastreado até à época da II Guerra Mundial com o aumento na produção de medicamentos, pesticidas, munições, fibras sintéticas e químicos industriais. No entanto, a origem da toxicologia moderna pode ser atribuída a Orfila e pode ser vista como a continuação do desenvolvimento das ciências biológica e física nos finais do século XIX e século XX. Tem-se desenvolvido a um ritmo crescente nas ciências básicas químicas, biológicas e bioquímicas. Entre esses avanços, destacam-se os instrumentos e técnicas modernas de análise química que fornecem os meios para a medição de venenos químicos e seus metabólitos em níveis muito baixos e com notável sensibilidade, aumentando significativamente, desta forma, as capacidades de toxicologia moderna.

3.3. Áreas da Toxicologia

A Toxicologia, sendo uma ciência multidisciplinar pode ser dividida em seis áreas de interesse, nomeadamente a Toxicologia Mecanística, Toxicologia Descritiva, Toxicologia Regulamentar, Toxicologia Forense, Toxicologia Clínica e a Toxicologia Ambiental. A Toxicologia Mecanística estuda mecanismos celulares, bioquímicos e moleculares, pelos quais os produtos químicos exercem efeitos tóxicos. A Toxicologia Descritiva tem como objetivo realizar testes de toxicidade os quais fornecem informação para avaliação da segurança e exigências reguladoras. A Toxicologia que permite desenvolver padrões e regulamentos para proteger a saúde humana e o meio ambiente dos efeitos adversos dos químicos é a

Regulamentar. Permite também decidir sobre a comercialização dos produtos sobre níveis permitidos no ar e na água. A Toxicologia Forense, tem como finalidade detetar aspetos médico - legais dos efeitos nocivos dos produtos químicos para fins judiciais. A área da toxicologia que estuda doenças causadas por ou associadas com substâncias tóxicas é a Clínica, desenvolvendo antídotos e tratamentos para melhorar os danos causados por xenobióticos e envenenamentos. A Toxicologia Ambiental permite estudar/avaliar o impacto de poluentes químicos do ambiente nos organismos biológicos (Klaassen, 2008).

3.3.1. Toxicologia Ambiental

É cada vez mais evidente que a saúde humana está intimamente relacionada com as condições do ambiente natural. A sobrevivência humana depende do bem-estar de outras espécies e da disponibilidade de ar, água, solo e alimentos limpos. Segundo Lu (1991), em geral, o público encontra-se exposto a uma enorme diversidade de tóxicos via ar, água e alimentos, geralmente em baixas concentrações, não produzindo efeitos agudos mas sim a longo prazo. As fontes destas substâncias, o transporte, a degradação e a bioconcentração no ambiente e os seus efeitos no Homem são tratados na Toxicologia Ambiental. Sendo o ambiente um dos principais determinantes da saúde e do bem-estar humano, a Toxicologia Ambiental considera as substâncias perigosas em qualquer meio, seja na água, no ar ou no solo, que podem produzir efeitos nocivos (IPCS, 1997). Trata-se de uma ferramenta importante para a pesquisa da saúde ambiental, devendo ser estimulada e fortalecida como uma disciplina específica (WHO, 1989). Esta ciência é bastante eclética e multidisciplinar, envolvendo diversas áreas de estudo como a química (orgânica e analítica), a bioquímica, biologia, fisiologia, anatomia, genética, microbiologia, ecologia, epidemiologia, estatística, farmacologia, legislação, água e atmosfera (Hodgson, 2004; Yu, 2005; Zakrzewski, 1994). A figura 3.2 apresenta os objetos de estudo de algumas destas áreas.



Figura 3.2 - Objetos de estudo de algumas áreas compreendidas pela toxicologia ambiental (Espindola *et al.*, 2008).

A Toxicologia Ambiental foca-se nos impactos de poluentes químicos nos organismos ambientais e biológicos. Embora toxicologistas preocupados com os efeitos de poluentes ambientais na saúde humana encaixem nesta definição, é mais comumente associada a estudos sobre os impactos de químicos em organismos não-humanos, tais como peixes, aves, animais terrestres, e as plantas. A Ecotoxicologia é uma ciência nova quando comparada com outras ciências e mundialmente ficou conhecida a partir depois anos 60. Trata-se de uma área especializada dentro da Toxicologia Ambiental que se concentra mais especificamente no impacto de substâncias tóxicas na dinâmica populacional num ecossistema (Rand *et al.*, 1995). O transporte, o destino, e as interações de químicos no ambiente constituem uma componente crítica tanto na toxicologia ambiental como na ecotoxicologia.

3.4. Classificação de Agentes Tóxicos

Um tóxico é qualquer agente capaz de produzir efeitos nocivos num sistema biológico, danificando seriamente a função ou produzindo morte. Este termo é usado quando se fala de substâncias tóxicas que são produzidas por ou são um subproduto de atividades antropogênicas. No entanto, alguns tóxicos também podem ser produzidos por atividades naturais, por exemplo, os hidrocarbonetos poliaromáticos são produzidos pela combustão de matéria orgânica, que tanto pode ocorrer através de processos naturais (fogos florestais) como através de atividades antropogênicas (combustão de carvão para produção de energia e tabagismo). Estas substâncias tóxicas são chamadas tóxicas, ao invés de toxinas, porque, embora sejam produzidas naturalmente, não são produzidas por sistemas biológicos. O termo toxina geralmente refere-se a substâncias tóxicas que são produzidas por sistemas biológicos como plantas, animais, fungos, ou bactérias.

Dependendo dos interesses ou necessidades do classificador, os agentes tóxicos são classificados de diversos modos (Klaassen, 2008): quanto aos órgãos-alvos sobre os quais os tóxicos atuam (fígado, rim, sistema hematopoiético), a sua utilização (pesticida, solvente, aditivo alimentar, etc.), a sua origem (toxinas animais e vegetais), os seus efeitos (cancerígenos, mutagênicos), o seu estado físico (gasoso, pó, líquido), a sua estabilidade química ou reatividade (explosiva, inflamável, oxidante), a sua estrutura química geral (amina aromática, hidrocarbonetos halogenados), quanto ao seu potencial tóxico (existem seis graus diferentes de toxicidade, ver tabela 3.1) e o seu mecanismo bioquímico de ação (agentes alquilantes, inibidores de colinesterase, produtores de meta-hemoglobina).

Tabela 3.1 - Grau de toxicidade (Simões *et al.*, 2011).

Grau	Intervalo	Designação
1	$> 1,5 \times 10^4$ mg/kg	Praticamente não tóxico
2	$5 \times 10^3 - 1,5 \times 10^4$ mg/kg	Levemente tóxico
3	500 - 5000 mg/kg	Moderadamente tóxico
4	50 - 500 mg/kg	Muito tóxico
5	1 - 50 mg/kg	Extremamente tóxico
6	< 1 mg/kg	Supertóxico

3.5. Fatores que Influenciam a Toxicidade

A toxicidade é influenciada pela natureza da substância tóxica e a sua matriz, pelo sujeito exposto e pelas condições de exposição (figura 3.3).

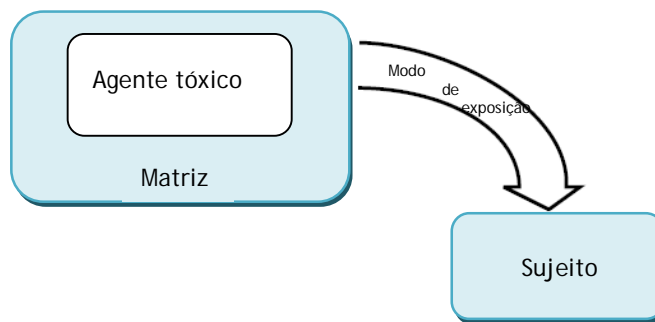


Figura 3.3 - Fatores que influenciam a toxicidade (Manahan, 2002).

Relativamente ao primeiro fator, forma da substância tóxica e sua matriz, quando expostos no ambiente, os tóxicos a que os organismos estão sujeitos, por inalação, podem existir sob várias formas físicas distintas. Podem apresentar-se sob a forma de gases (substâncias tais como monóxido de carbono existente no ar que, normalmente, encontram-se no estado gasoso sob condições ambientes de temperatura e pressão), vapores (materiais de fase gasosa que podem evaporar ou sublimar como o benzeno ou o naftaleno), poeiras (partículas sólidas respiráveis produzidas por moagem de sólidos granel), fumos (partículas sólidas a partir da condensação de vapores, frequentemente metais ou óxidos de metal) e nevoeiro (gotas de líquido).

O grau de toxicidade de uma substância poderá depender da sua matriz, trata-se de uma substância em que o agente tóxico encontra-se em solução ou numa mistura de substâncias, sendo dissolvido. O meio/material onde o agente tóxico se dissolve, designa-se veículo, sendo a água comumente usada em estudos laboratoriais de toxicidade. Os adjuvantes são

excipientes que podem aumentar o efeito de uma substância tóxica ou reforçar a ação farmacológica.

A primeira classe de fatores de toxicidade relacionados com o sujeito exposto aos agentes tóxicos consiste na classificação taxonómica do sujeito (espécie e estirpe), visto que quando se recorre a testes laboratoriais, é importante considerar o status genético dos organismos-teste, inclusive se são irmãos de ninhada ou produtos de endogamia. A massa corporal, sexo, idade, grau de maturidade e o estado imunológico também são fatores importante na toxicidade. A outra classe principal consiste nos fatores ambientais, nas condições atmosféricas ambientais, como a temperatura, pressão e humidade, a composição da atmosfera, incluindo a presença de poluentes atmosféricos, como o ozono ou monóxido de carbono. A luz e o ruído também podem influenciar a resposta dos indivíduos a um agente tóxico (Manahan, 2002; Klaassen, 2008).

Para caracterizar totalmente o risco potencial da exposição de organismos a substâncias tóxicas, é preciso saber o tipo de efeito que um agente químico específico produz, a dose necessária para produzir esse efeito, informações sobre o agente, a duração da exposição e a frequência da exposição e a suscetibilidade global do sistema ou sujeito (Klaassen, 2008; Manahan, 2002). Ao discutir locais de exposição para substâncias tóxicas, é útil considerar as principais vias e locais de exposição, a distribuição e eliminação de substâncias tóxicas do corpo, como mostra a figura 3.4. As principais vias através das quais agentes tóxicos ganham acesso ao corpo dos seres humanos são a pele, os pulmões (inalação, respiração) e o aparelho gastrointestinal (ingestão). As vias de menor exposição são a via retal, vaginal e parentérica (intravenosa ou intramuscular, um meio comum para a administração de medicamentos ou de substâncias tóxicas em organismos - teste).

Os agentes tóxicos geralmente produzem um maior efeito e uma resposta mais rápida quando administrado diretamente na corrente sanguínea (via intravenosa). A exposição ocupacional a agentes tóxicos resulta mais frequentemente da respiração de ar contaminado (inalação) e/ou contacto direto e prolongado da pele com a substância (exposição dérmica), enquanto o envenenamento accidental ou suicida ocorre mais frequentemente por ingestão oral. A comparação da dose letal de uma substância tóxica por diferentes vias de exposição fornece informação útil sobre o seu grau de absorção. Em casos em que a dose tóxica após a administração por via oral ou dérmica é semelhante à dose tóxica após a administração intravenosa, a suposição é que o agente tóxico é absorvido prontamente e rapidamente. Inversamente, em casos em que a dose tóxica por via dérmica é em vários graus de uma grandeza maior do que a dose tóxica por via oral, é provável que a pele proporcione uma barreira eficaz contra a absorção do agente. Os efeitos tóxicos por qualquer via de exposição também podem ser influenciados pela concentração do agente no seu veículo, pelo volume

total do veículo e pelas propriedades do veículo ao qual o sistema biológico é exposto, e pela velocidade com que a exposição ocorre.

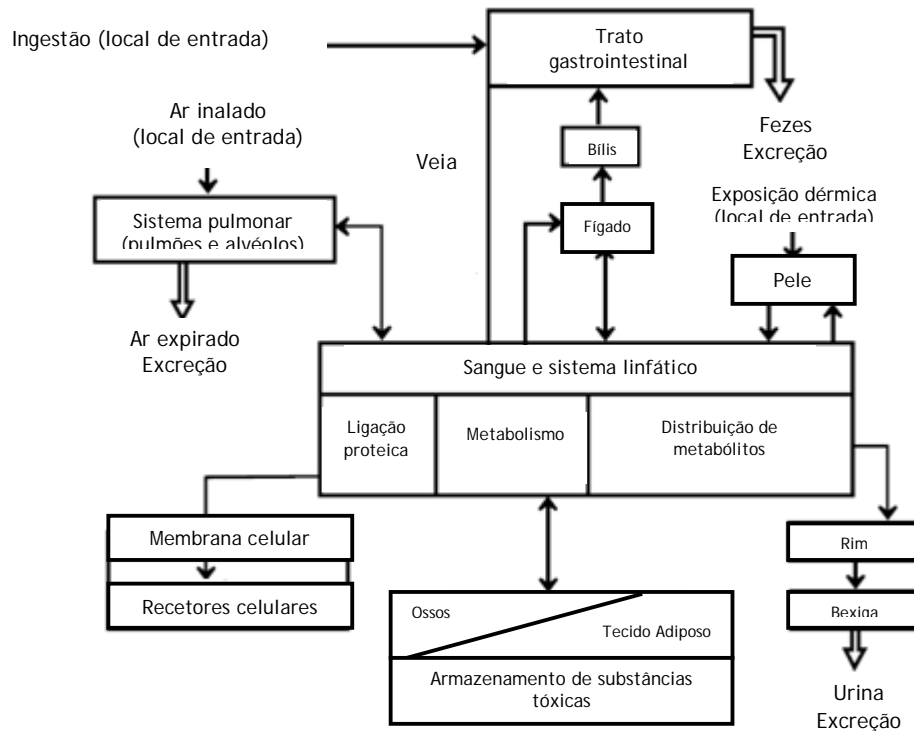


Figura 3.4 - Principais locais de exposição, metabolismo, armazenamento e vias de distribuição e eliminação de substâncias tóxicas no organismo. Adaptado de Manahan, 2002.

Para além da via de exposição, a duração e a frequência da exposição é outro fator que influencia a toxicidade. É possível classificar a duração da exposição em aguda, crónica, subaguda e subcrónica. A exposição aguda ocorre num simples incidente ou episódio tendo uma duração de 24 horas, podendo afetar o local de exposição, particularmente a pele e os olhos. As mesmas partes do corpo podem ser afetadas pela exposição crónica, ocorrendo repetidamente durante um período de tempo prolongado, de vários meses ou anos. No que diz respeito à exposição subaguda e subcrónica, ambas são exposições repetidas a um agente tóxico, diferindo somente no tempo. Enquanto a exposição subaguda a um agente tóxico pode ocorrer durante um mês ou menos, a subcrónica ocorre durante um a três meses. Com qualquer tipo de exposição repetida, a produção de efeitos tóxicos pode ser totalmente dependente da frequência em vez da duração da exposição, caracterizando-se em subaguda, subcrónica e crónica (Klaassen, 2008).

3.6. Testes de Toxicidade

Os testes de toxicidade são ensaios laboratoriais utilizados para estimar a toxicidade de substâncias, efluentes industriais e amostras ambientais. São realizados sob condições experimentais específicas e controladas, baseando-se em dois princípios: os efeitos produzidos por um composto em animais de laboratório, quando adequadamente qualificados, são aplicáveis a humanos e a exposição, de animais experimentais a agentes tóxicos em doses elevadas é um método necessário e válido de descoberta de possíveis riscos no homem. Os testes de toxicidade são desenhados para caracterizar os efeitos tóxicos que um químico pode produzir e não para demonstrar que um químico é seguro (Klaassen, 2008).

Por razões económicas e práticas, muitas vezes os testes de toxicidade são realizados utilizando uma única espécie de organismos-teste aquáticos (Ribo, 1997). Podem ser classificados em agudos e crónicos, diferindo na duração e nas respostas finais que são medidas.

3.6.1. Testes de Toxicidade Aguda

Têm como objetivo estimar a dose ou concentração de um agente tóxico que seria capaz de produzir uma resposta específica mensurável num organismo-teste ao fim de 24 horas, causando danos biológicos severos ou morte (Yu, 2005; Pankratz, 2001). Normalmente o efeito medido neste tipo de testes é a mortalidade e a imobilidade, observando-se a mortalidade para peixes e a imobilidade para invertebrados (Van Leeuwen, 2006).

Os testes de toxicidade aguda, utilizando métodos estatísticos computacionais, permitem determinar os valores da dose letal (DL_{50}), da concentração letal (CL_{50}) e da concentração efetiva (CE_{50}). A DL_{50} e os outros efeitos tóxicos agudos são determinados após uma ou mais vias de administração em uma ou mais espécies. A DL_{50} é a dose de amostra que causa 50% de mortalidade dos organismos durante o tempo de exposição de 24 a 96 horas. É expressa em mg de substância por massa do organismo em kg (mg/kg). Enquanto que a CL_{50} é a concentração de amostra que causa 50% de mortalidade dos organismos durante 24 a 96 horas, a CE_{50} é a concentração de amostra que causa um efeito agudo (por exemplo, imobilidade) a 50% dos organismos num tempo de exposição de 24 ou 48 horas (Klaassen, 2008).

Os testes de toxicidade aguda, para além de fornecerem uma estimativa quantitativa da toxicidade aguda (DL_{50}) por comparação com outras substâncias, também permite identificar órgãos-alvo e outras manifestações clínicas de toxicidade aguda. Do mesmo modo, permite estabelecer a reversibilidade da resposta tóxica e fornece um guia das séries de doses para outros estudos (D´Arcy *et al.*, 1992).

Os estudos de letalidade aguda são essenciais para caracterizar os efeitos tóxicos de químicos e o seu risco para o homem, em situações de exposição a elevadas concentrações. No entanto, há limitações, apenas prevê riscos associados a exposição de curta duração a elevadas concentrações.

3.6.2. Testes de Toxicidade Crónica

Segundo Yu (2005), os testes de toxicidade crónica permitem avaliar a os possíveis efeitos não letais dos organismos - teste sob condições de exposições prolongadas, afetando as funções biológicas tais como, reprodução, desenvolvimento de ovos, crescimento e maturação. Antigamente, estes testes baseavam-se na duração do ciclo de vida completo dos organismos, implicando a realização de inúmeros ensaios. No entanto, com o objetivo de minimizar a quantidade de ensaios, tornando-os mais acessíveis, desenvolveu-se novos ensaios contemplando somente parte do ciclo de vida ou os estágios iniciais de vida dos organismos - teste, como embriões, larvas e jovens (Aragão *et al.*, 2006). Os resultados obtidos neste tipo de testes podem ser expressos em CE_{50} , como concentração de efeito não observado (CENO) e concentração de efeito observado (CEO). A CENO é a maior concentração de agente tóxico que não causa efeito deletério estatisticamente significativo nos organismos durante o tempo de exposição (sete dias) e a CEO é a menor concentração de agente tóxico que causa efeito deletério estatisticamente significativo nos organismos durante o mesmo tempo de exposição.

De referir que, enquanto a DL_{50} é um parâmetro normalizado pelo peso do organismo expresso em mg/kg, os parâmetros CL_{50} , CE_{50} , CENO e CEO são normalizados em função do ambiente em que os organismos são expostos, sendo expressos em mg de substância por litro de solução (Hodgson, 2004; Yu, 2005). Todos estes parâmetros exprimem uma relação inversa à toxicidade, ou seja, quanto menor forem os seus valores numéricos, maior será a sua toxicidade.

3.7. Relação Dose - Resposta

Com o intuito de se compreender/explicar os efeitos que os tóxicos têm sobre os organismos, surge o conceito de dose-resposta. Qualquer que seja a resposta selecionada, a relação entre o grau de resposta do sistema biológico e a quantidade de tóxico administrado assume uma forma que ocorre tão consistentemente que é considerado o conceito mais fundamental e penetrante na toxicologia (klaassen, 2008). Dose é a quantidade de um agente tóxico para o qual um organismo é exposto, por unidade de massa corporal. A resposta é o efeito sobre o organismo resultante da exposição a um agente tóxico.

Em geral, as curvas que representam a relação dose-resposta apresentam comportamento não retilíneo do tipo sigmóide, como mostra a figura 3.5 (Hodgson, 2004). A dose correspondente ao ponto médio (ponto de inflexão) de uma curva estatística é a estimativa da dose que provocaria a morte de 50% dos sujeitos e é designada por dose letal, LD₅₀. Quando há exposição a substâncias tóxicas existentes no ar, a exposição é comumente expressa como concentração, obtendo-se valores de CL₅₀, em que C representa a concentração, em vez de dose.

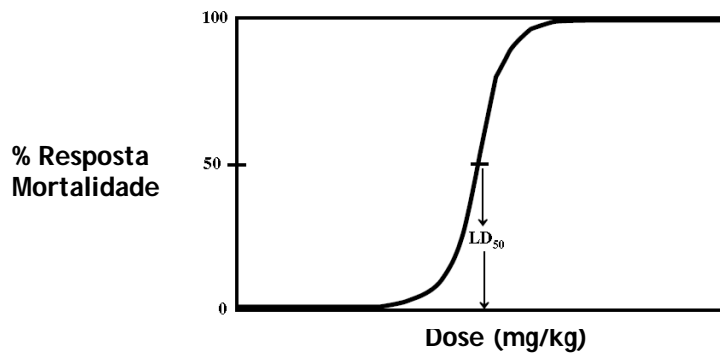


Figura 3.5 - Curva dose - resposta (Manahan, 2002).

Tal gráfico pode ser obtido, por exemplo, através da administração de diferentes doses de um veneno de uma maneira uniforme para uma população homogênea de organismos - teste. Como se pode visualizar através da figura 3.5 e segundo Simões *et al.*, (2011), a resposta aumenta à medida que a dose aumenta; em doses relativamente baixas, não se verifica qualquer resposta por parte dos organismos enquanto que com doses mais elevadas, todos os organismos apresentam uma resposta (por exemplo, todos morrem). No meio, existe uma gama de doses em que alguns organismos respondem de uma forma específica mas outros não, definindo assim uma curva de dose-resposta. As relações dose-resposta diferem dos tipos e estirpes de organismos, os tipos de tecidos e de populações de células.

Outro aspeto importante da relação dose-resposta é o conceito de dose limiar ou limite, abaixo do qual não há nenhuma resposta. São aplicáveis especialmente para os efeitos agudos e são muito difíceis de determinar, apesar da sua importância crucial na determinação de níveis seguros de exposição a produtos químicos.

3.8. Metais no Organismo

A história da Humanidade está intimamente relacionada com o aparecimento de novos materiais e novas técnicas. Os metais são mobilizados e distribuídos através de processos químicos ambientais que são fortemente influenciados pelas atividades humanas. Um exemplo marcante desse fenômeno é o que sucedeu ao bloco de gelo da Groenlândia (Goyer, 1990). A partir de níveis muito baixos, antes da ocorrência da industrialização, o teor de chumbo do gelo aumentou paralelamente com a revolução industrial, mostrando uma tendência fortemente acelerada em 1920, com a introdução de chumbo na gasolina. Com a redução do uso de gasolina com chumbo, nalguns países verificou-se uma diminuição dos níveis de chumbo.

Os metais constituem cerca de 80 % dos elementos químicos conhecidos, pelo que não surpreende que desempenhem um papel fundamental nesta evolução histórica. No entanto, o seu uso é relativamente recente, porque a maioria dos metais não se encontram livres na Natureza mas combinados com outros elementos, em regra, com o oxigénio ou enxofre, formando compostos de onde têm de ser extraídos. A palavra metal deriva de *métallon* que, em grego significa mina, e assume nos dias de hoje, vários significados, conforme o contexto em que é utilizado (Gil *et al.*, 2009).

São 90 os elementos de origem natural conhecidos, tanto na Terra como em qualquer parte do Universo, o que sustenta a hipótese de uma origem comum. Há também mais de 20 elementos de origem laboratorial, embora alguns, muito instáveis, existam em quantidades muito pequenas. Trata-se dos elementos de número atómico (Z) superior ao do urânio (Z = 92), além do tecnécio (Z = 43) e do promécio (Z = 61), todos elementos metálicos. Dos 90 elementos naturais, 65 correspondem a metais, 8 a semi-metais e 17 a não-metais (figura 3.6).

1																		18																	
1																		18																	
H																	He																		
Li	Be												B	C	N	O	F	Ne																	
Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar																	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																		
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh		Uuo																		
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																			
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																			

Figura 3.6- Elementos de metais, semi-metais e não-metais organizados na Tabela Periódica.

Os metais são frequentemente caracterizados e distinguidos dos não-metais pelas suas propriedades físicas, elevada condutividade elétrica e térmica, apresentam um brilho metálico, maleabilidade e ductilidade (Housecroft *et al.*, 2008; Müller 2007). Todos os metais de origem natural são sólidos nas condições pressão atmosférica de uma atmosfera e temperatura de 0° C (condições PTN) exceto o mercúrio (Hg) que é líquido. Na classe dos metais, como substâncias elementares, encontram-se alguns que são particularmente semelhantes, os metais alcalinos (grupo 1 da tabela periódica) e os metais alcalino terrosos (grupo 2 da tabela periódica).

A maior parte dos elementos químicos que constituem a tabela periódica encontra-se presente no organismo humano. Os elementos químicos aparecem de forma combinada nas mais variadas substâncias, desempenhando funções distintas. No organismo, os metais encontram-se quase sempre na forma oxidada ou quimicamente combinada, sendo o mercúrio uma exceção notável, em que o vapor do mercúrio elementar entra rapidamente no corpo através da via pulmonar. A forma mais simples de um metal se ligar quimicamente no corpo é através do cátion hidratado, o exemplo mais abundante no organismo é o sódio hexahidratado - $\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_6^+$. Para valores de pH ligeiramente superior a sete, muitos íons metálicos tendem a ligar-se a um ou mais grupos hidróxido, como o ferro (II) em $\text{Fe}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^+$. Alguns íons metálicos têm uma forte tendência para perder o íon H^+ que, com exceção de valores de pH muito baixos, existem como hidróxidos insolúveis. Um exemplo comum deste fenómeno é o ferro (III), que é muito estável como o óxido de ferro insolúvel hidratado (III), $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, ou hidróxido, $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Alguns metais podem ligar-se a alguns aniões nos fluidos corporais. Por exemplo, no estômago, algum ferro (III) pode estar presente como HFeCl_4 e o ácido clorídrico impede a formação de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ insolúvel, ficando disponível para se ligar ao ferro (III) a uma concentração elevada de íons cloreto. A existência de pares de íons consiste em metais carregados positivamente (cátions) e negativamente (aniões) nos fluidos corporais. Estes não envolvem ligações covalentes entre cátions e aniões, mas sim uma atração eletrostática, tal como nos pares de íons $\text{Ca}^{2+} \text{HCO}_3^-$ ou $\text{Ca}^{2+} \text{Cl}^-$ (Manahan, 2002).

3.8.1. Elementos essenciais

Alguns elementos são essenciais para a composição ou função do corpo. A água constitui quase toda a massa do corpo humano, sendo assim, os elementos oxigénio e hidrogénio são os elementos mais abundantes. O carbono e o azoto são constituintes das estruturas orgânicas (proteínas, lípidos e hidratos de carbono) que compõem o corpo humano. Outros seis elementos, sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, enxofre e cloro são essenciais para todas as formas de vida conhecidas constituindo cerca de 0,9 % dos elementos constituintes do corpo humano. Os restantes 0,1 %, também designados elementos vestigiais, estão presentes em mínimas quantidades mas são essenciais para a saúde humana (Dantas *et al.*, 2009). Existem catorze elementos metálicos que são essenciais à vida humana. A tabela seguinte indica-os, com as respetivas massas, para um adulto médio.

Tabela 3.2- Elementos metálicos essenciais à vida humana (massas para um adulto médio). Adaptado de Gil *et al.*, 2009.

Nome	Símbolo Químico	Massa (gramas)
Cálcio	Ca	1000
Potássio	K	140
Sódio	Na	100
Magnésio	Mg	25
Ferro	Fe	4,2
Zinco	Zn	2,3
Cobre	Cu	0,072
Estanho	Sn	0,020
Vanádio	V	0,020
Crómio	Cr	0,014
Manganésio	Mn	0,012
Molibdénio	Mo	0,005
Cobalto	Co	0,003
Níquel	Ni	0,001

Os metais presentes em maiores quantidades no corpo são o cálcio (Ca), seguido do potássio (K) e o sódio (Na). Cerca de 99% do cálcio, na forma de Ca^{2+} , faz parte do fosfato de cálcio, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, que constitui cerca de 40% do nosso esqueleto, e do hidroxifosfato de cálcio, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, que, com o fosfato, entra na constituição dos dentes. Para além destas funções, o elemento cálcio desempenha outros papéis, em que se inclui a divisão celular, a regulação hormonal, a coagulação do sangue e a contração muscular. Uma deficiência em cálcio traduz-se sobretudo num enfraquecimento do esqueleto, como sucede na osteoporose, afetando principalmente as mulheres a partir da menopausa. O potássio e o sódio estão presentes como K^+ e Na^+ em todas as partes do corpo, principalmente no fluido intercelular, nas células vermelhas do sangue, nos músculos e no tecido nervoso. A função principal destes elementos reside na comunicação de impulsos elétricos no sistema nervoso. Uma deficiência em potássio traduz-se num enfraquecimento muscular, com eventuais efeitos no músculo do coração (miocárdio). Um excesso deste elemento pode causar insuficiência renal e paralisção do sistema nervoso central.

Dois dos elementos metálicos indispensáveis à vida são magnésio e o ferro: o magnésio intervém na clorofila, fixando as radiações solares nos processos de fotossíntese nas plantas e o ferro principalmente pela sua intervenção na hemoglobina, transportando o oxigénio às células no homem e em muitos animais. O magnésio é o quarto metal mais abundante no corpo humano, encontrando-se disperso por todo o corpo, principalmente no esqueleto. Exerce três funções fundamentais no organismo, nomeadamente na regulação de movimento através de membranas celulares, participação em enzimas para disponibilização de energia a

partir dos alimentos e intervém na síntese de proteínas. Uma escassez deste elemento causa letargia, depressão e irritação. Para o cérebro funcionar normalmente necessita de ferro, além de outros elementos, em que a maior importância deste elemento reside na sua participação nos glóbulos vermelhos, extraindo o oxigénio existente no ar, nos pulmões, levando-o para todas as células com o objetivo de intervirem nas reações redox (mantêm a temperatura do corpo necessária à vida). A sua função principal consiste nas reações de oxidação da glucose, nos mecanismos de remoção de radicais livres e nas enzimas envolvidas na síntese do Ácido Desoxirribonucleico (ADN). Uma deficiência de ferro traduz-se em palpitações, cansaço e anemia e um excesso está relacionado com doenças degenerativas, como a doença de Parkinson e cancro.

O sexto elemento mais abundante no organismo, zinco, encontra-se no tecido muscular (maioritariamente), no fígado, rins, próstata e no sémen. Intervém num grande número de enzimas, especialmente as que regulam o crescimento, a longevidade, a fertilidade e o metabolismo do álcool. Do mesmo modo, faz parte das proteínas responsáveis pela síntese do ácido ribonucleico (ARN) a partir do ADN.

Os restantes metais referidos na tabela 3.2 são necessários em tão pequenas quantidades que o risco de haver deficiência deles é pequeno. Caso se ingerir em demasia constituem um elevado risco, por exemplo, uma dose de 30 gramas de sulfato de cobre (II) é letal, efeito contrariado pelos vômitos que produz (Gil *et al.*, 2009). Um excesso de cobre tem a capacidade de substituir o zinco e o ferro dos locais ativos nas respetivas enzimas. Desempenha um papel semelhante ao da hemoglobina, intervém na hemocianina de certos animais, como o polvo e o caracol. O cobalto intervém num complexo que se designa por vitamina B₁₂ e o molibdénio faz parte de algumas enzimas, nomeadamente a xantina-oxidase (fundamental no processo de produção de ácido úrico para eliminar os compostos azotados recusados pelo organismo) e a nitrogenase (fixação do azoto atmosférico nas raízes de certas plantas leguminosas). As funções destes elementos vestigiais, uns altamente tóxicos, como o vanádio e o crómio, outros de baixa toxicidade, como o estanho, não são ainda bem conhecidas.

3.8.2. Toxicidade dos Metais

Como se pode visualizar através da tabela 3.2, existem muitos metais que são essenciais porque desempenham funções fundamentais à vida, no entanto, quando em excesso podem tornar-se tóxicos, danificando os sistemas biológicos (Calabuig *et al.*, 2004; Gimbert *et al.*, 2008; Vries, 1996). De todos os metais conhecidos, apenas trinta são tóxicos para o Homem (Harbison, 1998; Klaassen, 2008; Vries, 1996). A toxicidade de um elemento depende da dose em que esse elemento é absorvido pelo corpo humano e da forma química na qual os elementos se encontram, espécie (Calabuig *et al.*, 2004; Yokel *et al.*, 2006).

Os íons metálicos comumente ligam-se a aminoácidos, os quais podem estar contidos em proteínas (incluindo enzimas) ou polipeptídeos. Os grupos de doadores de elétrons mais disponíveis para se ligarem a íons metálicos são o grupo amina e o grupo carboxilo (figura 3.7). A ligação de muitos metais ao grupo tiol (-SH) é especialmente forte porque os grupos -SH são componentes comuns dos locais ativos de muitas enzimas cruciais, incluindo aqueles que estão envolvidos na produção de energia celular e transporte de oxigênio.

O aminoácido que fornece geralmente grupos -SH em sítios ativos de enzimas é a cisteína, como se visualiza através da figura 3.7. O grupo imidazol do aminoácido histidina é uma característica comum de sítios ativos de enzimas com fortes capacidades de ligação a metais.

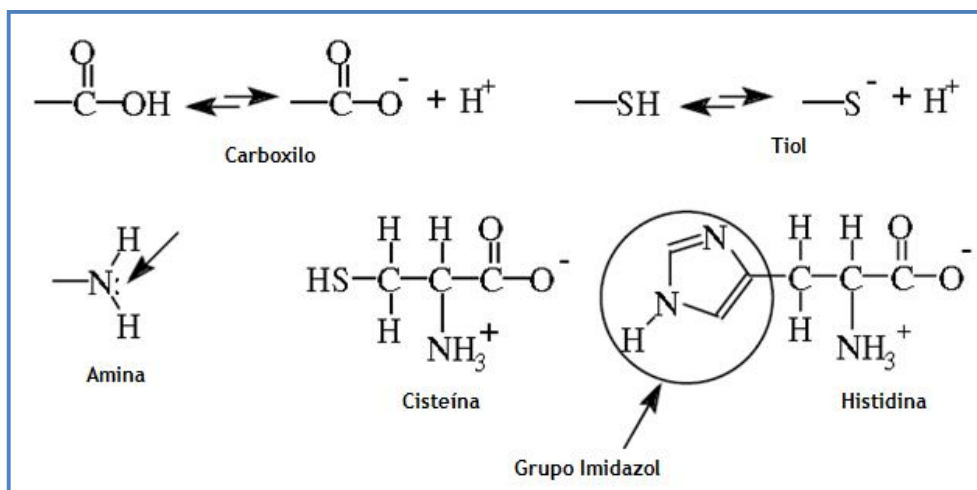


Figura 3.7 - Os principais grupos de ligação de íons metálicos nos tecidos biológicos (carboxilo, tiol, amina) e aminoácidos com fortes grupos de ligação de metais em locais ativos de enzimas (histidina, cisteína). A seta aponta para o grupo amina designando um par de elétrons não compartilhados disponíveis para a ligação de íons metálicos. O grupo tiol é um ácido fraco, que normalmente permanece ionizada até que o íon hidreto é substituído por um íon metálico.

A absorção de metais é, em grande medida em função da sua forma e propriedades químicas. A absorção através da via pulmonar é muito eficiente quando o metal está na forma de partículas respiráveis inferiores a 100 micrómetros de tamanho, como compostos organometálicos voláteis ou (no caso do mercúrio), como o vapor de metal elementar. A absorção através do trato gastrointestinal é afetada pelo pH, taxa de movimento através do trato e pela presença de outros materiais.

Metais tendem a acumular-se nos órgãos-alvo, observando-se uma resposta tóxica quando os níveis de metais nos órgãos atingem ou excedem um nível limiar. Muitas vezes, os órgãos mais afetados são aqueles que estão envolvidos na neutralização ou na eliminação de metais, nomeadamente fígado e rins. A forma do metal pode determinar qual o órgão que é adversamente afetado, por exemplo, o mercúrio organometálico afeta o cérebro e o sistema nervoso, enquanto os íons Hg^{2+} pode atacar os rins (Manahan, 2002).

Devido à possibilidade de exposição generalizada, combinada com uma toxicidade especialmente elevada, alguns metais são particularmente notáveis para os seus efeitos tóxicos, sendo prejudiciais à vida. A seguir, trata-se em particular, dos efeitos de alguns metais pesados.

3.8.3. Metais Pesados

Ao longo dos tempos, verificou-se uma evolução quanto ao conceito de metal pesado onde diversos pesquisadores aludiram definições de metal pesado. Duffus (2002) apresentou um relatório técnico à União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), mencionando os resultados de uma extensa revisão bibliográfica (treze artigos) sobre as definições de metal pesado, concluindo que "*é impossível chegar a um consenso*" quanto à sua definição. De acordo com a literatura científica, as definições mais antigas de metais pesados baseiam-se em propriedades químicas e segundo Gimbert *et al.*, (2008), são definidos como um grupo de elementos situados entre o cobre (Cu) e o chumbo (Pb) na tabela periódica, apresentando elevados números atômicos, massas atômicas e densidades, não especificando os valores de densidade. Em função de cada publicação, outros autores referem que a densidade de um metal pesado varia entre 3,5 a 7,0 g/cm³.

Atualmente, o conceito de metal pesado tem em consideração aspetos ambientais e toxicológicos, agregando-se outros fatores a essa abordagem, nomeadamente a espécie química, a biodisponibilidade, a bioconcentração e amplificação biológica (Valls *et al.*, 2002). Segundo os mesmos pesquisadores, cada metal pode apresentar um efeito toxicológico específico sobre determinado ser vivo, em que a toxicidade de um elemento depende da dose em que esse elemento é absorvido pelo corpo humano. Assim, os metais podem, em muitas situações, ser prejudiciais à vida, não desempenhando funções bioquímicas ou nutricionais, tornando-se prejudiciais em qualquer concentração. O cádmio, o chumbo e o mercúrio são três dos principais metais que podem afetar o homem, quando lançados para o ambiente, podem contaminar a cadeia alimentar, conduzindo a inúmeras patologias (Min *et al.*, 2008).

3.8.3.1. Cádmio

O cádmio é um elemento químico de símbolo Cd com número atômico 48 e massa atômica igual a 112,4. Pertence ao grupo 12 e ao quinto período da tabela periódica. Juntamente com o mercúrio e o chumbo é uma das três substâncias tóxicas de metais pesados (ATSDR, 1999; Jarup *et al.*, 1998). Foi descoberto em 1817 e passou a ser um metal bastante importante a nível industrial, sendo utilizado para galvanizar metais com o intuito de evitar a corrosão. É bastante útil no fabrico de baterias, de plásticos, de tintas e na produção de tubos para televisões (Calabuig, 2004; Manahan, 2002; Ramirez, 2002; Vallee, 1972). A natureza tóxica do cádmio foi revelada no início do ano 1900, como resultado de trabalhadores que inalavam vapores ou poeiras deste metal na indústria de extração do cádmio e em operações de

manufatura (Manahan, 2002). Dada a semelhança com o elemento zinco (ambos pertencem ao grupo 12 da tabela periódica), o cádmio substitui zinco, um elemento essencial à vida, com prejuízo da atividade das enzimas que têm zinco na sua contaminação (Gil *et al.*, 2009).

As principais fontes de contaminação do cádmio no organismo são as causas naturais e as antropogénicas. A nível ambiental, o cádmio pode contaminar os solos através da queima de combustíveis fósseis e da utilização de fertilizantes na agricultura (Louekari, 2008; Ramirez, 2002) e como se trata de um subproduto nas indústrias de refinação do chumbo, do cobre e do zinco, estas indústrias também são fonte de poluição. A água é outra fonte de contaminação, visto que é utilizada, não só pelo seu consumo como água potável, mas também pelo seu uso na produção de bebidas e na preparação de alimentos (Jarup *et al.*, 1998). Deste modo, a exposição do cádmio no organismo ocorre através de duas vias, respiratória e digestiva. A inalação de cádmio ocorre essencialmente devido às atividades industriais e ao consumo de cigarros. Segundo estudos efetuados por vários cientistas, cada cigarro contém 0,8 a 2 microgramas de cádmio onde 25% a 45% são absorvidos por inalação aquando do seu consumo. Deste modo, um indivíduo que fume por dia 20 cigarros inala quatro µg de cádmio (Cespon-Romero, 2008). No entanto, a população em geral, ingere maiores quantidades de cádmio através dos alimentos, particularmente existente no marisco e plantas (valores entre 100 e 1000 µg/kg), seguido das sementes (10 a 150 µg/kg) e em menor quantidade na carne, peixe e frutos (1 a 50 µg/kg) (Reeves *et al.*, 2008).

O cádmio pode ser absorvido maioritariamente por via respiratória (5% a 35%) sendo fracamente absorvido pelo trato gastrointestinal (5% a 8%). A absorção por inalação depende dos componentes específicos, do sítio de deposição e do tamanho das partículas. Uma vez absorvido pelo trato gastrointestinal, este metal pesado é transportado pelos eritrócitos até ao fígado, depositando-se neste órgão e numa fase posterior dos rins. No fígado, o cádmio liga-se a uma proteína de baixo peso molecular, metalotionina, formando o complexo cádmio metalotionina (Klaassen, 2008). Continuamente, este complexo é transportado do fígado para os rins onde é reabsorvido e degradado pelos lisossomas existentes nos túbulos renais, apesar de ser filtrado pelos glomérulos renais. O cádmio é fixado por interação com os átomos de enxofre da proteína metalotionina e aí permanece, acumulando-se ao longo dos anos (cerca de 20 a 30 anos), induzindo uma toxicidade renal. Quanto aos seus mecanismos de excreção, é excretado através da urina e das fezes de uma forma bastante lenta.

A ingestão de elevadas concentrações de cádmio sob a forma de bebidas ou de alimentos altamente contaminados induz uma toxicidade aguda, provocando irritação grave no epitélio gastrointestinal, náuseas, vômitos e dores abdominais. As intoxicações pulmonares causadas pela inalação de poeiras e fumos deste metal, resultam numa pneumonite, caracterizada por edema e necrose do epitélio pulmonar. O rim é o órgão mais sensível ao envenenamento crónico do cádmio, no entanto danos no sistema esquelético, hipertensão arterial e efeitos cardiovasculares adversos também se incluem nos sintomas causados por este tipo de

toxicidade. Sahnoun *et al.*, (2005) num estudo efetuado a trabalhadores duma indústria de bateria de níquel - cádmio, referiu que o cádmio causa tumores pulmonares e, possivelmente, cancro da próstata.

3.8.3.2. Mercúrio

O mercúrio é um elemento químico de símbolo Hg com número atómico 80 e massa atómica igual a 200,4. Trata-se de outro elemento metálico pertencente ao grupo 12 da tabela periódica, encontra-se mesmo por baixo do cádmio, no sexto período. O seu símbolo deriva do grego latinizado *hydrargyrum*, que significa água e prata. O mercúrio apresenta-se sob diversas formas (metálico, orgânico e inorgânico) encontrando-se em três estados de oxidação, (0,+1,+2). Antigamente, o mercúrio elementar tinha diversas aplicações, quer nos tubos de descargas elétricas (lâmpadas de mercúrio), nos medidores de pressão, nas bombas de vácuo, nas válvulas e também era utilizado na fabricação de hidróxido de sódio e de cloro, processos que foram largamente descontinuados devido à poluição que este metal impele (Manahan, 2002).

O mercúrio metálico ou elementar é o único metal que, à temperatura ambiente se encontra no estado líquido, libertando o vapor de mercúrio (Hg^0). O vapor de mercúrio é mais perigoso que a forma líquida, trata-se de um gás monoatômico muito volátil, permanecendo na atmosfera durante meses ou até um ano. Quando se liga a outros elementos como o cloro, enxofre ou oxigénio, origina compostos de mercúrio inorgânicos, também designados por sais de mercúrio, o mercuroso (Hg^+) e o mercúrico (Hg^{+2}). Se um átomo de mercúrio se ligar covalentemente a pelo menos um átomo de carbono, origina compostos de mercúrio orgânicos, como o metilmercúrio, etilmercúrio, fenilmercúrio (Clarkson *et al.*, 2003; Eckley, *et al.*, 2009; Klaassen, 2008; Mutter, 2007; Patterson *et al.*, 2004).

A toxicidade do mercúrio depende da forma química na qual o elemento se encontra. Para os organismos aquáticos, invertebrados aquáticos, peixes, plantas e pássaros, os compostos de mercúrio orgânicos são geralmente mais tóxicos que os compostos inorgânicos (Boening, 2000). No entanto, de todas os compostos de mercúrio orgânicos, sob o ponto de vista da exposição para o Homem, o metilmercúrio (CH_3Hg^+ ou MeHg) é a forma mais perigosa. Pode-se acumular ao longo de uma cadeia alimentar, provocando danos irreparáveis. O mercúrio atmosférico, sob a forma de vapor de mercúrio, deriva da desgaseificação da crosta terrestre, por meio de erupções vulcânicas, bem como da evaporação dos oceanos e solos. É oxidado na forma inorgânica (Hg^{+2}) retornando à superfície terrestre através da água da chuva. Posteriormente, o metal é reduzido a vapor de mercúrio e regressa para a atmosfera ou pode ser metilado por microrganismos existentes nas águas dos oceanos ou em sedimentos. Esta reação de biometilação produz o metilmercúrio que entra na cadeia alimentar aquática através do plâncton, seguido dos peixes herbívoros e, posteriormente para peixes carnívoros e

mamíferos marinhos, constatando-se uma exposição humana através do consumo de peixe (Clarkson *et al.*, 2003).

A exposição humana do mercúrio e os seus compostos pode ocorrer de quatro formas distintas: a exposição dietética, ocupacional, medicinal e a acidental. No que diz respeito à exposição dietética, o mercúrio encontra-se nos alimentos provenientes de lagos, rios e mares, acumulando-se ao longo da cadeia alimentar, pois o mercúrio é facilmente absorvido pelo organismo (Klaassen, 2008; Morel, 1998). A exposição ocupacional ocorre essencialmente por inalação dos vapores de mercúrio e através das amálgamas dentárias (Calabuig, 2004; Schofield, 2008) devido à libertação de pequenas partículas da amálgama por corrosão, mastigação e fragmentação. Esse mercúrio vai ser inalado como vapor de mercúrio ou deglutido após dissolução na saliva (Nur Ozdabak *et al.*, 2008). De referir que a amálgama dentária consiste numa mistura de metais como a prata (39%), estanho (9%), cobre (6%) e vestígios de zinco cujo objetivo resume-se em preencher os espaços vazios resultantes das cáries. Segundo Clarkson *et al.*, 2003, o mercúrio foi um constituinte importante de drogas, tendo sido utilizado na preparação de diuréticos, antissépticos, laxantes e pomadas (exposição medicinal). Geralmente, as intoxicações por mercúrio ocorrem devido à exposição acidental do mercúrio elementar devido à quebra de recipientes, de dispositivos médicos e de barómetros. A inalação de elevadas quantidades de vapor de mercúrio pode ser fatal (Baughman, 2006).

O incidente mais notório de intoxicação por mercúrio foi o que ocorreu na Baía de Minamata, no Japão, entre 1953 e 1968, desencadeada pela excreção dos esgotos de unidades fabris com compostos de mercúrio para a baía (figura 3.8).

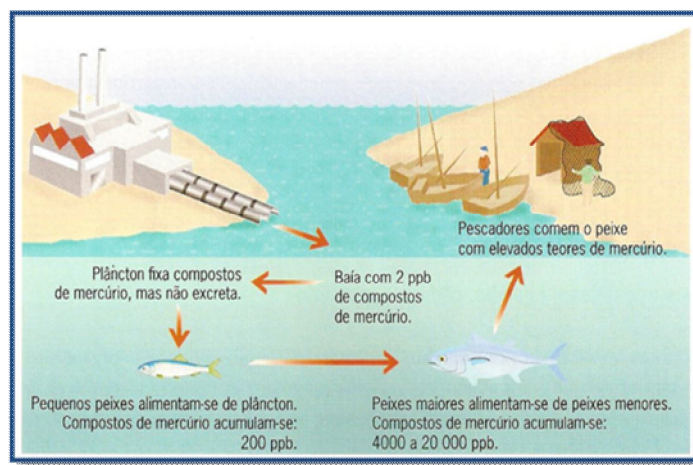


Figura 3.8 - Esquema que traduz o aumento da concentração de mercúrio ao longo da cadeia alimentar e que se terá verificado na Baía de Minamata, Japão (Gil *et al.*, 2009).

Foram afetados milhares de habitantes da região, dos quais mais de sete centenas viriam a falecer por intoxicação por metilmercúrio, devido ao consumo de peixe contaminado.

A absorção do mercúrio ocorre por via pulmonar (principalmente), digestiva e cutânea. O vapor de mercúrio é 80% absorvido a partir do ar inspirado pela via pulmonar, sendo difundido rapidamente através da membrana pulmonar até ao sangue, distribuindo-se pelo organismo, acumulando-se nos rins, no sistema nervoso central, no fígado, na medula óssea, nas vias aéreas superiores, na parede intestinal, na pele, nas glândulas salivares, no coração, nos músculos e na placenta (Clarkson, 2007; Patterson *et al.*, 2004). Os compostos de mercúrio inorgânicos e orgânicos são absorvidos através do trato gastrointestinal, entre 7% a 15% para os inorgânicos e a absorção do metilmercúrio é da ordem dos 90%.

Tanto o mercúrio inorgânico como o metilmercúrio ligam-se rapidamente à glutatona, presente na maioria das células em concentrações da ordem dos milimolar. A função da glutatona consiste em impedir o mercúrio de se ligar a proteínas alvo dentro das células e serve como principal modo para remover este das células (Kobal, 2008; Schlawicke Engstrom, 2008). A excreção do mercúrio inorgânico ocorre através da urina e das fezes (não absorvido), enquanto que o absorvido é eliminado através da saliva, rins e pele (sudorese). O metilmercúrio é excretado através das fezes após a sua excreção pela vesícula biliar (Calabuig, 2004).

Relativamente aos sintomas de intoxicações por mercúrio, variam desde uma simples perda de sensibilidade até à perda parcial da visão e total da audição. Os compostos de mercúrio orgânicos, como o MeHg atravessam facilmente a placenta, originando microcefalia, deficiência visual, auditiva, mental e motora. Em caso de envenenamento por qualquer composto de mercúrio, o órgão mais vulnerável, com maior bioacumulação destes compostos é o rim. No entanto o sistema nervoso central, o sistema renal e o sistema pulmonar também são suscetíveis à toxicidade (Bolger *et al.*, 2002; Calabuig, 2004; Clarkson, 2007; Clarkson *et al.*, 2003; Eckley *et al.*, 2009; Patterson *et al.*, 2004).

3.8.3.3. Chumbo

O chumbo é um elemento químico de símbolo Pb com número atómico 82 e massa atómica igual a 207,2. Pertence ao grupo 14 e sexto período da tabela periódica. Este metal foi um dos primeiros a ser utilizados pelo Homem devido ao facto de ser facilmente extraído, ser maleável e dúctil, sendo acessível de fundir (Manahan, 2002; Klaasen, 2008). Muitos historiadores pensam que certas doenças e problemas de infertilidade que existiam no Império Romano se deviam ao facto de alguns dos utensílios que os Romanos usavam, tal como as canalizações e os recipientes onde guardavam bebidas, serem feitos de chumbo (Dantas *et al.*, 2009).

O chumbo na forma metálica não é venenoso, mas os compostos que forma são tóxicos. Existem vários compostos de chumbo, os inorgânicos que são utilizados como pigmentos em tintas, corantes e esmaltes cerâmicos e os orgânicos que foram utilizados como aditivos de

gasolina (ATSDR, 2005c). A maior fonte poluente do chumbo é a queima das gasolinas que contêm chumbo como aditivo na forma de tetraetilchumbo $[Pb(C_2H_5)_4]$ ou tetrametilchumbo $[Pb(C_3H_5)_4]$. Hoje em dia também estão proibidas tintas para uso doméstico que contenham o pigmento alvaiade de chumbo $[Pb_3(OH)_2(CO_3)_2]$ (Dantas *et al.*, 2009).

A principal exposição do chumbo é a partir dos alimentos e de água, embora nos últimos anos tenha existido uma diminuição de ingestão, de cinco microgramas por dia, deste metal nas crianças (Manton *et al.*, 2005). No entanto, crianças descendentes de trabalhadores que estão sujeitos a uma exposição ao chumbo apresentam níveis elevados de chumbo no sangue quando comparadas com outras crianças (Peraza *et al.*, 1998; Weaver, 2008). Os compostos inorgânicos, quando ingeridos quer por via oral quer por via respiratória, podem tornar-se mortais, uma vez que se acumulam no organismo. Nas zonas onde se obtém o chumbo através da fundição e refinação do minério, o perigo de inalação e de ingestão de compostos de chumbo é maior, devido aos gases libertados (Dantas *et al.*, 2009). O chumbo é um poluente atmosférico e a sua absorção através do trato respiratório é a via mais comum na exposição humana. Ziegler *et al.*, (1978) menciona que os adultos absorvem entre 5% a 15% do chumbo ingerido, retendo 5% deste chumbo, enquanto que nas crianças verifica-se uma percentagem bastante superior à verificada nos adultos, entre 32% e 42%. A absorção de chumbo pela via digestiva depende de fatores relacionados com a alimentação, a ingestão de proteínas e a presença de cálcio, ferro e fósforo. Uma deficiência destes nutrientes aumenta a absorção de chumbo e vice-versa, devido à competição pelo mecanismo de transporte (Calabuig, 2004; Peraza *et al.*, 1998).

O chumbo, ao longo dos anos, acumula-se no esqueleto mantendo uma concentração altamente perigosa no sangue, interferindo com as enzimas que permitem a síntese da hemoglobina, depositando-se nos eritrócitos e nos tecidos moles, como o fígado e rins, induzindo efeitos tóxicos (Dorea, 2006; Links, 2001; Rabinowitz, 1998; Wang, 2008).

A principal via de excreção do chumbo é a renal, ocorrendo quase exclusivamente por filtração glomerular. No entanto, 15% do chumbo ingerido é eliminado via trato gastrointestinal (ATSDR, 2005).

Dependendo da dose e da duração da exposição, o chumbo pode induzir uma grande variedade de efeitos adversos nos humanos (Goyer, 1990). Nas crianças verifica-se alterações no sistema nervoso central, como perda de concentração e diminuição da capacidade cognitiva e nos adultos são comuns alterações renais e um aumento da pressão arterial. Verifica-se, do mesmo modo, alterações no sistema esquelético, imunitário, reprodutivo e gastrointestinais (Klaassen, 2008).

3.9. Objetivo

Tendo em conta o movimento de mudança ambiental que se vai delineando, o objetivo deste estudo consiste em contribuir para uma maior intensificação do papel do sistema escolar na formação ambiental dos alunos e propor uma maior articulação da Educação Ambiental com outras áreas da educação, nomeadamente a Química, a Biologia e a Toxicologia. O presente estudo baseou-se na implementação de um projeto de investigação, realizado num contexto fora sala de aula, visando perceber em que medida os alunos podem ser envolvidos na sua própria aprendizagem, desempenhando um papel ativo, sendo confrontados com tarefas que lhes permita mobilizar os saberes e cooperar na construção das suas aprendizagens. Pretendeu-se ainda, contribuir para desenvolver nos alunos o gosto pela aprendizagem da Química, melhorando o ensino e a qualidade dos resultados desta disciplina.

Capítulo 4 - Aula Investigacional na Química

4.1. Introdução

A aula investigacional na área da Química centrada na unidade temática da disciplina de Física e Química A do 10º Ano pertence à unidade 2, Na Atmosfera da Terra: Radiação, Matéria e Estrutura. Dentro da unidade abordar-se a subunidade “Evolução da Atmosfera - Breve História”. Especificamente a composição da atmosfera primitiva da Terra e da atual, os agentes de alteração da concentração de constituintes vestigiais da atmosfera, as causam que explicam o aumento da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera, as consequências dos gases poluentes sobre o ambiente, toxicidade aguda e crónica e dose letal.

Seguidamente apresentam-se os documentos que foram elaborados para esta aula, nomeadamente o plano de aula, a apresentação em *PowerPoint*, animações computacionais, ficha de trabalho com a respetiva resolução e um guião de exploração da animação.

4.2. Plano de Aula Investigacional

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Física e Química A
10.º ANO	2011/2012
PLANO DE AULA	

Estagiária: Ângela Paula Duarte Baptista Fernandes

Grupo Disciplinar: 510

Dia: xx/yy/zzzz **Hora:** aa h bb min às cc h dd min **Sala:** Z **Turma:** D **Ano:** 10.º

Unidade didática lecionada: Na Atmosfera da Terra: Radiação, Matéria e Estrutura

SUMÁRIO

Lição n.º

Alterações da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera. Dose letal de um produto químico. Resolução de exercícios de aplicação.

PRÉ-REQUISITOS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relacionar a evolução da atmosfera com os gases nela existente. ✓ Comparar a composição provável da atmosfera primitiva com a composição média atual da troposfera. ✓ Indicar a composição média da troposfera atual em termos de componentes principais (O₂, N₂, H₂O e CO₂) e vestigiais (óxidos de azoto, metano, amoníaco, monóxido de carbono, hidrogénio, entre outros). ✓ Justificar a importância de alguns gases da atmosfera (O₂, N₂, H₂O e CO₂) face à existência de vida na Terra.

OBJETIVOS (O ALUNO DEVE SER CAPAZ DE:)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Explicar como alguns agentes naturais e a atividade humana provocam alterações na concentração dos constituintes vestigiais da troposfera, fazendo referência a situações particulares de atmosferas tóxicas para o ser humano. ✓ Definir poluente e contaminante. ✓ Exprimir o significado de dose letal (DL₅₀) como a dose de um produto químico que mata 50% dos animais de uma população testada e que se expressa em miligrama (mg) do produto químico por quilograma (kg) de massa corporal do animal. ✓ Comparar valores de DL₅₀ para diferentes substâncias. ✓ Comparar os efeitos de doses iguais de uma substância em organismos diferentes.

CONTEÚDOS	RECURSOS E MATERIAIS
Composição da Atmosfera primitiva da Terra. Composição da Atmosfera atual da Terra. Alterações da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera. Causas que explicam o aumento da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera: naturais e antropogénicas. Consequências dos gases poluentes sobre o ambiente. Toxicidade aguda e crónica. Dose Letal. Exercício. Mapa de conceitos.	Computador e Projetor Apresentação <i>PowerPoint</i> Animação computacional - Composição da atmosfera Animação computacional - Poluição Atmosférica e Saúde Manual escolar Quadro Ficha de trabalho - Toxicidade e Dose Letal

AVALIAÇÃO: modalidade e instrumentos

Observação direta do desempenho e atitudes dos alunos. Respostas dos alunos às questões anunciadas no diapositivo n.º 25 e n.º 34 da apresentação em *PowerPoint* e às questões da ficha de trabalho - Toxicidade e Dose Letal.

OPERACIONALIZAÇÃO/DESENVOLVIMENTO DA AULA

A professora iniciará a aula escrevendo no quadro o n.º da lição, a data e o sumário. Aguardará que os alunos passem o sumário para posteriormente proceder ao enquadramento da aula. Relembrará que nas aulas anteriores abordou-se a evolução da atmosfera, referindo que a Terra primitiva era muito diferente da Terra atual, planeta azul, regorgitante de vida. Mencionará que os gases libertados das atividades vulcânicas constituíram a atmosfera primitiva da Terra e à medida que a Terra foi arrefecendo e os gases se foram libertando, a atmosfera primitiva começou a ficar saturada de vapor de água. A água começou a cair sob a forma de chuva, criando os mares e oceanos, arrastando consigo grande parte de dióxido de carbono (CO_2). Apoiando-se no diapositivo n.º 2 da apresentação em *PowerPoint* dirá a composição da atmosfera primitiva, mencionando os componentes maioritários: vapor de água (H_2O), CO_2 e o azoto (N_2) e os componentes minoritários: metano (CH_4) e o amoníaco (NH_3). A professora citará que esta atmosfera não tinha oxigénio (O_2) e que ao longo dos anos, a composição da atmosfera variou muito, tendo-se chegado à atmosfera atual da Terra. Projeterá a animação - Composição da atmosfera (http://www.educaplus.org/climatic/01_atm_compo.html) onde os alunos constatarão que o N_2 e o O_2 são os componentes maioritários da atmosfera atual, mencionando do mesmo modo os componentes vestigiais ou minoritários (diapositivo n.º 3 da apresentação em *PowerPoint*).

Com o objetivo de introduzir as alterações da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera, a professora referirá que, desde o início do século XX que a composição da atmosfera tem vindo a sofrer alterações (diapositivo n.º 4 da apresentação em *PowerPoint*). Estas alterações não se têm verificado nos componentes maioritários mas sim em alguns componentes vestigiais já existentes (CO_2 , CH_4) e noutros entretanto emitidos para a atmosfera (clorofluorcarbonetos - CFC, monóxido de carbono (CO) e óxidos de azoto (NO_x)). Dirá que durante séculos, alguns destes gases foram produzidos e consumidos ciclicamente na Terra, mantendo-se um equilíbrio entre a sua emissão para a atmosfera e a sua retirada da mesma. A partir do momento em que a velocidade com que alguns daqueles gases começaram a ser lançados para a atmosfera superou a velocidade com que dela eram retirados, a sua concentração na atmosfera aumentou. Passaram a exercer efeitos nocivos sobre o meio natural e os seres vivos. Os gases vestigiais tornaram-se poluentes (diapositivo n.º 5 da

apresentação em *PowerPoint*).

Seguidamente, mencionará que existem dois tipos de causas (diapositivo n.º 6 da apresentação em *PowerPoint*) que explicam o aumento da concentração destes gases na atmosfera: causas naturais e causas antropogénicas, exemplificando com os conteúdos existentes nos diapositivo n.º 7 da apresentação em *PowerPoint*. Referirá que as causas antropogénicas são todas as que resultam da atividade humana, nomeadamente a emissão de gases pela atividade industrial, a circulação automóvel, a queima de combustíveis fósseis para a obtenção de eletricidade, a desflorestação de extensas zonas no planeta e a agricultura (diapositivo n.º 8 da apresentação em *PowerPoint*).

Com o intuito dos alunos reconhecerem as causas e efeitos da poluição do ar na saúde dos seres vivos e no ambiente mostrará a animação - Poluição Atmosférica e Saúde (http://condigital.ccead.pucrio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&id=547&Itemid=91) que se encontrará no diapositivo n.º 9 da apresentação em *PowerPoint*. Apoiando-se no diapositivo n.º 10 da apresentação em *PowerPoint* citará os principais efeitos dos gases poluentes sobre o ambiente e os gases que mais contribuem para cada um dos efeitos, nomeadamente o agravamento do efeito de estufa (CO₂, CFC, CH₄, N₂O), a destruição da camada de ozono (CFC), a contribuição para as chuvas ácidas (SO₂, NO₂), *smog* (NO_x, SO₂) e o aparecimento do ozono junto ao solo (NO₂). Com o objetivo de os alunos transcreverem para o caderno um resumo da animação, mencionará que muitos poluentes atmosféricos são prejudiciais à saúde, merecendo especial referência os óxidos de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de azoto, compostos orgânicos voláteis e matérias particuladas (diapositivos n.º 11, n.º 12, n.º 13, n.º 14, n.º 15, n.º 16, n.º 17, n.º 18, n.º 19 da apresentação em *PowerPoint*).

A professora referirá que atualmente, existe uma grande preocupação com determinados poluentes atmosféricos, devido à sua toxicidade. Questionará os alunos sobre a definição de poluentes e a partir da resposta dos alunos dirá que se trata de substâncias nocivas que se encontram na atmosfera, resultantes de atividades naturais e/ou humanas e provocam prejuízos nos ecossistemas e nos sistemas de suporte de vida dos seres vivos (diapositivo n.º 20 da apresentação em *PowerPoint*). Posteriormente, dirá que um poluente também pode ser designado de contaminante, isto é, substância que, direta ou indiretamente, altera o fim a que se destina uma outra substância, mesmo quando presente em quantidades vestigiais (diapositivo n.º 21 da apresentação em *PowerPoint*). Dirá que, no entanto, um contaminante pode ser tóxico ou não. Um contaminante só pode ser considerado um tóxico se, direta ou indiretamente, causar alterações graves num ser vivo ou no equilíbrio de um ecossistema. Pedirá aos alunos para abrirem o manual escolar na página 109 (anexo III) referindo que os efeitos nefastos das substâncias referidas como poluentes não são uniformes, dependendo a gravidade dos poluentes de alguns fatores, como a natureza química (determina, através de estudos toxicológicos, a maior ou menor perigosidade de um poluente), persistência (tempo

de permanência no ecossistema sem ser destruído, biodegradado) e concentração (quantidade por unidade de volume de ar, de água, de solo ou de peso corporal, associada à contaminação) (diapositivo n.º 22 da apresentação em *PowerPoint*). Citará que a toxicidade de um poluente depende da concentração do poluente, do tempo e frequência de exposição, da sensibilidade do organismo (Idade, estado nutricional, condição física), do local de exposição e da via de contacto (diapositivo n.º 23 da apresentação em *PowerPoint*). Seguidamente, com o objetivo dos alunos constatarem que existem dois tipos de toxicidade, pedirá aos alunos para abrirem o manual na página 110. Referirá que na toxicidade aguda, os sintomas surgem rapidamente, no máximo algumas horas (24 h) após um curto período de exposição à substância tóxica, podendo causar a morte imediata. Na toxicidade crónica, os sintomas só aparecem após meses ou anos de exposição moderada aos poluentes tóxicos, provocando danos irreversíveis e crónicos (diapositivo n.º 24 da apresentação em *PowerPoint*). Com o auxílio do manual escolar, página 111 (anexo IV), mencionará que, quanto ao grau de toxicidade, os produtos podem ser classificados em diferentes graus (grau 1 - menos tóxico até ao grau 6 - supertóxico).

Continuamente, a professora mencionará que é necessário estudar-se cada produto quanto à sua toxicidade para se prever a sua atuação sobre diferentes ecossistemas. Colocará a seguinte questão orientadora: "*Como medir a toxicidade de um produto?*" (diapositivo n.º 25 da apresentação em *PowerPoint*). A partir das respostas dos alunos referirá que para tornar objetiva a avaliação da toxicidade utiliza-se o conceito de dose letal. Apoiando-se no diapositivo n.º 26 da apresentação em *PowerPoint* definirá a dose letal como a dose de uma substância que mata 50 % dos animais de uma população testada. Representa-se por DL_{50} e o seu valor expressa-se em mg de substância por kg de massa corporal do animal (mg/kg). Posteriormente, a professora mostrará um exemplo do benzeno com o objetivo dos alunos interpretarem corretamente o exercício e concluírem que a DL_{50} não dá nenhuma informação sobre os efeitos tóxicos do produto abaixo dessa dose (diapositivo n.º 27 da apresentação em *PowerPoint*). Com a finalidade de os alunos compreenderem que, para uma mesma população, quanto menor for a dose letal de uma substância, maior será a sua toxicidade e que a dose letal também depende, do modo de exposição ao produto tóxico, projetará os exemplos que se encontram nos diapositivos n.º 28, n.º 29, n.º 30, n.º 31, n.º 32 da apresentação em *PowerPoint*. A título meramente informativo, a professora projetará um quadro contendo valores de DL_{50} para algumas substâncias conhecidas (diapositivo n.º 33 da apresentação em *PowerPoint*). Para consolidar os conteúdos adquiridos, pedirá aos alunos para resolverem o exercício que se encontrará projetado nos diapositivos n.º 34, n.º 35, n.º 36 da apresentação em *PowerPoint*. Aguardará que os alunos respondam ao exercício e procederá à sua correção pedindo a um aluno para escrever no quadro as respostas dadas.

A professora, em seguida apresentará um esquema resumo dos conteúdos lecionados (diapositivos n.º 37, n.º 38 da apresentação em *PowerPoint*) e pedirá aos alunos para

responderem as questões da ficha de trabalho - Toxicidade e Dose Letal, seguindo-se a correção juntamente com os alunos. Caso os alunos não concluam todas as questões a professora pedirá que as realizem como trabalho de casa. Se os alunos não tiverem dúvidas, a professora dará informação relativamente ao trabalho de casa a realizar. Conclui a aula fazendo uma reflexão com os alunos sobre a mesma. Saudação de despedida.

TPC

Exercícios 1 e 3 da página 113 e 114 do manual escolar (ver anexo V).

Exercício 1, 2, 3 e 4 da página 79 do caderno de atividades (ver anexo VI).

4.2.1. Recursos Educativos na Aula Investigacional

4.2.1.1. Apresentação em PowerPoint

ESCOLA SECUNDÁRIA QUINTA DAS PALMEIRAS

ALTERAÇÕES DA CONCENTRAÇÃO DOS COMPONENTES VESTIGIAIS DA ATMOSFERA

DOSE LETAL

Física e Química A

ATMOSFERA PRIMITIVA DA TERRA

Atmosfera primitiva da Terra

Componentes maioritários:
 Vapor de água - H₂O
 Dióxido de Carbono - CO₂
 Azoto molecular - N₂

Componentes minoritários:
 Metano - CH₄
 Amoníaco - NH₃

Para além do vapor de água, cuja quantidade varia consoante o ar esteja seco ou húmido, existem:
 Argon (Ar) - 0,93%
 Dióxido de carbono (CO₂) - 0,035%
 Néon (Ne) - 0,0018%
 Hélio (He) - 0,00052%
 Metano (CH₄) - 0,0002%
 Cripton (Kr) - 0,00011%
 Hidrogénio (H₂) - 0,00005%
 Xénon (Xe) - 0,00001%

• Não tinha oxigénio.

• A composição da atmosfera variou muito ao longo dos anos.

ATMOSFERA ATUAL DA TERRA

Composição média da atmosfera actual

Componentes maioritários:
 Azoto (N₂) - 78,1%
 Oxigénio (O₂) - 20,9%

Existem ainda, em quantidades menores:
 Óxidos de azoto (NO_x) e NO₂
 Monóxido de carbono (CO)
 Amoníaco (NH₃)
 Óxido de enxofre (SO_x)
 Ozono (O₃)

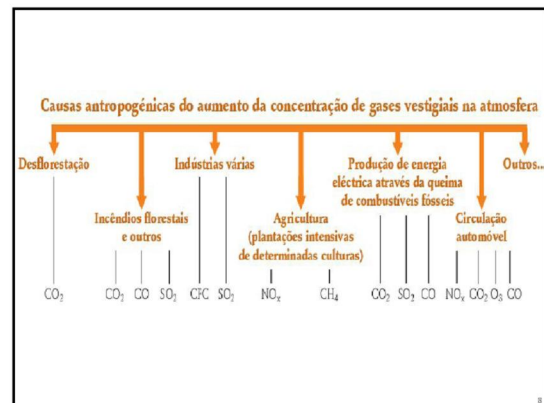
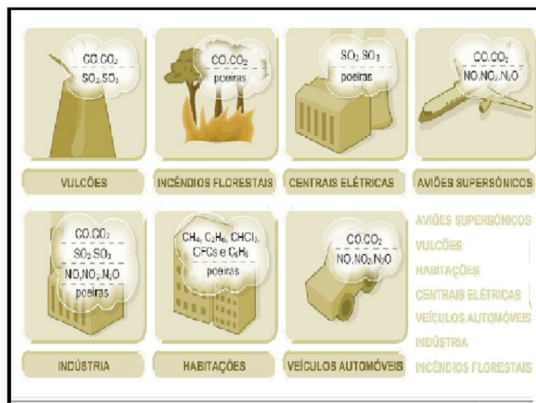
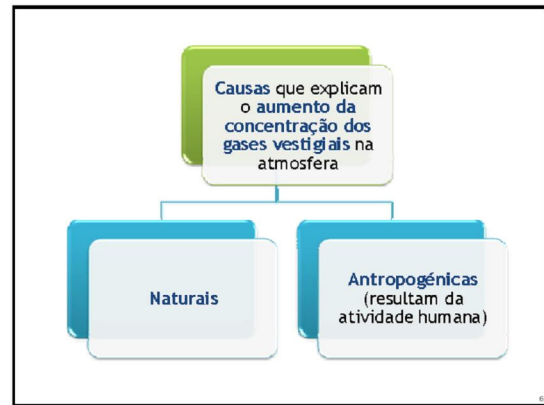
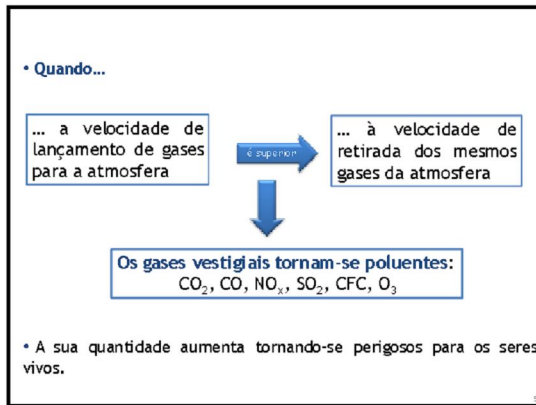
Para além do vapor de água, cuja quantidade varia consoante o ar esteja seco ou húmido, existem:
 Argon (Ar) - 0,93%
 Dióxido de carbono (CO₂) - 0,035%
 Néon (Ne) - 0,0018%
 Hélio (He) - 0,00052%
 Metano (CH₄) - 0,0002%
 Cripton (Kr) - 0,00011%
 Hidrogénio (H₂) - 0,00005%
 Xénon (Xe) - 0,00001%

ALTERAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DOS COMPONENTES VESTIGIAIS DA ATMOSFERA

• Desde o início do século XX que a composição da atmosfera tem vindo a sofrer alterações.

↓

• Essas alterações têm-se verificado nos componentes vestigiais já existentes e outros que foram emitidos para a atmosfera (monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto, clorofluorcarbonetos - CFC).



- Consequências dos gases poluentes sobre o ambiente:
- Aumento do efeito de estufa (CO₂, CH₄, CFC, N₂O).
 - Destruição da camada de ozono (CFC).
 - Chuvas ácidas (SO₂, NO₂).
 - Smog ou Nevoeiro com fumo e partículas em suspensão (NO_x, SO₂).
 - Aparecimento do ozono junto ao solo (NO₂).

• Muitos poluentes atmosféricos são prejudiciais à saúde:

- Óxidos de Carbono (CO e CO₂).
- Óxidos de Enxofre (SO₂, SO₃).
- Óxidos de Azoto (NO, NO₂, N₂O).
- Compostos Orgânicos Voláteis (CH₄, C₂H₆, CHCl₃, CFC e C₆H₆).
- Matérias Particuladas (Poeiras).

11

ÓXIDOS DE CARBONO



Monóxido de Carbono (CO)

- Gás venenoso e asfixiante.
- Nos seres vivos, a exposição a elevadas quantidades deste gás → causa dificuldades de visão, de respiração, perda de consciência e até morte.



12

Dióxido de Carbono (CO₂)



• Contribui em grande escala para o efeito estufa.



13

ÓXIDOS DE ENXOFRE



Dióxido e Trióxido de enxofre (SO₂, SO₃)

- Aparecimento de folhas amarelas.
- Quando dissolvidos em água da chuva originam ácidos.
- Homem - causam tosse e irritação nos olhos.



14

ÓXIDOS DE AZOTO



NO, NO₂ e N₂O

• Os que são libertados para a atmosfera provocam:

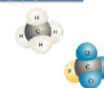
- Formação de chuvas ácidas.
- Destruição da camada de ozono.
- Formação do nevoeiro fotoquímico.
- Inibição do crescimento de plantas.
- Problemas pulmonares



15

COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

CH₄, C₂H₆, CHCl₃, CFC e C₆H₆







• O metano e os CFC provocam:



- Dores de cabeça.
- Náuseas.
- Fadiga.
- Reações alérgicas.





16


- São libertados pelas tintas e vernizes utilizadas em:
 - Pinturas de paredes. 
 - Tapetes e carpetes. 
 - Frigoríficos. 
 - Arcas. 

MATÉRIAS PARTICULADAS

- Poeiras e gotas líquidas suspensas na atmosfera. 
- Provocam reações alérgicas. 

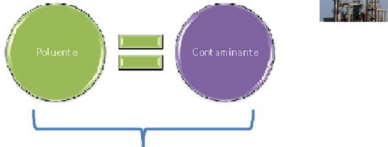
- Quando os seres vivos têm uma exposição prolongada a essas partículas há:
 - Agravamento de bronquites. 
 - Diminuição das funções pulmonares.
 - Dificuldade em eliminar estas partículas.
- Principalmente em: 

POLUENTES



Substâncias nocivas que se encontram na atmosfera, resultantes de atividades naturais e/ou humanas e provocam prejuízos nos ecossistemas e nos sistemas de suporte de vida dos seres vivos.

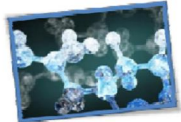
CONTAMINAÇÃO (POLUENTES)



Substância que, direta ou indiretamente, altera o fim a que se destina uma outra substância, mesmo quando presente em quantidades vestigiais.

- Contudo, um contaminante não é necessariamente tóxico.

TOXICIDADE

- Um contaminante só pode ser considerado um tóxico se, direta ou indiretamente, causar alterações graves num ser vivo ou no equilíbrio de um ecossistema.
- Os efeitos dos agentes poluentes tóxicos sobre os seres vivos dependem:
 - Da sua concentração.
 - Persistência no ambiente.
 - Natureza química. 

• A toxicidade de um poluente depende:

- Concentração do poluente.
- Tempo e frequência de exposição.
- Sensibilidade do organismo (idade, estado nutricional, condição física).
- Local de exposição.
- Via de contacto.



23

2 tipos de toxicidade

Toxicidade aguda

Os sintomas surgem rapidamente, no máximo algumas horas (24 h) após um curto período de exposição à substância tóxica, podendo causar a morte imediata.

Toxicidade crónica

Os sintomas só aparecem após meses ou anos de exposição moderada aos poluentes tóxicos, provocando danos irreversíveis e crónicos.

COMO MEDIR A TOXICIDADE DE UM PRODUTO ?



24

DOSE LETAL

Dose de uma substância que mata 50 % dos animais de uma população testada.

- Representa-se por DL_{50} .
- O seu valor expressa-se em mg de substância por kg de massa corporal do animal (mg/kg).



25

- Produto: benzeno
- DL_{50} por via oral para ratos = 930 mg/kg

• Interpretação:

Se a 100 ratos se administrar, oralmente, 930 mg de benzeno por cada kg da sua massa corporal, 50 desses ratos morrerão.



26

- Comparar o valor da DL_{50} do iodo e do peróxido de hidrogénio, para a mesma espécie e para o mesmo modo de contacto com o produto (via oral - ingestão pela boca).

- DL_{50} de iodo (I_2) por via oral para ratos = 14 000 mg/kg
- DL_{50} de peróxido de hidrogénio (H_2O_2) por via oral para ratos = 200 mg/kg

• Interpretação:

É necessário mais iodo do que peróxido de hidrogénio para matar 50% de uma dada população de ratos.

27

• **Conclui-se:**

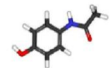
• Para os ratos, o iodo é menos tóxico do que o peróxido de hidrogénio.



Para uma mesma população, quanto menor for a dose letal de uma substância, maior será a sua toxicidade.

29

• A mesma substância terá DL_{50} distintas para grupos de animais diferentes.



• Se para um mesmo indivíduo ou grupo de indivíduos, compararmos dois valores de DL_{50} de uma substância, como a aspirina (1500 mg/kg) e o paracetamol (338 mg/kg), verifica-se que o paracetamol é muito tóxico.



É necessário ingerir uma dose menor de paracetamol para poder provocar a morte.

30

• Comparar a DL_{50} de cafeína pura par o rato, quando o produto entra no organismo por via oral (ingestão pela boca) e por via dermatológica (absorção pela pele).

• DL_{50} de cafeína pura por via oral para ratos = 261 a 383 mg/kg

• DL_{50} de cafeína pura por via dermatológica para ratos >2000 mg/kg



31

• **Interpretação:**



A cafeína pura é menos tóxica quando entra no organismo por via dermatológica.

A dose letal depende do modo de exposição ao produto tóxico.

32

Valores de DL_{50} para algumas substâncias conhecidas

Classe	Substância	DL_{50} (em mg/kg)					
		Oral	Injeção(i.v)	Inalação	i.p ⁽²⁾	scq ⁽²⁾	sq ⁽²⁾
Analgésico	Aspirina	1500					
	Paracetamol	338		800			
Gás de nervos	Sarin			0.42		0.03	
Inseticida	Dipentemina	261		>2400			
	Permetrina	>4000		>4000			
Drogas	Nicotina	00		9.5		0.9	
	Cafeína	365					
	Marijuana	1270				69	
	LSO					17	
	Etanol	7000					
Outras	Vitamina A	2070					
	Óleo de eucalipto	2480		1519		1070	1000
	Uréia	0.081					
	Toxina do botulismo ⁽¹⁾	0.00001 (1 molécula)					

⁽¹⁾ Substância conhecida mais tóxica

33

EXERCÍCIO

• Testou-se o efeito da aspirina numa população de ratos. Sabendo que a dose letal desta substância é de 1500 mg/kg, para a população em estudo, calcula a massa de aspirina que poderia provocar a morte de 50% de uma população de ratos de massa 150g.

Resolve o seguinte exercício de modo a que possas perceber o significado de DL_{50} .

• O DL_{50} é, por definição, a dose de uma substância química que mata 50% dos animais de uma população testada e que se exprime em mg de substância por kg de massa corporal do animal.

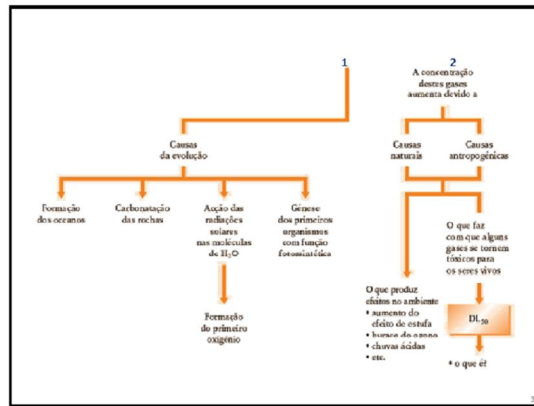
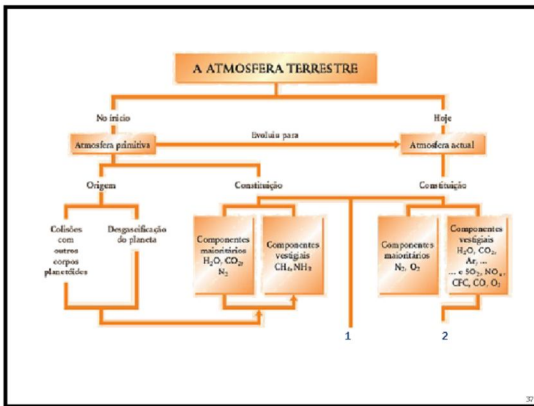
• Dizer que o DL_{50} da aspirina numa população de ratos é 1500 mg/kg, é o mesmo que dizer que 1500 mg de aspirina provocam a morte de, pelo menos 50% da população de ratos, se estes tiverem uma massa corporal de 1 kg.

• Como os ratos em estudo têm uma massa corporal de 150 g, ou seja, de 0,150 kg, então, poderão morrer 50% se ingerirem um valor x tal que:

$$\begin{matrix} 1500 \text{ mg (substância)} & \text{-----} & 1 \text{ kg (massa corporal rato)} \\ X \text{ (substância)} & \text{-----} & 0,150 \text{ kg (massa corporal rato)} \end{matrix}$$

Logo, $X = \underline{225 \text{ mg}}$

• Se um rato de 150 g ingerir 225 mg de aspirina terá a probabilidade de 50% de morrer.



4.2.1.2. Animações Computacionais

Com o objetivo dos alunos indicarem a composição média da troposfera atual em termos de componentes principais (dióxido de carbono, azoto, água e dióxido de carbono) e vestigiais (óxido de azoto, metano, amoníaco, monóxido de carbono, etc) apresenta-se a animação (recurso em espanhol) que se encontra disponível no seguinte endereço eletrónico:

Composición de la atmósfera:

http://www.educaplanet.org/educaplanet/01_atm_compo.html

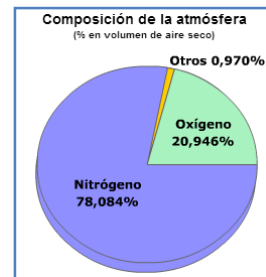


Figura 4.1- Animação da composição da atmosfera.

A animação seguinte, tem a finalidade dos alunos compreenderem quais são os poluentes atmosféricos mais prejudiciais para a saúde. Encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico:

Poluição Atmosférica e Saúde:

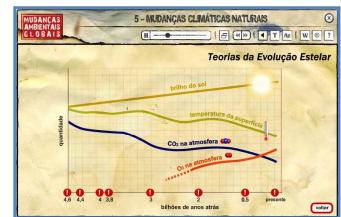


http://condigital.ccead.pucrio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&d=547&Itemid=91

4.2.1.2.1. Animações Computacionais Alternativas

A animação, Teorias da Evolução Estelar apresenta dois objetivos: relacionar a evolução da atmosfera com os gases nela existente e comparar a composição provável da atmosfera primitiva com a composição média atual da troposfera. Encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico:

Teorias da Evolução Estelar:



http://www6.cptec.inpe.br/~grupoweb/Educacional/MACA_MAG/

Utilizando as animações seguintes, os alunos desenvolvem competências a nível de como alguns agentes naturais e a atividade humana provocam alterações na concentração dos constituintes vestigiais da atmosfera (troposfera):

Mudanças Ambientais Globais:

http://www6.cptec.inpe.br/~grupoweb/Educacional/MACA_MAG/

Permite abordar questões atuais relativas à alteração dos constituintes da atmosfera.



Explorando El Cambio Climático:

http://ntic.educacion.es/w3//eos/MaterialesEducativos/mem2008/explorando_cambio_climatico/index.html

Permite explorar os fatores que contribuem para a alteração dos componentes vestigiais da atmosfera.

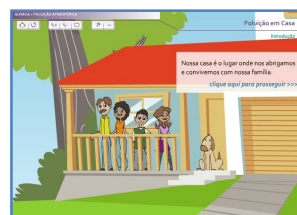


A animação que se segue, encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico:

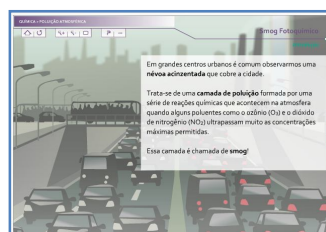
Poluição em Casa:

http://condigital.ccead.pucrio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&id=545:poluicao-atmosferica-animacao-poluicao-em-casa-&catid=18:animacoes&Itemid=99

O objetivo principal desta animação consiste em identificar o contato cotidiano com a poluição atmosférica no ambiente doméstico. Do mesmo modo pode-se definir os compostos orgânicos voláteis e conhecer os riscos que provocam à saúde.



Os alunos, através desta animação, serão capazes de definir o que é o smog, identificando a sua origem, diferenciar smog fotoquímico de smog industrial e indicar alguns dos problemas que o smog causa à saúde.





Encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico:

Smog Fotoquímico:

http://condigital.ccead.pucrio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&id=546:poluicao-atmosferica-animacao-smog-fotoquimico&catid=18:animacoes&Itemid=99

4.2.1.3. Guião de Exploração da Animação

 <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras</p>	 <p>Física e Química A</p> <p>10º ANO</p> <p>2011/2012</p>
<p>Guião de Exploração da Animação</p>	

Animação: Poluição Atmosférica e Saúde



Objetivo geral

Reconhecer as causas e efeitos da poluição do ar na saúde dos seres vivos e no ambiente.

Objetivos específicos

Definir poluição.

Citar os agentes poluentes mais comuns nas cidades.

Descrever os efeitos do monóxido de carbono na saúde

Identificar a hemoglobina como uma molécula transportadora de gases respiratórios.

Reconhecer que a atmosfera é dividida em camadas.

Explicar a importância e função da camada de ozono.

Citar atividades humanas responsáveis pela emissão de gases poluentes.

Explicar os efeitos dos poluentes na saúde dos seres vivos

Definir material particulado inalável.

Apresentação do tema

Numa primeira abordagem, o professor(a) pode referir aos alunos que esta animação aborda o tema poluição atmosférica e os efeitos que ela desencadeia na saúde humana.

Pedir aos alunos para formularem livremente as suas opiniões sobre o conceito de poluição, destacando e registando as palavras-chave relacionadas com o tema, mencionando que existem tipos diferentes de poluição (sonora, luminosa, ar, água e solo).

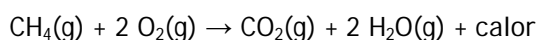
Propor, então, uma definição clara e simples para que a turma possa participar dos debates de forma mais interativa. Dizer que há poluição atmosférica quando se verifica uma alteração na composição do ar capaz de provocar efeitos tóxicos mensuráveis nos seres humanos, nos animais ou nas plantas.

Poluição Atmosférica

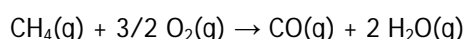
O professor(a) pode referir que a atividade humana crescente, tanto na indústria como na agricultura ou na pecuária, tem vindo a interferir significativamente nos diversos ciclos biogeoquímicos, originando alterações na composição da atmosfera e variações significativas na concentração de muitos dos seus constituintes vestigiais. Atualmente, há gases que são lançados para a atmosfera em quantidades demasiado elevadas para serem compensadas por processos naturais. Há, assim, uma contaminação prolongada do ar, vulgarmente designada poluição atmosférica.

Mencionar que, embora o lançamento de poluentes no ar possa ser atribuído a fenómenos naturais, como incêndios florestais, trovoadas, atividade vulcânica, foi a partir da revolução industrial que os impactos ambientais aumentaram progressivamente devido à nossa espécie, acelerando os efeitos negativos de fenómenos que já ocorriam naturalmente, como o efeito estufa. Muitas substâncias que resultam da atividade humana (indústria, serviços, transportes) são libertadas para a atmosfera, estando na origem da poluição atmosférica.

Mencionar que uma boa parte do progresso tecnológico da humanidade é ou foi baseada em processos ligados à combustão. Relembrar que a combustão é uma reação química que ocorre quando um combustível (material que arde) reage com um comburente (material que alimenta a combustão, dióxigénio (O₂)). No entanto, dependendo da quantidade de dióxigénio disponível, a combustão pode ser completa ou incompleta. Referir que a combustão completa ocorre quando existe dióxigénio suficiente para consumir todo o combustível. No caso de compostos feitos de carbono e hidrogénio (hidrocarbonetos) e de carbono, hidrogénio e dióxigénio (como álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, etc.), os produtos são o dióxido de carbono (CO₂) e a água (H₂O). O professor(a) pode citar o exemplo da combustão completa do principal constituinte do combustível biogás, e que também está presente no gás natural de petróleo, o metano (CH₄):



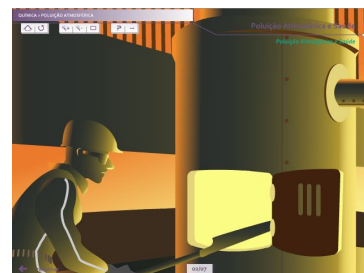
A combustão incompleta ocorre quando não há quantidade suficiente de dióxigénio para consumir todo o combustível. Os produtos da combustão incompleta são monóxido de carbono (CO) e água. Exemplo da combustão incompleta do metano:



Referir que neste tipo de combustão, há produção de um produto muito reativo e tóxico, o monóxido de carbono.

Monóxido de Carbono

Um importante poluente, gerado pela queima incompleta de combustíveis fósseis (carvão vegetal e mineral, gasolina e óleo diesel) é o monóxido de carbono. Explicar que, na prática, esse tipo de reação só acontece em locais controlados ou abafados, onde haja condições para a ocorrência do fenómeno. Devido ao facto de este gás ser inodoro e incolor, é difícil percebê-lo no ambiente, podendo originar graves acidentes de trabalho. Em pequenas quantidades, o monóxido de carbono pode causar dores de cabeça, lentidão de raciocínio e enjoo. Em quantidades mais elevadas, pode ser letal, visto que impede que o dióxido de carbono seja transportado no sangue.



A toxicidade do monóxido de carbono advém do facto de possuir a capacidade rara de se ligar fortemente à hemoglobina, o pigmento que transporta o dióxido de carbono no sangue.

Destacar a sequência de imagens da animação (figura A, B,C) que mostra uma representação artística de um corte num vaso sanguíneo, visualizando-se os glóbulos vermelhos. Referir que no interior dos glóbulos vermelhos está a hemoglobina que normalmente se combina com o dióxido de carbono (figura A). Citar que o dióxido de carbono e o monóxido de carbono ligam-se ambos aos iões Fe (II) na hemoglobina. No entanto, a afinidade da hemoglobina pelo monóxido de carbono é cerca de 200 vezes maior do que pelo dióxido de carbono. Na figura B, aparecem moléculas de monóxido de carbono e na figura C, há ligação do monóxido de carbono à hemoglobina e por serem ligações estáveis, impedem que a hemoglobina se ligue ao dióxido de carbono. As moléculas de hemoglobina com o monóxido de carbono fortemente ligado (chamadas de carboxi-hemoglobina) não podem transportar o oxigénio necessário para os processos metabólicos.

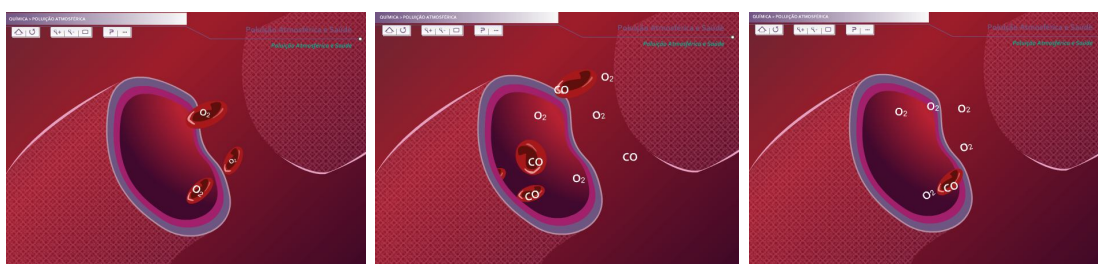


Figura A

Figura B

Figura C

A inalação de uma pequena quantidade de monóxido de carbono pode provocar sonolência e dores de cabeça; pode mesmo levar à morte quando cerca de metade das moléculas de hemoglobina estiverem complexadas com monóxido de carbono.

É importante evocar a importância de arejar os locais onde ocorre emissão de monóxido de carbono. Destacar a imagem da animação que inicialmente mostrou um trabalhador sem a máscara e, posteriormente, usando equipamento de proteção individual, uma máscara naso-bucal.

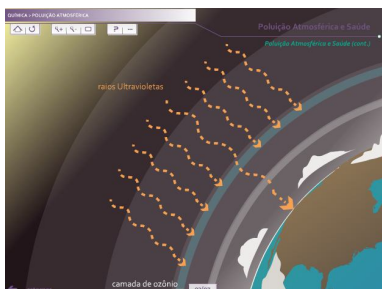
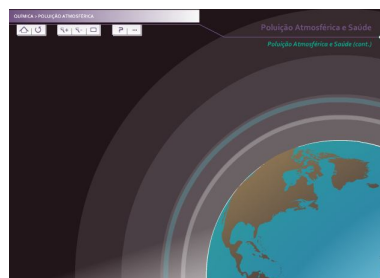


Recordar os alunos que os fogões de cozinha a gás, os fogões a lenha, os aquecedores a gás, o fumo do tabaco, a respiração humana e os fumos de escape de carros (em garagens) são as fontes do gás dióxido de carbono e do monóxido de carbono dentro das casas.

Ozono

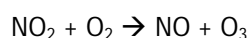
Referir que o ozono (O₃) apresenta funções distintas, evita que a radiação Ultravioleta (UV) oriunda do Sol atinja a superfície terrestre e é um poluente bastante prejudicial à saúde.

Os cientistas dividem a atmosfera em várias camadas diferentes de acordo com a composição e com a variação da temperatura com a altitude. A troposfera é a camada mais ativa, no que diz respeito a acontecimentos visíveis (exemplo, chuva, relâmpagos). Trata-se da camada mais fina da atmosfera (15 km). Acima da troposfera tem-se a estratosfera, que é constituída por azoto, oxigénio e ozono. Na mesosfera (50 km a 80 km), a concentração de ozono e outros gases é baixa. A termosfera é a camada mais alta da atmosfera, 80 km a 800 km.



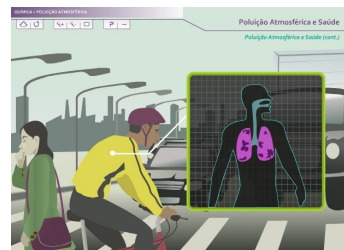
Mencionar que é na estratosfera que o ozono protege a Terra dos raios UV, realçando a imagem da animação que mostra a ação dos raios ultravioletas e apontar para a faixa azul referindo que se trata de uma representação artística da camada de ozono. Comentar que o mesmo gás que nos protege dessas radiações pode ser um poluente perigoso se estiver na troposfera – camada mais baixa da atmosfera e onde nos encontramos, portanto, onde respiramos.

Informar que quando os automóveis e indústrias queimam combustíveis, há emissão de uma série de gases poluentes, entre eles o dióxido de azoto (NO₂) que, sob a luz do sol, reage com o dióxigénio formando o ozono (O₃) e óxido nítrico (NO). Destacar a equação que é responsável pela produção do ozono:



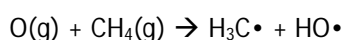
Partículas Inaláveis

Outro poluente que deve ser seriamente considerado quando se analisa a qualidade do ar atmosférico é o material particulado inalável (MP₁₀). O professor(a) pode definir estas partículas como partículas microscópicas que, suspensas no ar, são inaladas depositando-se nos alvéolos pulmonares. O ar atmosférico também pode ser poluído por partículas provenientes de aerossóis, poeiras e carvão pulverizado. Os trabalhadores de indústrias ou os moradores de regiões onde essas indústrias estão instaladas inalam constantemente essas partículas, originando diversas doenças respiratórias, como alergia e fibrose.



Relembrar os alunos que os hidrocarbonetos também resultam da queima incompleta de combustíveis ou da evaporação de produtos orgânicos voláteis. São exemplos de hidrocarbonetos o benzeno, butano, metano e o propano. Realçar que os hidrocarbonetos podem originar radicais livres formados pela ação da radiação ultravioleta. Explicar que os hidrocarbonetos são uma das formas primárias de poluição do ar, uma vez que se oxidam muito facilmente e geram calor. É importante notar que os hidrocarbonetos são, geralmente, envolvidos em reações de combustão incompletas em motores de automóveis e caldeiras.

Destacar a imagem da animação que mostra a combustão incompleta do metano (figura D):



Explicar que a combustão incompleta é indicada pela presença do átomo isolado de oxigênio O(g) que também poderia ser representado como $\frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$. Indicar que o H₃C• e o HO• são radicais livres altamente reativos, que são introduzidos no organismo por inalação (figura E). Referir que estes radicais são bastante instáveis devido à existência de elétrons desemparelhados, reagindo com as moléculas das membranas celulares podendo danificá-las, assim como ao seu DNA, produzindo células anormais (mutantes) que podem degenerar os tecidos e dar origem, por exemplo, a tumores hepáticos (figura F).



Figura D

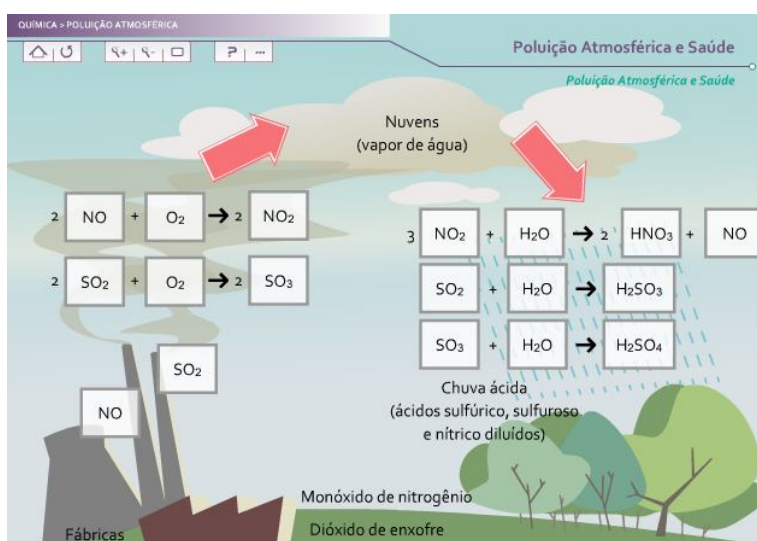
Figura E

Figura F

Dialogar com os alunos que outros gases podem ter um efeito prejudicial bastante amplo afetando não só os seres humanos como todo o ecossistema ao redor. Citar que a queima de

combustíveis fósseis também pode desencadear dióxido de enxofre e dióxido de azoto. O dióxido de enxofre e em menor grau, os óxidos de azoto provenientes de escapes automóveis são considerados responsáveis pela elevada acidez da água da chuva. Os óxidos ácidos como o dióxido de enxofre reagem com a água para dar origem aos ácidos correspondentes, nomeadamente ácido sulfuroso (H_2SO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido nítrico (HNO_3). Estes ácidos são os responsáveis por formar a famosa chuva ácida.

Referir que os ácidos resultantes podem causar danos à vida animal e vegetal (afetando a cadeia alimentar), aos leitos de água superficial, assim como aos prédios, construções, viadutos e monumentos históricos (corroem o calcário e o mármore). A animação termina com um fragmento do ciclo biogeoquímico do azoto e do enxofre, mostrando algumas equações simplificadas do processo de formação da chuva ácida.



4.2.1.4. Ficha de Trabalho

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Física e Química A 10º ANO	2011/2012
Ficha de Trabalho - Toxicidade e Dose Letal		

1. Muitas das atividades humanas concorrem para o aumento da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera:

- (A) Circulação automóvel.
- (B) Produção de energia em centrais termoelétricas.
- (C) Desflorestação.
- (D) Plantação de extensos arrozais.
- (E) Incêndios florestais.
- (F) Tratamento de minérios de cobre, chumbo e zinco.

1.1. Mencione um ou dois gases cuja concentração na atmosfera aumente em consequência de cada uma das atividades anteriores.

1.2. Explique a razão por que os gases referidos na questão anterior se tornaram poluentes.

2. No quadro seguinte indicam-se as doses letais, para ratas, de três substâncias conhecidas por dois processos diferentes de contacto com o organismo.

Substância	DL₅₀ oral (mg / kg)	DL₅₀ dermatológico (mg / kg)
Cafeína	261 a 883	2000
Anilina	250	1400
Álcool puro (etanol a 96%)	7060	----

2.1. Das três substâncias, qual é a mais tóxica para as ratas?

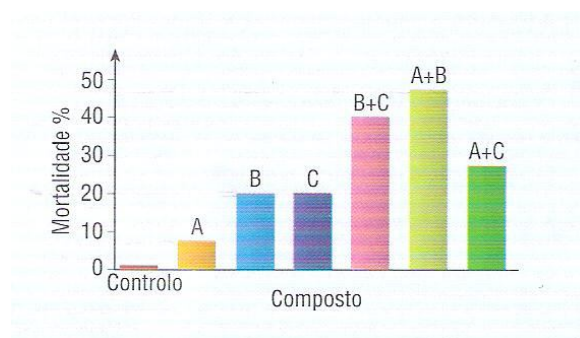
2.2. Comparando a DL₅₀ oral com a DL₅₀ dermatológica, que conclusão se retira?

2.3. Que significado tem o facto de não haver valor de DL₅₀ dermatológica para o álcool puro?

- 2.4.** Será possível retirar algumas conclusões relativamente a outros efeitos tóxicos?
- 2.5.** Se se extrapolar os resultados do quadro para a espécie humana, que conclusões se tiram?
- 2.6.** Qual o efeito que é efetivamente “medido” pela DL_{50} de um produto químico?
- 3.** Suponha que se espalhou no ar um determinado produto tóxico cuja DL_{50} para o ser humano é de 120 mg/kg, por via oral. Quem é mais vulnerável, uma criança ou um adulto? Explique a sua opinião.
- 4.** A DL_{50} de *ecstasy*, uma droga ilegal, é de 97 mg/kg (exposição oral em ratos). Dois jovens de 50 kg e 70 kg tomaram numa noite 3 e 6 comprimidos, respetivamente. A massa de cada comprimido é de, aproximadamente, 0,5 gramas.
- 4.1.** Qual é a definição de dose letal a 50 %, DL_{50} ?
- 4.2.** Explique o significado físico do valor DL_{50} para o *ecstasy*?
- 4.3.** Use os dados disponíveis para avaliar qual dos jovens terá maior probabilidade de sofrer intoxicações?

5. O gráfico representa a mortalidade, em percentagem, numa população de cobaias, por exposição a diferentes doses (mg de composto/kg de peso da cobaia) de três compostos (A, B e C), aplicados individualmente ou em combinações de dois destes compostos.

Doses usadas	
Composto	Dose / mg kg ⁻¹
A	50
B	60
C	100

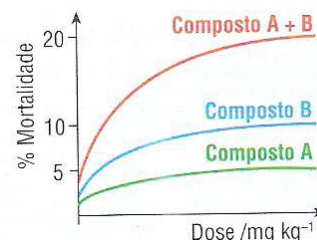


5.1. Indique qual dos compostos (A, B ou C) apresenta uma maior toxicidade e justifique.

5.2. Sinergismo é o efeito combinado de duas ou mais substâncias. É potenciado se a ação combinada de duas ou mais substâncias produzir efeito global superior à soma dos efeitos das duas substâncias. Indique quais os compostos que, ao atuarem em conjunto, apresentam efeito sinérgico potencializado.

Adaptado de um exame nacional de "Ciências do Ambiente"

6. Submeteu-se uma população de ratinhos à exposição dos compostos A e B, obtendo-se as curvas dose-resposta representadas no gráfico. Com base na análise do gráfico:



6.1. Descreva o efeito da exposição simultânea aos dois compostos.

6.2. Leia atentamente as proposições que se seguem.

- (A) O composto A é mais tóxico do que o B.
- (B) O composto B é mais letal do que o A.
- (C) A exposição simultânea a ambos os compostos traduz-se num aumento potenciado da mortalidade.
- (D) A toxicidade aguda depende dos efeitos cumulativos do tóxico.
- (E) Quanto maior for o DL₅₀ de um produto menos tóxico ele é.
- (F) A toxicidade crónica exprime-se em DL₅₀.
- (G) O tempo de exposição a um produto tóxico tem efeito sobre os organismos.

6.2.1. Indique as frases verdadeiras e as falsas.

6.2.2. Corrija as falsas sem utilizar a negativa.

7. Na tabela seguinte são apresentados valores de dose letal para diversas substâncias administradas por via oral a ratos e a coelhos:

Substância	DL ₅₀ aproximada (mg/kg)	
	Testada em ratos	Testada em coelhos
Etanol	10 000	---
Cafeína	192	---
Nicotina	53	---
Acetona	5800	---
Compostos de arsénio	763	50

7.1. Compare o valor de DL₅₀ da cafeína e da nicotina para a mesma espécie (ratos) e para o mesmo modo de contacto (via oral).

7.2. Compare os efeitos da administração de 75 mg de compostos de arsénio em organismos diferentes, como, por exemplo, em ratos e coelhos, admitindo que os ratos pesam 200 g e os coelhos pesam 1,5 kg.

Bom trabalho

4.2.1.5. Resolução da Ficha de Trabalho

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Física e Química A 10º ANO	2011/2012
Resolução da Ficha de Trabalho -Toxicidade e Dose Letal		

1. Muitas das atividades humanas concorrem para o aumento da concentração dos componentes vestigiais da atmosfera:

- (A) Circulação automóvel.
- (B) Produção de energia em centrais termoelétricas.
- (C) Desflorestação.
- (D) Plantação de extensos arrozais.
- (E) Incêndios florestais.
- (F) Tratamento de minérios de cobre, chumbo e zinco.

1.1. Mencione um ou dois gases cuja concentração na atmosfera aumente em consequência de cada uma das atividades anteriores.

- (A) - CO_2 e NO_2 .
- (B) - CO_2 .
- (C) - CO_2 .
- (D) - CH_4
- (E) - CO_2 , CO e SO_2
- (F) - SO_2

1.2. Explique a razão por que os gases referidos na questão anterior se tornaram poluentes.

A partir do momento em que a velocidade com que alguns gases começaram a ser lançados para a atmosfera superou a velocidade com que dela eram retirados, a sua concentração na atmosfera aumentou.

Os gases tornam-se poluentes quando a velocidade de lançamento de gases para a atmosfera é superior à velocidade de retirada dos mesmos gases da atmosfera.

2. No quadro seguinte indicam-se as doses letais, para ratazanas, de três substâncias conhecidas por dois processos diferentes de contacto com o organismo.

Substância	DL ₅₀ oral (mg / kg)	DL ₅₀ dermatológico (mg / kg)
Cafeína	261 a 883	2000
Anilina	250	1400
Álcool puro (etanol a 96%)	7060	----

2.1. Das três substâncias, qual é a mais tóxica para as ratazanas?

Anilina

2.2. Comparando a DL₅₀ oral com a DL₅₀ dermatológica, que conclusão se retira?

É mais perigosa a contaminação oral que a dermatológica.

2.3. Que significado tem o facto de não haver valor de DL₅₀ dermatológica para o álcool puro?

Não se terá confirmado nenhuma morte por ação dermatológica, por álcool puro para qualquer concentração.

2.4. Será possível retirar algumas conclusões relativamente a outros efeitos tóxicos?

Não, o indicador DL₅₀ apenas diz a dose a partir da qual 50 % da população amostra morre.

2.5. Se se extrapolar os resultados do quadro para a espécie humana, que conclusões se tiram?

Que a anilina também será o produto mais tóxico para o homem.

2.6. Qual o efeito que é efetivamente "medido" pela DL₅₀ de um produto químico?

A dose letal de um produto químico, DL₅₀, define como a quantidade desse produto químico necessária para provocar a morte de 50 % dos indivíduos, animais ou plantas, de uma determinada população amostra.

3. Suponha que se espalhou no ar um determinado produto tóxico cuja DL_{50} para o ser humano é de 120 mg/kg, por via oral.

Quem é mais vulnerável, uma criança ou um adulto? Explique a sua opinião.

A criança. Como a criança tem menos massa só consegue suportar uma menor quantidade total de produto tóxico, visto que a criança irá inalar a mesma quantidade que o adulto.

4. A DL_{50} de *ecstasy*, uma droga ilegal, é de 97 mg/kg (exposição oral em ratos). Dois jovens de 50 kg e 70 kg tomaram numa noite 3 e 6 comprimidos, respetivamente. A massa de cada comprimido é de, aproximadamente, 0,5 gramas.

4.1. Qual é a definição de dose letal a 50 %, DL_{50} ?

É a dose de um produto que mata 50 % de uma população testada.

4.2. Explique o significado físico do valor DL_{50} para o *ecstasy*?

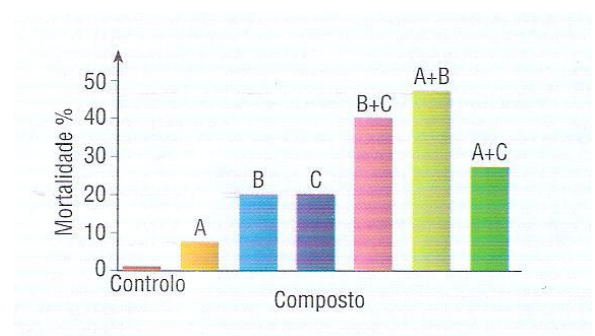
Significa que se numa população de ratos cada indivíduo ingerir 97 mg de *ecstasy* por cada quilograma de massa corporal, provavelmente morrerá metade dessa população.

4.3. Use os dados disponíveis para avaliar qual dos jovens terá maior probabilidade de sofrer intoxicações?

O primeiro jovem ingere uma dose de $3 \times 500 \text{ mg} / 50 \text{ kg} = 30 \text{ mg/kg}$, enquanto o segundo jovem ingere uma dose de $6 \times 500 \text{ mg} / 70 \text{ kg} = 42 \text{ mg/kg}$, pelo que o segundo jovem tem maior probabilidade de sofrer intoxicação.

5. O gráfico representa a mortalidade, em percentagem, numa população de cobaias, por exposição a diferentes doses (mg de composto/kg de peso da cobaia) de três compostos (A, B e C), aplicados individualmente ou em combinações de dois destes compostos.

Doses usadas	
Composto	Dose / mg kg^{-1}
A	50
B	60
C	100



5.1. Indique qual dos compostos (A, B ou C) apresenta uma maior toxicidade e justifique.

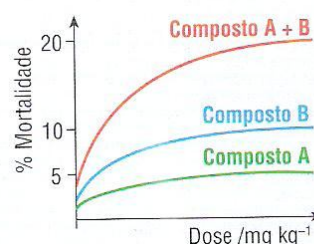
Composto B, porque apresenta uma percentagem de mortalidade igual à de C com uma dose mais baixa.

5.2. Sinergismo é o efeito combinado de duas ou mais substâncias. É potenciado se a ação combinada de duas ou mais substâncias produzir efeito global superior à soma dos efeitos das duas substâncias. Indique quais os compostos que, ao atuarem em conjunto, apresentam efeito sinérgico potencializado.

A e B.

Adaptado de um exame nacional de "Ciências do Ambiente"

6. Submeteu-se uma população de ratinhos à exposição dos compostos A e B, obtendo-se as curvas dose-resposta representadas no gráfico. Com base na análise do gráfico:



6.1. Descreva o efeito da exposição simultânea aos dois compostos.

A exposição simultânea aos compostos A e B tem um efeito superior à soma dos efeitos de A e de B.

6.2. Leia atentamente as proposições que se seguem.

- (A) O composto A é mais tóxico do que o B.
- (B) O composto B é mais letal do que o A.
- (C) A exposição simultânea a ambos os compostos traduz-se num aumento potenciado da mortalidade.
- (D) A toxicidade aguda depende dos efeitos cumulativos do tóxico.
- (E) Quanto maior for o DL₅₀ de um produto menos tóxico ele é.
- (F) A toxicidade crónica exprime-se em DL₅₀.
- (G) O tempo de exposição a um produto tóxico tem efeito sobre os organismos.

6.2.1. Indique as frases verdadeiras e as falsas.

Verdadeiras - B, C, E, G.

Falsas - A, D, F.

6.2.2. Corrija as falsas sem utilizar a negativa.

A - O composto B é mais tóxico que o A.

D - A toxicidade crónica depende dos efeitos cumulativos do tóxico.

F - A toxicidade aguda exprime-se em DL₅₀.

7. Na tabela seguinte são apresentados valores de dose letal para diversas substâncias administradas por via oral a ratos e a coelhos:

Substância	DL ₅₀ aproximada (mg/kg)	
	Testada em ratos	Testada em coelhos
Etanol	10 000	---
Cafeína	192	---
Nicotina	53	---
Acetona	5800	---
Compostos de arsénio	763	50

- 7.1. Compare o valor de DL₅₀ da cafeína e da nicotina para a mesma espécie (ratos) e para o mesmo modo de contacto (via oral).

DL₅₀ da cafeína para ratos = 192 mg/kg, o que significa que se a 100 ratos for administrado, por via oral, 192 mg de cafeína por cada kg de massa corporal, 50 desses ratos morrerão (50% da população).

DL₅₀ da nicotina para ratos = 53 mg/kg, o que significa que se a 100 ratos for administrado, por via oral, 53 mg de nicotina por cada kg de massa corporal, 50 desses ratos morrerão (50% da população).

Conclui-se, portanto, que para uma dada população de ratos é necessário uma menor quantidade de nicotina do que de cafeína para estes terem 50% de probabilidade de morrer. Ou seja, para os ratos a nicotina é mais tóxica do que a cafeína.

- 7.2. Compare os efeitos da administração de 75 mg de compostos de arsénio em organismos diferentes, como, por exemplo, em ratos e coelhos, admitindo que os ratos pesam 200 g e os coelhos pesam 1,5 kg.

$$DL_{50} = (m_{\text{contaminante}}) \text{ em mg} / (m_{\text{corporal do animal}}) \text{ em kg}$$

$$DL_{50} \text{ de compostos de arsénio para ratos} = 763 \text{ mg/kg}$$

$$DL_{50} \text{ de compostos de arsénio para coelhos} = 50 \text{ mg/kg}$$

Começando pelos ratos, a massa de composto de arsénio, que um animal de 200 g tem que ingerir para ter 50% de probabilidade de morrer é:

$$m = 0,2 \text{ kg} \times 763 \text{ mg/kg} = 153 \text{ mg}$$

ou seja, ao ingerir 75 mg de compost de arsénio, o rato teria uma probabilidade de morrer bastante abaixo dos 50% (75 mg < 153 mg).

No caso dos coelhos, a massa de composto de arsénio que um animal de 1,5 kg tem que ingerir para ter 50% de probabilidade de morrer è:

$m = 1,5 \text{ kg} \times 50 \text{ mg/kg} = 75 \text{ mg}$ ou seja, apesar de ser muito mais pesado do que um rato, um coelho tem maior probabilidade de morrer (exatamente 50%) ao ingerir os mesmos 75 mg de composto de arsénio. Confirma-se, portanto, que os compostos de arsénio são mais tóxicos para os coelhos do que para os ratos.

Bom trabalho

Capítulo 5 - Projeto de Investigação Educacional

5.1. Contextualização

Segundo o Ministério da Educação, o programa do Ensino Secundário deve tornar os alunos conscientes do papel da Física e da Química na explicação de fenómenos do mundo que os rodeia, bem como na sua relação íntima com a Tecnologia. Segundo Martins *et al.*, (2001), a Física e Química A é encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade. Assim, é dada uma maior atenção à compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade recorrendo à interdisciplinaridade. Na última revisão curricular do Ensino Secundário, o Ministério da Educação elegeu como preocupação central a qualidade do ensino e das aprendizagens, dando relevância ao ensino prático e experimental.

O desenvolvimento de atividades experimentais em Física e em Química devem implementar práticas inovadoras para que todos os alunos possam aprender em conjunto. A “*valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com caráter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática*” é um dos princípios orientadores estabelecidos pelo Ministério da Educação na alínea e) do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 6/2001. O apelo à abordagem de situações - problema do quotidiano permite que os alunos construam conhecimentos sólidos e reflitam sobre os processos da Ciência e da Tecnologia bem como as suas inter-relações com a sociedade e o ambiente (Cachapuz *et al.*, 2002). A partir de uma questão problema, os discentes analisam e reformulam o problema, criando hipóteses para o mesmo, constroem a sua própria autonomia, tornando-se conscientes e responsáveis das suas atitudes perante a sociedade, impregnando métodos que proporcionem inúmeras oportunidades de construção e reconstrução de saberes e competências.

Em Portugal há uma escassa publicação de artigos relacionados com uma Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) (Lopes *et al.*, 2010). O processo de ensino-aprendizagem que predominam nas escolas apresenta características de uma metodologia tradicional de ensino, em que os alunos são sujeitos passivos do conhecimento. Nos dias que decorrem, todos os alunos têm direito a uma participação ativa na construção do seu processo de aprendizagem. Uma educação voltada para a investigação proporciona aos alunos uma inserção crítica na realidade a partir do estímulo à criatividade e à reflexão.

Com o objetivo de motivar e de despertar nos alunos o interesse pela aprendizagem da Química; tornar o seu ensino mais ativo, motivador e atualizado; contribuir para um maior enraizamento de uma cultura científica e experimental; consciencializar e alertar os alunos para certos problemas ambientais e inculcar nos alunos, através da interdisciplinaridade, a ideia de interligação e abrangência entre áreas científicas aparentemente isoladas, surgiu o Projeto "“Ervas Aromáticas: aromatizam ou tornam tóxicas as refeições?”". Trata-se de um resultado da aprovação de uma candidatura efetuada pela Escola Secundária Quinta das Palmeiras ao 20º Concurso para Jovens Cientistas e Investigadores 2012, da 6ª Mostra Nacional de Ciência.

Este concurso, desenvolvido pela Fundação da Juventude desde 1992, tem como objetivos promover os ideais da cooperação e do intercâmbio entre jovens cientistas e investigadores e estimular o aparecimento de jovens talentos nas áreas da Ciência, Tecnologia, Investigação e Inovação. Como afirma Cachapuz (1997), *“Será na caminhada feita pelos alunos, desde a defesa das suas ideias, passando pelo confronto com as dos colegas e as do professor, até à opção feita de forma refletida e bem fundamentada em novos dados ou em novas interpretações que se criam verdadeiras situações de aprendizagem”*. A participação dos alunos num concurso destes promove aspetos valiosos como a capacidade e a evolução da autonomia e da organização dos estudantes para resolver situações complexas; promove o sentido crítico dos alunos; contribui para um aumento de literacia científica dos mesmos; capacidade para desenvolver trabalhos de grupo; incremento de competências para se fazer compreender em comunicações orais e escritas; a ampliação da responsabilidade por parte do próprio aprendiz no seu processo de aprendizagem e o desenvolvimento da sua capacidade de aprender a aprender.

Neste capítulo faz-se referência ao projeto que foi desenvolvido durante o ano letivo 2011/2012, abordando o objetivo, os materiais e métodos utilizados, bem como sugestões futuras de atividades práticas a serem realizadas num contexto informal, fora sala de aula, como por exemplo, num clube de ciências.

5.2. Introdução

No meio ambiente, o homem encontra-se exposto a contaminantes ou poluentes presentes no ar, água e solo. Através de alimentos contaminados, existe uma troca dinâmica entre os contaminantes e os diferentes compartimentos do ambiente (figura 5.1).

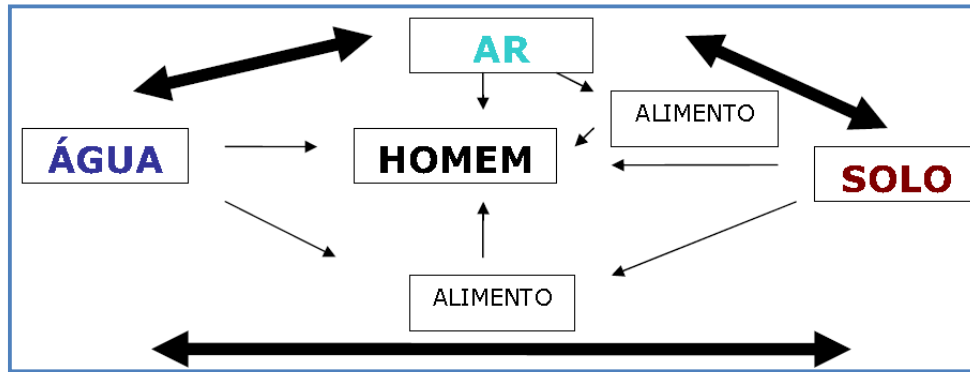


Figura 5.1- Inter - relação dos contaminantes presentes nos diversos compartimentos do meio ambiente. (Trindade, 2011).

A qualidade dos alimentos é uma preocupação constante de todos que se interessam pela saúde e defesa do consumidor. Este tem procurado cada vez mais alimentos que tenham uma maior aproximação possível das suas formas naturais, que não tenham sido extremamente processados como as ervas aromáticas (Bremness, 1993). Tem existido um incremento na procura de produtos naturais, quer pelos naturalistas como pelos investigadores, visto que as suas aplicações são diversas, nomeadamente na alimentação, na indústria farmacêutica, na agroquímica, entre outros (Neto, 1999).

Trata-se de substâncias utilizadas na indústria de alimentos devido às suas múltiplas aplicações e têm como finalidade conferir sabor e aroma, como aromatizantes, cor, como corantes naturais e também proteção natural aos alimentos, como antioxidantes naturais (Afonso, 2007). O valor condimentar de uma planta está geralmente associado ao teor de óleos voláteis, que são compostos químicos produzidos durante o desenvolvimento da planta. No entanto, segundo Porte (2001), alguns dos constituintes das plantas (óleos essenciais) podem causar efeito tóxico, que varia desde uma simples alergia até mesmo convulsões, podendo agir como psicotrópicos.

Como foi referido no capítulo III, existem vários ramos da toxicologia, incluindo a Toxicologia Alimentar. Esta apresenta uma enorme relevância para a saúde humana, tendo a finalidade de analisar e definir quais os alimentos que apresentam ou não potencial toxicidade. Está diretamente relacionada com as características e condições da exposição, a natureza e concentração do agente tóxico presente no alimento, frequência com que o alimento é ingerido pela população, o tempo de ingestão do alimento, via de introdução no organismo e suscetibilidade do organismo (Midio, 2000).

As plantas aromáticas constituem um vasto grupo de espécies que podem ser produzidas em regime biológico, com vários objetivos (Borges, 1991). No nosso País, existe uma diversidade de espécies pertencentes a este grupo de plantas e os géneros *Rosmarinus* (alecrim), *Thymus* (serpão), *Petroselinum* (salsa) e *Laurus* (Louro) existem espontaneamente e/ou em cultura na região da Beira Interior. Como todas elas têm uma elevada importância como condimento em gastronomia regional surgiu a ideia de realizar o projeto "Ervas Aromáticas: aromatizam ou

tornam tóxicas as refeições?” Este projeto foi realizado na Escola Secundária Quinta das Palmeiras e foi desenvolvido em colaboração com a professora de Biologia / Geologia, Miguela Fernandes e com dois alunos da turma A do décimo ano, Luís Lindeza e Rodrigo Lindeza. O projeto investigacional teve início no dia três de fevereiro de 2012 tendo decorrido todas as sextas feiras das 14 horas 30 minutos às 16 horas 00 minutos.

5.3. Objetivo

Este projeto tem como objetivo estudar o efeito das ervas aromáticas, alecrim, salsa, tomilho e louro, no batimento cardíaco de organismos-teste - *Daphnia magna*. Pretendeu-se comparar o mesmo efeito utilizando dois métodos distintos, a infusão e o cozimento.

Devido ao regulamento imposto pelo concurso, não foi possível realizar experiências que implicassem o sofrimento físico ou psicológico de animais vivos, pela prática de atos de abuso, crueldade ou morte (ver anexo VII). Por este motivo é que se testou somente o efeito das ervas aromáticas no batimento cardíaco dos organismos-teste.

5.4. Características das Amostras

De seguida, abordar-se-á algumas características das ervas aromáticas em estudo, nomeadamente os seus constituintes químicos, o nome vulgar e a sua utilização na culinária.

5.4.1. Alecrim

O alecrim, *Rosmarinus officinalis* L., pertence à família das *Labiaceae*, podendo ter como nomes vulgares - Alecrim rosmarinho, alecrim da horta, alecrim do jardim, alecrinzeiro, erva-coroadada, flor-do-olimpo, etc.



Figura 5.2- *Rosmarinus officinalis* L.

Trata-se de um arbusto perene de pequeno porte, ramoso, sempre verde, que pode atingir de 1 a 2 metros de altura (figura 5.2). Apresenta caule lenhoso e muito ramificado, folhas coriáceas, espinhosas, lineares, sésseis, persistentes e numerosas, com bordas enroladas para dentro ao longo da nervura central. As partes utilizadas são as folhas, caules e flores. As folhas e caule podem ser comercializados frescos ou desidratados. Apresenta um forte odor canforáceo e concentra mais o seu sabor forte quando não está fresco (Bremness, 1993); no estudo utilizámos as folhas e o caule.

Como constituintes químicos contém óleo essencial (pineno, cânfora e o eucalipto), flavonóides, ácidos polifenólicos, derivados do ácido cafeico, taninos, constituintes amargos (carnosol, rosmanol), ácidos triterpénicos (ácido ursólico e betulínico), álcoois triterpénicos (α -amirina, β -amirina e betulina) (Gould, 1995).

Quanto à sua utilização na culinária, apresenta um sabor ligeiramente amargo, e é excelente para carnes e peixes, devendo ser retirado antes do prato ser servido. Faz parte do famoso Herbes de Provence (tempero francês com várias ervas). Entra na confecção de pratos gastronómicos como a perdiz de escabeche de Alpedrinha, panela no forno e cabrito no forno (<http://www.cozinhafacil.com/artigos/52-artigos/491-ervas-aromaticas-.html>).

Em medicina popular, as preparações e os modos de utilização mais comuns são a infusão, óleo essencial, pó, loção capilar, banho estimulante, pomada e compressas.

5.4.2. Louro

O louro, *Laurus nobilis* L., pertence à família das Lauráceas (figura 5.3). Os nomes comuns são variados: louro-comum, loureiro-de-presunto, loureiro-de-apoló, loureiro-dos-poetas, etc.



Figura 5.3- *Laurus nobilis* L.

Trata-se de uma árvore que pode atingir 15 metros de altura com folhas persistentes, pecioladas, coriáceas com bordos ondulados, inteiras e lisas. Apresenta um sabor suavemente amargo. As partes utilizadas são a folha e o fruto; no estudo efetuado utilizou-se a folha.

Na sua composição química encontram-se óleo essencial (terpenos: lauro-estearina, geraniol, linalol, cienol, terpineno, engenol, pineno), ácidos orgânicos (acético, isobutírico, valeriano), ácidos gordos e taninos (Bremness, 1993).

Este condimento é utilizado em qualquer tipo de prato salgado, desde que bem doseado. Tempera pratos típicos da região, tais como, panela no forno, peixes do rio e feijoada de cabritinho com grelo (<http://www.cozinhafacil.com/artigos/52-artigos/491-ervas-aromaticas-.html>).

Em medicina popular, as preparações e os modos de utilização mais comuns são os banhos, as cataplasmas, compressas, cozimentos, extratos, gargarejos, inalações, infusões, irrigações, maceração, pós, óleos, óleos essenciais, tinturas, xaropes e unguentos (Da Cunha *et al.*, 2003).

5.4.3. Salsa

A salsa, *Petroselinum crispum*, pertence à família das *Apiáceas*, sendo vulgarmente conhecida por salsa-comum, salsa-hortense, salsa-de-cheiro, salsa-das-hortas.



Figura 5.4- *Petroselinum crispum*

É uma planta herbácea bianual, ramosa e de raiz apumada, cultivada em quase todo o mundo como planta condimentar. A folha tem um pecíolo longo, penada e apresenta-se dividida em segmentos de margens dentadas ou crespas (figura 5.4). As partes utilizadas são a raiz, caule, sementes e a folha; no estudo efetuado foi utilizada a folha (Neto, 1999).

A sua composição química contém óleo essencial (apiol, miristicina, apiosídeo), monoterpenos, sesquiterpenos, sais minerais, poliacetilenos (falcarinol), furanocumarinas, taninos e vitaminas A, B, C e E (Bremness, 1993).

A salsa é tradicionalmente usada na cozinha como condimento, atendendo ao aroma suave e agradável. Ornamenta pratos de peixe, principalmente, e pratos típicos, panela no forno, cabrito na telha, caldeirada de cabrito (<http://www.cozinhafacil.com/artigos/52-artigos/491-ervas-aromaticas-.html>).

Os modos de preparação para efeitos terapêuticos e gastronómicos passam pela infusão, cozimento, pós, óleos essenciais, maceração, etc.

O óleo essencial pode conduzir a neurotoxicidade e ser abortivo pela quantidade de apiol, e em doses não terapêuticas, provocar lesões hepáticas, renais e arritmias.

5.4.4. Serpão

O serpão, *Thymus pulegioides* L. (figura 5.5), pertence à família das *Lamiáceas*, podendo ter como nomes comuns erva - urso, serpil, serpilho, serpol, tomilho - das - serras, tomilho -serpão.



Figura 5.5- *Thymus pulegioides* L.

É uma planta herbácea vivaz das regiões temperadas, podendo atingir entre 50 a 80 cm de altura. As partes usadas pela população são as folhas e o caule; no estudo realizado com as dáfnias foram utilizadas as folhas e o caule (Neto, 1999).

Como constituintes químicos contêm óleo essencial (fenóis, timol, carvacrol, pineno, p-cimeno, cariofileno, terpineno, geraniol, acetato de geraniol, linalol) constituinte amargo, taninos, saponinas, ácidos fenólicos (cafeico, rosmarínico), flavonóides (apigenol, luteolol, diosmetol, escutelareno) (Bremness, 1999).

Esta erva aromática é ligeiramente menos ativa que o tomilho e é indicado para pratos de carne, aves e confecionados com tomate; entra na confeção de pratos como a panela no forno e o arroz de bucho e cabrito assado (<http://www.cozinhafacil.com/artigos/52-artigos/491-ervas-aromaticas-.html>).

Os modos de utilização na Medicina são diversificados: supositórios, infusões, cozimento, óleo essencial e tintura.

O óleo essencial, internamente, em doses não terapêuticas, é convulsionante, abortivo e pode produzir dermatites de contacto.

5.5. Organismo - Teste

O material biológico utilizado, *Daphnia magna*, é um microcrustáceo classificado taxonomicamente no filo Arthropoda, subfilo Crustacea, classe Branchiopoda, ordem Diplostraca, subordem Cladocera, família Daphnidae (Ruppert *et al.*, 1996). É comumente designada de pulga de água (figura 5.6), sendo considerada um representante importante das comunidades bentônicas e zooplantônicas de lagos (Ruppert *et al.*, 2004).



Figura 5.6 - *Daphnia magna*. (Stringhini, 2010).

Compõem o zooplâncton como consumidores primários e secundários, fazendo a ligação entre os níveis inferiores e superiores da cadeia alimentar (Frello, 1998). Habita em ecossistemas duciaquícolas, ou seja, de água doce, como rios, riachos e lagos. Possuem um tamanho médio

de cinco a seis milímetros e alimentam-se através da filtração de material orgânico, principalmente de algas unicelulares, *Chlorella vulgaris* (Knie *et al.*, 2004).

Estes organismos possuem o corpo dividido em oito divisões anatômicas, nomeadamente, o olho composto, as primeiras antenas, as segundas antenas, as patas torácicas, o tubo digestivo, o coração, a câmara incubadora e os ovários. Devido ao facto de apresentarem um exoesqueleto transparente, é possível observar ao microscópio todas as partes que o constituem, desde o coração a bater até ao desenvolvimento embrionário na sua cavidade incubadora. O coração é um pequeno saco arredondado, situado dorsalmente, contendo umas aberturas em forma de fenda, que servem para a entrada da hemolinfa. Apresenta enérgicas pulsações, um ritmo cardíaco muito rápido, compreendendo entre os 200 a 300 batimentos cardíacos por minuto.

Por se tratar de um organismo de fácil manipulação e manutenção em laboratório, rapidez dos ensaios, baixo custo, sensíveis a diferentes grupos de agentes químicos e com um ciclo de vida rápido, é amplamente utilizado pela comunidade científica (Bohrer, 1995; Goldstein, 1988; Goldstein *et al.*, 1991).

Existem quatro períodos no ciclo de vida das dáfias: ovo, juvenil, adolescente e adulto. O ciclo de vida do ovo até a morte do adulto varia de acordo com as condições ambientais. Em geral, o ciclo de vida aumenta com o decréscimo da temperatura, em função da diminuição da atividade metabólica. A 20°C a média do ciclo de vida de *Daphnia magna* (de ovo a adulto) é de 56 dias (Rand, 1995). Estes organismos - teste apresentam um padrão reprodutivo assexuado, por partenogénese, garantindo a continuidade e obtenção de organismos do mesmo clone, isto é, geneticamente idênticos (Knie *et al.*, 2004).

Para além de apresentarem todos os critérios de seleção para um organismo-teste, pesa o facto de a maior parte das escolas possuírem estes microcrustáceos para eventuais estudos. Ensaios de letalidade são bastante utilizados em análises preliminares de toxicidade geral (Shugart, 1994).

As dáfias foram mantidas a uma temperatura controlada de $20 \pm 1^\circ \text{C}$, pH próximo de sete, iluminação artificial e sem arejamento artificial.

5.6. Material e Métodos

Atendendo às condições existentes na realidade da escola, utilizaram-se materiais e reagentes correntes.

Material: balança analítica, gobelés, provetas, varetas, placa elétrica, varetas, microscópio óptico composto, lâminas escavadas, pipetas de Pasteur, termómetro, medidor de pH e papel absorvente.

Reagentes: água destilada com pH = 7.

Amostras estudadas: alecrim, louro, salsa e serpão.

Organismo - teste: Cultura de *Daphnia magna* (fornecidas pelo Visionarium de Santa Maria da Feira).

5.6.1. Obtenção e Preparação das Amostras

O material botânico foi adquirido no distrito de Castelo Branco, concelho da Covilhã e Fundão. O alecrim e o serpão foram colhidos na freguesia de Vales do Rio enquanto que a salsa e o louro foi adquiridos numa freguesia do Fundão.

Com o objetivo de preparar as ervas aromáticas, utilizou-se como método a infusão e o cozimento. A infusão consiste na dissolução dos componentes químicos das amostras quando submetidos em contacto com água (solvente) a uma determinada temperatura. Existem vários métodos de cozimento podendo-se dividir em três grupos: os que envolvem calor seco, os que requerem calor húmido e aqueles nos quais a gordura quente é o meio de cozimento. O cozimento com calor húmido consiste em cozinhar as ervas aromáticas em água a ferver (<http://pt.scribd.com/doc/46593166/1-METODOS-DE-COZIMENTO>). A água ferve até se atingir o ponto de ebulição. Este ponto varia conforme a pressão atmosférica, mas ao nível do mar e à pressão de uma atmosfera é sempre 100°C. Neste estudo atingiu-se uma temperatura de 98 °C.

5.6.2. Procedimento Experimental

Mediu-se diferentes valores de massa (0,5; 1; 1,5 e 2 gramas) de salsa, alecrim, serpão e louro (figura 5.7).



Figura 5.7 - Medição de massas diferentes das especiarias.

Posteriormente, com o auxílio de uma placa elétrica, aqueceu-se 100 mL de água destilada (figura 5.8), transferindo-se a mesma quantidade de solvente para cada gobelé obtendo-se as infusões das ervas aromáticas (figura 5.9). De seguida, registou-se a temperatura da água das dáfrias e a temperatura das infusões e esperou-se que a temperatura das infusões se aproximasse da temperatura das dáfrias.



Figura 5.8 - Aquecimento do solvente.



Figura 5.9 - Infusões do Louro.

Mediu-se o pH da das infusões das amostras e do meio da dáfria (figura 5.10).



Figura 5.10 - Medição do pH das infusões e do meio das dáfrias.

A partir de uma cultura de dáfrias mantida no laboratório (figura 5.11), transferiu-se, cuidadosamente com o auxílio de pipetas de Pasteur, organismos - teste para lâminas escavadas, colocando algumas gotas de água do meio de cultura (ensaio de controlo).



Figura 5.11 - Cultura de dáfrias.

Fez-se a contagem dos batimentos cardíacos durante quinze segundos, observando-se ao microscópio ótico composto na ampliação de 60 x (figura 5.12). (Nota: Para contar o

batimento cardíaco, utilizou-se um lápis, canetas de feltro, folhas de papel e um cronómetro. Um elemento fez um ponto com o lápis / caneta numa folha de papel por cada batimento cardíaco que observou, enquanto outro controlou o tempo). Posteriormente, calculou-se o ritmo cardíaco por minuto (BPM) multiplicando o valor obtido por quatro e determinou-se o valor médio do mesmo.

Com o auxílio de novas pipetas de Pasteur colocou-se as dáfrias em novas lâminas, contendo a água das infusões das diferentes ervas aromáticas e voltou-se a efetuar novos registos do batimento cardíaco do microcrustáceo.



Figura 5.12 - Observação ao microscópio.

Procedeu-se do mesmo modo para o cozimento de duas amostras de louro A e B. A amostra A era constituída por folhas de louro facultadas pelos alunos, sendo a amostra B louro moído, adquirido numa superfície comercial. Através da figura 5.13 visualiza-se o cozimento do louro comercializado a diferentes concentrações. Para cada concentração foram efetuadas dez determinações do batimento cardíaco, cinco realizadas como ensaio controlo e cinco efetuadas durante a aplicação das infusões e dos cozimentos.



Figura 5.13 - Cozimento do louro comercializado.

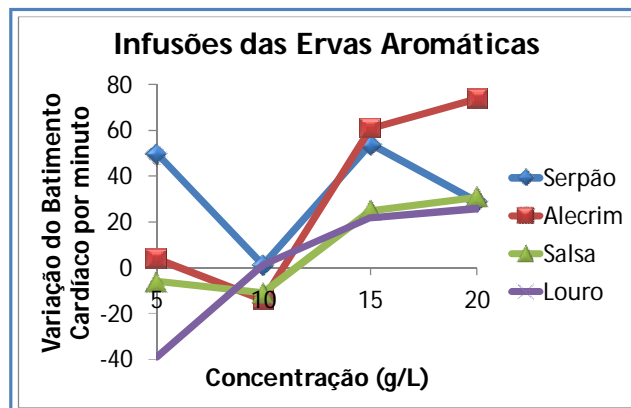
5.7. Resultados

Para cada erva aromática em estudo, recorreu-se a cinco dáfrias e com o intuito de calcular a variação do ritmo cardíaco utilizou-se a seguinte expressão matemática:

$$\text{Variação BPM} = \text{média BPM (solução experimental)} - \text{média BPM (controlo)}$$

Se a variação do ritmo cardíaco tiver um valor negativo significa que a erva aromática é depressora e se for positivo a erva aromática é estimulante. Uma substância depressora induz uma diminuição do ritmo cardíaco das dáfias e uma substância estimulante aumenta o ritmo cardíaco.

Gráfico 5.1 - Variação do Batimento Cardíaco por minuto em função das infusões das Ervas Aromáticas a diferentes concentrações (g/L).

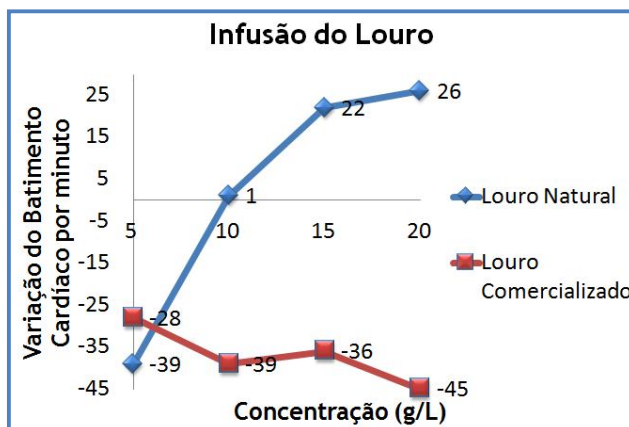


Através do gráfico 5.1 é possível comparar a variação do batimento cardíaco das dáfias em função das infusões das ervas aromáticas a diferentes concentrações. Para a concentração mais baixa (5 g/L), as infusões do alecrim, da salsa e do serpão funcionam como inibidoras à exceção da infusão do louro. A concentração à qual se obteve valores mais próximos do batimento cardíaco dos organismos - teste foi a de 10 g/L. Ao aumentar a concentração (15 g/L e 20 g/L) das infusões das ervas em estudo obteve-se um aumento do ritmo cardíaco funcionando as mesmas como estimulantes (há exceção da infusão do serpão).

De todas as ervas aromáticas estudadas verifica-se que a salsa é o condimento aconselhável uma vez que é a amostra que provocou uma menor variação no ritmo cardíaco, sendo as concentrações de 5 g/L e de 10 g/L as mais recomendadas. Para todas as ervas aromáticas, a concentração de 10 g/L é a que se revela menos prejudicial.

É notória a diminuição do ritmo cardíaco das dáfias quando submetidas à menor concentração (5g/L) da infusão do louro natural (gráfico 5.1). Estes resultados proporcionaram uma nova reflexão: " Para a mesma concentração, ter-se-á os mesmos resultados com a infusão do louro comercializado?" Com o objetivo de estudar esta questão, realizaram-se novos ensaios utilizando um louro comercializado.

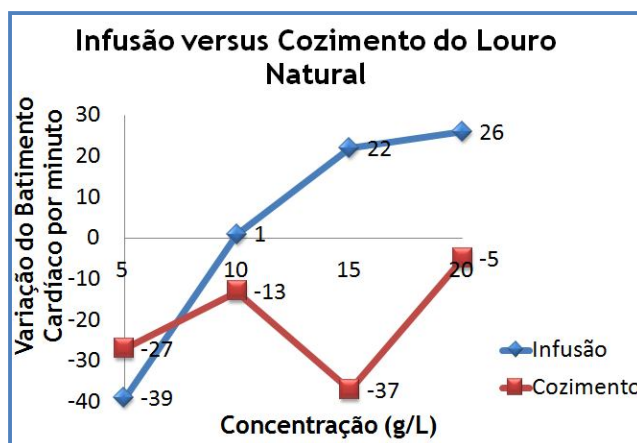
Gráfico 5.2- Variação do Batimento Cardíaco por minuto em função da infusão do Louro Natural e do Louro Comercializado a diferentes concentrações (g/L)



Comparando as amostras em estudo, constata-se que a infusão do louro comercial provoca sempre uma inibição do ritmo cardíaco e a do louro natural inibe apenas na concentração mais baixa (5 g/L), verificando-se estímulos de ritmo cardíaco para concentrações mais elevadas (gráfico 5.2). Esta análise era esperada atendendo a que o louro comercializado pode conter aditivos para conservação a longo prazo, alterando provavelmente a composição química. Deste modo, aconselha-se para fins culinários o uso do louro natural.

Outro estudo efetuado consistiu em analisar e comparar a variação do batimento cardíaco dos organismos - teste sujeitos à infusão e ao cozimento do louro natural.

Gráfico 5.3 - Variação do Batimento Cardíaco por minuto em função da Infusão e Cozimento do Louro Natural a diferentes concentrações (g/L)



Através do gráfico 5.3, constata-se que todas as concentrações do cozimento do louro inibem o ritmo cardíaco das dáfnias. No entanto, para a concentração de 20 g/L era de esperar uma inibição superior à da concentração de 15 g/L e tal facto não se verificou. No que diz respeito à infusão da mesma erva aromática em estudo, verificou-se um estímulo apenas nas

concentrações de 15 g/L e de 20 g/L. Após estes resultados, sugere-se um tempo de cozedura breve do louro aquando a confeção das refeições.

5.8. Discussão

Pela análise dos resultados de comparação dos gráficos relativos à alteração do ritmo cardíaco das dáfnias em função das diferentes concentrações de infusões das ervas aromáticas, constatou-se que o valor de concentração que não provocou uma alteração significativa no ritmo cardíaco dos organismos testes foi de 10 g/L (gráfico 5.1). Uma possível explicação para este facto consiste na dissolução dos constituintes químicos existentes nas ervas aromáticas, alteram o meio extracelular para um meio mais idêntico ao meio intracelular da dáfnia, ou seja, ao meio de cultura.

Para a concentração de 20 g/L, na infusão do serpão, obteve-se um resultado discordante, seria de esperar um aumento do ritmo cardíaco e tal não aconteceu. Pode-se explicar estes resultados atendendo à tendência da reposição do equilíbrio fisiológico quando os organismos são confrontados com alterações ambientais e físico-químicas severas do meio. Esta capacidade de resposta fisiológica é fundamental para a sobrevivência da dáfnia e manifesta-se em contrariar as agressões do meio envolvente. Provavelmente, num contacto prolongado com os fatores, o organismo-teste reagiria segundo o esperado, mas teve-se como preocupação não sujeitar a dáfnia ao sofrimento e morte.

Durante a realização da atividade laboratorial, efetuaram-se inúmeras determinações do ritmo cardíaco constatando-se que estas eram diferentes, atendendo à idade das dáfnias e ao estado reprodutivo (gravidez). Na situação controlo, quando se utilizaram as concentrações mais elevadas das infusões das ervas aromáticas, obteve-se elevados ritmos cardíacos.

É notória a diminuição do ritmo cardíaco das dáfnias quando submetidas à menor concentração (5g/L) da infusão do louro natural (gráfico 5.1). Estes resultados proporcionaram uma nova reflexão: “ Para a mesma concentração, ter-se-á os mesmos resultados com a infusão do louro comercializado?” Com o objetivo de estudar esta questão, realizaram-se ensaios utilizando um louro comercializado e constatou-se que, ao confeccionar alimentos é preferível utilizar o louro natural (gráfico 5.2).

Ao confeccionar alimentos, as ervas aromáticas podem ser adicionadas no início, no meio ou no fim, por isso testou-se outro método, o cozimento. Apenas se efetuou o cozimento do louro natural pelas causas já referidas. Analisando os resultados do cozimento do louro natural (gráfico 5.3), observou-se uma diminuição do ritmo cardíaco das dáfnias para todas as concentrações, concluindo-se que o louro deve ser adicionado praticamente no fim da confeção dos alimentos.

Para a concentração de 20 g/L, obteve-se um resultado semelhante (discordante) à infusão do serpão. Esta observação microscópica pode ser explicada com o aumento da turbidez e com argumentos referidos anteriormente (adaptação fisiológica a curto prazo).

5.9. Conclusão

Nos ensaios realizados, organismos-testes foram expostos a diferentes concentrações de amostras (ervas condimentares) utilizando dois métodos distintos, em que os efeitos tóxicos produzidos sobre eles foram observados e quantificados.

Para cada concentração foram efetuadas dez determinações do ritmo cardíaco, cinco realizadas como ensaio controlo e cinco efetuadas durante a aplicação das infusões e dos cozimentos.

Os testes de toxicidade não permitem obter uma resposta absoluta sobre o risco que uma determinada amostra apresenta para a população humana, uma vez que é muito difícil extrapolar para os seres humanos os resultados de toxicidade obtidos para os organismos em laboratório. No entanto, através desta experiência foi possível observar que a diminuição do ritmo cardíaco das dáfnias está relacionada com as diferentes concentrações utilizadas de infusões de distintas ervas aromáticas e com a aplicação de métodos diferentes.

Comparando ambos os métodos, verificou-se que o cozimento é prejudicial para a dáfnia. Deste modo, especiarias devem ser adicionadas praticamente no fim da confeção dos alimentos.

Os resultados das infusões das ervas aromáticas estudadas indicaram que a salsa é o condimento aconselhável, visto que induziu menores alterações no ritmo cardíaco das dáfnias. Inversamente, a erva aromática que induziu uma maior alteração do ritmo cardíaco foi o alecrim, induzindo possivelmente uma toxicidade crónica nos organismos - teste.

5.10. Sugestões Futuras

Como sugestões futuras, propõe-se a realização da extração dos óleos essenciais de cada erva aromática e posteriormente, em parceria com a Universidade da Beira Interior, efetuar testes de toxicidade. Sugere-se do mesmo modo, atividades práticas que podem ser implementadas num clube de ciências, por exemplo. Estas atividades encontram-se no anexo VIII e relacionam os conteúdos programáticos do ensino básico e secundário no âmbito da Química, Biologia e da Ecotoxicologia, com a pesquisa de experiências já existentes nos manuais escolares, com alguns dos protocolos experimentais de ecotoxicologia existentes, atendendo sempre às condições existentes na realidade das escolas.

Capítulo 6 - Conclusão

Face à existência de uma sociedade jovem, urge dotar, cada vez mais cedo, os alunos das ferramentas necessárias e ensiná-los também a crescer de forma mais autónoma, fazer com que sigam “pelo seu próprio pé” o caminho que os leva à realização dos seus sonhos pessoais e dos seus objetivos de vida. Foi com o objetivo de contribuir para a formação dos jovens, estes cada vez mais exigentes, heterogéneos e de personalidade complexa, que um dia decidi escolher a profissão de docente.

Este ano vivido em contexto real permitiu um confronto com as diversas realidades presentes no processo ensino/aprendizagem. Tratou-se de um ano de formação/enriquecimento que permitiu aquisição de conhecimentos, desenvolvimento de competências e a inserção na comunidade e realidade escolar. O estágio pedagógico auxiliou assim, a minha transição de aluna a professora.

Ser professora estagiária é uma tarefa bastante árdua, mas imensamente compensadora. Em todo o trabalho que desenvolvi foi possível ver e compreender a complexidade da função enquanto docente. Ao longo deste ano, foi-me permitido desenvolver competências, quer a nível profissional como a nível pessoal, no âmbito do saber conhecer, saber fazer, saber ser e saber agir.

Ensinar é estimular, orientar, e relacionar, mais do que informar. Para uma boa aprendizagem de conhecimentos, por parte do aluno, há necessidade de uma intervenção planeada/planificada por parte do professor. Este deve sistematizar o conhecimento tendo não só em conta os conteúdos programáticos como o nível etário do aluno, o que fez aumentar a minha responsabilidade enquanto professora estagiária. Para tal, a minha preocupação fundamental no que concerne à lecionação foi a de promover um ensino/aprendizagem apoiado em metodologias diversificadas, com recurso às novas tecnologias, dar exemplos do quotidiano do aluno que permitam a ligação aos conteúdos teóricos, à prática experimental sempre que possível, ao uso de linguagem científica adequada e sem recurso a conceções alternativas, e sempre com a preocupação no aluno e na sua compreensão acerca dos assuntos expostos. A lecionação em dois níveis de ensino diferentes permitiu o contacto com duas realidades distintas e a adequação de metodologias e de estratégias de ensino mais adequadas a cada uma delas.

Como observar também é aprender, as aulas tornaram possível observar os alunos e a professora orientadora, constituindo assim momentos de aprendizagem, que possibilitaram reflexões que versaram sobre “como se faz”, quais “as formas de o fazer” traduzindo-se em aprendizagens que seguramente terão repercussões na melhoria do meu desempenho enquanto docente.

Participei de forma empenhada e profissional nas atividades realizadas em que estive envolvida, bem como cumpro as minhas responsabilidades para o bom funcionamento do Grupo Disciplinar em que estava inserida.

No que respeita ao Projeto de Investigação Educacional realizado, foi bastante enriquecedor tanto para os alunos como para mim, uma vez que permitiu aos alunos um maior contacto com a atividade prático-laboratorial, promovendo a curiosidade e o interesse dos alunos e motivando-os para a disciplina, e para mim porque foi a primeira vez que fui professora coordenadora dum projeto.

Para finalizar, importa salientar que o estágio foi uma experiência muito enriquecedora, que permitiu não só adquirir novas competências, como também melhorar aptidões essenciais para exercer a profissão de Professora. Mais uma vez aqui terei de dar uma palavra de agradecimento aos professores orientadores científicos e à professora orientadora pedagógica, que permitiram o aperfeiçoamento do meu desempenho enquanto professora.

Fazendo uma análise refletiva do ano de estágio pedagógico, posso concluir que os resultados finais produzidos foram bastante positivos. Considero que evolui individual, social e academicamente. Considero-me uma pessoa e uma profissional mais capaz, mais rica em conhecimentos e estratégias de ensino, mais conhecedora de recursos educativos e do funcionamento de uma escola.

Bibliografia

Afonso, G. (2007). Revista Segurança e Qualidade Alimentar. nº 2. ISSN 1646-6349. Acedido em 13 de janeiro de 2012, em: <http://www.infoqualidade.net/SEQUALI/PDF-SEQUALI-02/SEQUALI-02.pdf>

Agência Portuguesa do Ambiente (2012). Acedido em 24 de maio de 2012, em: <http://www.qualar.org/?page=5&subpage=5>

Aragão, M. A. e Araújo, R.P.A. (2006). *Métodos de Ensaio de Toxicidade com Organismos Aquáticos*. São Carlos: Rima. Cap. 6. 117 - 152 pp.

Atkinson, R.W., Anderson, H.R., Sunyer, J., Ayres, J., Baccini, M. e Vonk, J.M. (2001). Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Respir Crit Care Med.* **164**: 1860-6.

ATSDR (2005). *Toxicological Profile for Lead (update)*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta. Georgia. 1-577 pp.

Baughman, T.A. (2006). Elemental mercury spills. *Environment Health Perspect* **114**: 147-152.

Bascon *et al.*, (1996). "Health effects of outdoor air pollution". *Am. J. Crit. Care Med.* **153**: 3-50.

Boening, D.W. (2000). Ecological effects, transport, and fate of mercury: A general review. *Chemosphere.* **40**: 1335-1351.

Bohrer, M. B. (1995). *Biomonitoramento das lagoas de tratamento terciário do sistema de tratamento dos efluentes líquidos industriais (SITEL) do pólo petroquímico do sul, Triunfo, RS, através da comunidade zooplanctônica*. Tese de Doutorado em Ciências. UFSCar, São Paulo. 469pp.

Bolger, P. M. e Schwetz, B. A. (2002). *Mercury and Health*. New England Journal of Medicine; Vol. 347 (22).

Borges, A. E. (1991). Plantas aromáticas e condimentares. Importância e cultura. *Vida Rural.* **24**: 25-26.

Boubel R. W., Fox, D. L., Turner, D. B. e Stern A. C. (1994). *Fundamentals of Air Pollution*. Third Edition, Academic Press. 574 pp.

- Braga, A.L., Zanobetti, A. e Schwartz, J. (2001). The lag structure between particulate air pollution and respiratory and cardiovascular deaths in 10 US cities. *J Occup Environ Med.* **43**: 927- 33.
- Branco, M. J. (2009). A evolução do conceito de Educação na área do ambiente, no mundo e em Portugal. *Ambientalmente sustentable.* **8**: 45-64.
- Bremness, L. (1993). *Guia prático: plantas aromáticas, culinárias, medicinais e cosméticas.* 2ª edição, Porto: Civilização. Lisboa.
- Brook, R.D., Franklin, B., Cascio, W. (2004). Air Pollution and Cardiovascular Disease. *AHA Scientific Statement Circulation.* **109**: 2655-71
- Brundtland, G. H. et al. (1987). *Our common future: report the World Commission on Environment and Development.* Oxford University Press. Oxford.
- Brunekreef, B. e Holgate, S.T. (2002). Air pollution and health. *Lancet.* **360**:1233-42.
- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências.* Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- Cachapuz, A., Santos, E., Valente, O., Matos, J. F. e Gonçalves, A. (1997). *Ensino das Ciências e Mudança Conceptual: Estratégias Inovadoras de Formação de Professores.* Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Calabuig, G. (2004). *Medicina Legal y Toxicología.* 6ª Edición, E. Villanueva Canadas. Barcelona, Espanha.
- Cespon-Romero, R.M. (2008). Application of Factorial Designs for Optimisation of Online Determination of Cadmium, Lead and Nickel in Welding Fumes by Atomic Absorption Spectrometry. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry.* **88**: 539-547.
- Cincin-Sain B. e Knecht R. W. (1998). *Integrated Coastal and Ocean Management.* Island Press. California, 571 pp.
- Clancy, L., Goodman, P., Sinclair, H. e Dockery, D.W. (2002). Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet.* **360**: 1210-4.
- Clarkson, T. W., Magos, L. e Myers, G. J.(2003). The Toxicology of Mercury - Current Exposures and Clinical Manifestations. *New England Journal of Medicine.* **349**: 18-23.

Clarkson, T. W. (2007). Mechanisms of Mercury Disposition in the Body. *American Journal of Industrial Medicine*. **50**: 757-764.

Dantas, M. e Ramalho, M. (2009). *Jogo de Partículas, Química 12.º Ano*. 1.ª Edição, Texto Editores. Lisboa.

Da Cunha, A., Da Silva, A. P. e Roque, O. R. (2003). *Plantas e produtos vegetais em fitoterapia*. Serviço de educação e bolsas. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

D´Arcy, P.F. e Harron, D.W.D. (1992). *Proceedings of the First International Conference on Harmonisation*. Queen´s University of Belfast.

Decreto-Lei n.º 6/2001 de 18 de janeiro. *Diário da República - I Série-A*. Ministério da Educação. Lisboa.

Departamento do Ensino Secundário/ME. (2000). *Revisão Curricular no Ensino Secundário*. Ministério da Educação: Lisboa.

Dockery, D.W.(2001). Epidemiologic evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution. *Environ Health Perspect*. **109**: 483-6.

Dorea, J.G. (2006). Early (in uterus and infant) Exposure to Mercury and Lead. *Clinical Nutrition*. **25**: 369-376.

Duffus, J.H. (2002). "Heavy metal" - a meaningless term? *Pure Appl Chem*. **74**: 793-807.

Eckley, S.N. (2009). *Mercury: An Assessment, Biogeochemistry*. Annual Review of Environment and Resources; Vol. 34.

Ervas Aromáticas. Acedido em: 28, março, 2012, em: <http://www.cozinharfacil.com/artigos/52-artigos/491-ervas-aromaticas-.html>.

Espindola, C. e Olivi, C. (2008). A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*. **31**: 1820-1830.

Evangelista, J. (1992). *Razão e Porvir da Educação Ambiental*. Instituto Nacional do Ambiente. Lisboa.

Fenger, J. (1999). Urban air quality. *Atmospheric Environment*. **33**: 4877-4900.

Fernandes, A., Gonçalves, F., Pereira, M. J. e Azeiteiro, U. M. (2006). *Educação Ambiental: características, conteúdos, objetivos e atividades práticas. O caso português*. In: Gonçalves,

F., Pereira, R., Azeiteiro, U. M. e Pereira, M. J. *Atividades práticas em Ciências e Educação Ambiental*. Editora do Instituto Piaget.

Fernandes, A. (2003). *A Influência do Trabalho de Projeto na Aquisição de Conhecimentos Científicos na Área Ambiental*. Tese de Mestrado em Ensino das Ciências (especialização em Biologia). Universidade Aberta. Lisboa. 268 pp.

Fircket, J. (1931). Sur les causes des accidents survenus dans la vallée de la Meuse, lors des brouillards de décembre 1930. *Bull Acad R Med Belg*. **11**: 683-741.

Freedman, B. (1995). *Environmental ecology. The ecological effects of pollution, disturbance and other stresses*. 2 edition, Academic Press Inc. San Diego.

Frello, C. E. (1998). *Avaliação da toxicidade aguda do agrotóxico carbofuran utilizando reativos biológicos: Poecilia reticulata e Daphnia magna*. Dissertação - Mestrado em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina.

Frello, C. E. (1998). *Avaliação da toxicidade aguda do agrotóxico carbofuran utilizando reativos biológicos: Poecilia reticulata e Daphnia magna*. Tese de Mestrado em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 52pp.

Gil, V., Paiva, J., Ferreira, A. e Vale, J. (2009). *12 Q, Química*. 1.^a Edição, Texto Editores. Lisboa.

Gimbert, F., Vijver, M. G., Coeurdassier, M., Scheifler, R., Peijnenburg, W. J. G. M., Badot, P. e Vaufleury, A. (2008). How Subcellular Partitioning Can Help to Understand Heavy Metal Accumulation and Elimination Kinetics in Snails; *Environmental Toxicology & Chemistry*. **27**: 1284-1292.

Gioda, A. e Gioda, F. R. (2006). A influência da qualidade do ar nas doenças respiratórias. *Revista Saúde e Ambiente*. **7**: 1-12.

Goldstein, E. G. (1988). Testes de toxicidade de efluentes industriais. *Revista Ambiente*, **2**: 33-38.

Goldstein, E. G. e Zagatto, P. A. (1991). Toxicidade em águas do estado de São Paulo. *Revista Ambiente*, **5**: 13-20.

Gomes, C. R. C. (2002). *Por amor à Terra....*Instituto de Inovação Educacional. Lisboa. 136 pp.

Gould, G.W. (1995). Industry perspective on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *J. Food Protection*. **58**:82 - 86.

Goyer, R.A. (1990). Lead toxicity: From overt to subclinical to subtle health effects. *Environmental Health Perspect* **86**: 177-181.

Guerra, M.F. (2000). Educação ambiental. *Informe Agropecuário*. **21**: 54 - 56.

Guerra, A. E Moser, S. (2008). Materiais pedagógicos e tecnologias: avanços e obstáculos na formação continuada em educação ambiental. *Contrapontos*. **8**: 253-269.

Gunther, R.T.(1934). *The Greek Herbal of Dioscorides*. New York: Oxford University Press.

Guthrie, D.A. (1946). *A History of Medicine*. Philadelphia: Lippincott.

Han, X. e Naeher, L.P. (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environmental International*. **32**: 106-120.

Harbison, D. (1998). *Hamilton & Hardy's Industrial Toxicology*. Fifth edition, Mosby.

Hodgson, E. (2004). *A Textbook of Modern Toxicology*; 3rd edition, John Wiley e Sons. New Jersey.

Hoek, G., Brunekreef, B., Goldbohm, S., Fischer, P. e Van den Brandt, P.A. (2002). Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet*. **360**: 1203-9.

Holdren, J.P. e Smith, K.R. (2000). *Energy, the Environment and Health*. In *World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*. New York. United Nations Development Programme.

Housecroft, C.E. e Sharpe, A.G. (2008). *Inorganic Chemistry*. Prentice Hall, Harlow.

IPCS (1997). International Programme on Chemical Safety. Training Module n.º 1. Chemical safety. Fundamental of applied toxicology. *World Health Organization*, Geneva, 1997. 258 p.

Jarup, L., Berglund, M. e Elinder. C.G. (1998). Health effects of cadmium exposure - A review of the literature and a risk estimate. *Scand J Work Environ Health* **24**: 1-51.

Kallet, A. e Schlink, F.J. (1933). *100,000,000 Guinea Pigs: Dangers in Everyday Foods, Drugs and Cosmetics*. New York: Vanguard.

Klaassen, C.D. (2008). *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poison*. 7.^a Edição, McGraw Hill. New York.

Knie, J. L. W. e Lopes, E. W. B. (2004). *Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações*. Florianópolis: FATMA / GTZ, p. 289.

Kobal, A. B. (2008). Glutathione Level After Long-Term Occupational Elemental Mercury Exposure. *Environ Res.* **107**: 115-123.

Lewin, L. (1920). *Die Gifte in der Weltgeschichte: Toxikologische, allgemeinerverständliche Untersuchungen der historischen Quellen*. Berlin: Springer.

Lewin, L. (1929). *Gifte und Vergiftungen*. Berlin: Stilke.

Links, J. M. (2001). Characterization of Toxicokinetics and Toxicodynamics with Linear Systems Theory: Application to Lead-associated Cognitive Decline. *Environmental Health Perspectives*. 109: 361-368.

Logan, W.P.(1953). Mortality in London fog incident. *Lancet*. **1**: 336-8.

Lopes, R. M., Filho, M., Marsden, M. e Alves, N. (2011). Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma Experiência no Ensino de Química Toxicológica. *Química Nova*. **34**: 1275-1280.

Louekari, K. A. (2008). Health Risks Associated with Predicted Increase of Cadmium in Cultivated Soils and in the Diet. *Environmental Modeling & Assessment*. **13**: 517-525.

Lu, F.C. (1991). *Basic toxicology. Fundamentals, target organs and risk assessment*. Second Edition, Washington, D.C. Hemisphere Publishing Corporation. 361pp.

Magalhães, S. (2010). *Educar para a Gestão Sustentável da Água em Portugal*. Tese de mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Universidade de Aveiro. 75pp.

Manahan, S. E. (2002). *Toxicological Chemistry and Biochemistry*. 3rd edition, Lewis Publishers. New York.

Manton, W.I., Angle, C.R. e Krogstrand, K.L. (2005). Origin of lead in the United States diet. *Environmental Science Technology*. **15**: 8995-9000.

Martinho, G. (2003). Memórias de 12 Anos de Educação Ambiental - 1990-2002: Caracterização de Projetos de Educação Ambiental Desenvolvidos nas Escolas do Ensino Público. Lisboa: APEA/ FCT - UNL.

Martins, L. C. (2002). Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*. **36**: 88-94.

Martins, I. P. e Veiga, M. L. (2001). *Uma análise do currículo da escolaridade secundária na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Mattoso, S. (2011). Filosofia de Educação. Risco Ambiental e Sociedade. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia*. **4**: 138-152.

Métodos de cozimento. Acedido em: 10, março, 2012, em: <http://pt.scribd.com/doc/46593166/1-METODOS-DE-COZIMENTO>.

Midio, F. e Martins, D.I. (2000). *Toxicologia de alimentos*. 2ª edição, Varela. São Paulo.

Min, Kyong-Son., Iwata, N., Tetsutikawahara, N., Onosaka, S. e Tanaka, K. (2008). Effect of Hemolytic and Iron-Deficiency Anemia on Intestinal Absorption and Tissue Accumulation of Cadmium. *Toxicology Letters*. **179**: 48-52.

Morel, F. M. (1998). The Chemical Cycle and Bioaccumulation of Mercury. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 29 (1).

Mouvier, G. (1995). *A Poluição Atmosférica, Biblioteca Básica de Ciência e Cultura*. Instituto Piaget, 143 pp.

Müller, U. (2007). *Inorganic Structural Chemistry*. John Wiley, Chichester.

Mutter, J.(2007). Comments on the Article "The Toxicology of Mercury and its Chemical Compounds" by Clarkson and Magos. *Critical Review Toxicology*. **37**: 537- 549.

Neto, M.F.B.C. (1999). *Caracterização ecológica da flora do concelho de Mirandela - Influência de fatores ambientais na ocorrência de plantas aromáticas*. Tese de Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais. Instituto superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Nogueira, J. B. (2009). Poluição atmosférica e doenças cardiovasculares. *Revista Portuguesa Cardiológica*. **28**: 715-733.

Nova, E. V. (1994). *Educar para o Ambiente - Projetos para a Área-Escola*. Texto Editora. Lisboa.

Nur Ozdabak, H., Karaoglanoglu, S., Akgul, N., Polat, F. e Seven, N. (2008). The Effects of Amalgam Restorations on Plasma Mercury Levels and Total Antioxidant Activity. *Archives of Oral Biology*. **53**: 1101-1106.

- Olmsted, J.M.D. (1944). *François Magendie: Pioneer in Experimental Physiology and Scientific Medicine in XIX Century France*. New York: Schuman.
- Pachter, H.M. (1961). *Paracelsus: Magic into Science*. New York: Collier.
- Pagel, W. (1958). *Paracelsus: An Introduction to Philosophical Medicine in the Era of the Renaissance*. New York: Karger.
- Paiva, J., Ferreira, A. J., Ventura, G., Fiolhais, M. e Fiolhais, C. (2007). *Física e Química A. Bloco 1 - 10.º/11.º Ano*. 1ª edição, Texto Editores. Lisboa.
- Pankratz, M.(2001). *Environmental engineering dictionary and directory*. Lewis Publishers, Boca Raton. Florida.
- Patterson, B., Ryan, J. e Dickley, J. (2004). *The Toxicology of Mercury*. New England Journal of Medicine; Vol. 350 (9).
- Peraza, M. A., Ayala-Fierro, F., Barbar, D. S., Casarez, E. e Rael, L. T. (1998). Effects of micronutrients on metal toxicity. *Environmental Health Perspectives Supplements*. **106**: 203-216.
- Porte, A. e Godoy, R.L. (2001). Alecrim (*Rosmarinus Officinalis* L.): Propriedades Antimicrobiana e Química do Óleo Essencial. *Boletim CEPPA*. **19**: 193-210.
- Rabinowitz, M. (1998). Historical Perspective on Lead Biokinetic Models. *Environmental Health Perspectives*. **106**: 1461-1465.
- Ramirez, A. (2002). *Toxicología del Cadmio*. Conceptos Actuales para Evaluar Exposición Ambiental u Ocupacional com Indicadores Biológicos, Anales de la Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 63: 51- 64 pp.
- Rand, G. M. (1995). *Fundamentals of aquatic toxicology: effects, environmental fate, and risk assessment*. 2ª edition, North Palm Beach. Florida.
- Rand, G. M., Wells, P. G. e McCarty, L. S. (1995). *Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate, and Risk Assessment*; 2nd edition, Taylor & Francis. Washington.
- Raposo, I. (1997). *Não há bichos-de-sete-cabeças*. Cadernos de Educação Ambiental. Instituto de Inovação Educacional. Ministério da Educação. Lisboa.

Reeves, P. G., Chaney, R. L. (2008). Bioavailability as an Issue in Risk Assessment and Management of Food Cadmium: A review. *Science of the Total Environment*. **398**: 13-19.

Ribo, J. M. (1997). Emerging Organic Pollutants in waste Water. *Environmental Toxicology Water Quality*. 1997, 12, 283-294.

Rodrigues, J. A., Barros, A. R., Rodrigues, C. e Miguelote, L. (2007). *Química 10/11*. 1ª edição, Areal Editores. Lisboa.

Ruppert, E. E. e Barnes, R. D. (1996). *Zoologia dos Invertebrados*. 6ª edição, Roca. São Paulo.

Ruppert E.E., Fox, R.S. e Barnes R.D. (2004). *Invertebrate Zoology - A functional Evolutionary Approach*. 7ª edição, Brooks Cole Thomson. Belmont.

Sá, J. M. (2003). *Educação para a sustentabilidade e comportamentos ambientais em projetos de Educação Ambiental na Escola Pública*. Tese de Mestrado em Gestão e Políticas de Ambiente (Especialização Educação Ambiental). Universidade de Aveiro. 329 pp.

Sahmoun, A.E., Case, L.D. e Jackson, S.A.(2005). Cadmium and prostate cancer: A critical epidemiologic analysis. *Cancer Investigation*. **23**: 256-263.

Schlawicke, E.K. (2008). Genetic Variation in Glutathione-Related Genes and Body Burden of Methylmercury. *Environmental Health Perspect*. **116**: 734-739.

Schmidt, L. (2005). Educação Ambiental e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Um Futuro Comum. *Atas das Jornadas Pedagógicas de Educação Ambiental*. Ericeira, ASPEA, 27/29 Janeiro 2005.

Schmidt, L., Nave, J. e Guerra, J. (2010). *Educação ambiental: Balanço e perspectivas para uma agenda sustentável*. ICS.

Schmiedeberg, O. e Koppe, R. (1869). *Das Muscarin das giftige Alkaloid des Fliegenpilzes*. Leipzig: Vogel.

Schofield, K. (2008). Fuel-Mercury Combustion Emissions: An Important Heterogeneous Mechanism and an Overall Review of its Implications. *Environ. Sci. Technol*. **42**: 9014-9030.

Schwartz, J. e Dockery, D.W. (1992). Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir Dis*. **145**: 600-4.

Shrenk, H. H., Heimann, H., Clayton, G.D., Gafafer, W.M. e Wexler, H.(1949). *Air pollution in Donora, PA: epidemiology of the unusual smog episode of October 1948: preliminary report*. Washington: US Public Health Service (Public Health Bulletin, 306).

Shugart, L. R. (1994). Biological monitoring. In: A. Renzoni; N. Mattei; L. Lari e M.C. Fossi (eds) *Contaminants in the environment. A multidisciplinary assessment of risks to man and others organisms*. Lewis Publishers. New York.

Silva, C., Simões, T. S., Queirós, M. A. e Simões, M. O. (2011). *Química em Contexto - Química 10.º Ano*. 1ª edição, Porto Editora. Porto.

Simões, T.S., Queirós, M. A. e Simões, M. A. Q (2011). *Química em contexto. 10 Química*. 1.ª Edição, Porto Editora. Porto.

Stringhini, F. R. e Salomon, P.S. (2007). Implantação de Testes Ecotoxicológicos com o Microcrustáceo *Daphnia magna* no Laboratório de Engenharia Ambiental. PUIC - Projeto Individual - Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Disponível em <junic.unisul.br/2007/JUNIC/pdf/0189.pdf> Acesso em: 20/04/2012.

Stringhini, F. R. e Salomon, P.S. (2010). *Implantação de Testes Ecotoxicológicos com o Microcrustáceo Daphnia magna no Laboratório de Engenharia Ambiental*. Tese de Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade do Extremo Sul - Catarinense - UNESC, Criciúme. 37pp.

Teixeira, F. (2003). *Educação Ambiental em Portugal - Etapas, Protagonistas e Referências Básicas*. Lisboa, Torres Novas.

Trindade, E. J. (2011). *Pós graduação Lato Sensu em saúde pública: Coletiva e da família. Módulo: Toxicologia Ambiental*. Palmas - TO.

Vallee, B. L.(1972). Biochemical Effects of Mercury, Cadmium, and Lead; *Annual Review of Biochemistry*. **41**: 23-31.

Valls, M. e Lorenzo, V. (2002). Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for remediation of heavy metal pollution. *FEMS Microbiology Reviews*. **26**: 327-338.

Van Leeuwen, C.J. (1988). Short-term toxicity testing. In: Kruijff, H.A.M., Zwart, D., Viswanathan, P.N. e Ray, P.K. (2006). Eds. *Manual on Aquatic Ecotoxicology*. Cap. 6, 117-152 pp.

Vries, J. (1996). *Food Safety and Toxicity*. CRC, USA.

Wang, Y. (2008). The Effects of Lead Exposure on Placental NF-kappaB Expression and the Consequences for Gestation. *Reprod Toxicology*.

Warburton, K. (2003). "Deep learning and education for sustainability". *International Journal of Sustainability in Higher Education*. **1**: 44-56.

Weaver, V, M. (2008). Associations Between Patella Lead and Blood Pressure in Lead Workers. *American Journal of Industrial Medicine*. **51**: 336-343.

WHO (1989). World Health Organization. Environment and health. The European Chapter and commentary. *European Conference on Environment and Health, 1*, 1989. Frankfurt. Copenhagen.

WHO (1999). *Guidelines for Air Quality*. Geneva, World Health Organization.

Yokel, RA. (2006). The Speciation of Metals in Mammals Influences their Toxicokinetics and Toxicodynamics and Therefore Human Health Risk Assessment. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part B-Critical Reviews*. **9**: 63-85.

Yu, M.H.(2005). *Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants*, 2nd edition, CRC Press. Boca Raton.

Zakrzewski, S. F. (1994). *Principles of Environmental Toxicology*. American Chemical Society. Washington.

Zanobetti, A., Schwartz, J. e Dockery, D.W. (2002). Airborne particles are a risk factor for hospital admissions for heart and lung disease. *Environ Health Perspect*. **108**: 1071-7. Comment in: *Environ Health Perspect*. 2000;108(11):A520-1.

Ziegler, E.E., Edwards, B.B. e Jensen, R.L. (1978). Absorption and retention of lead by infants. *Pediatr Res*. **12**: 29-34.

Anexos

Anexo I: Documentos elaborados para a regência do dia 28 de maio de 2012.

Apresentação em *PowerPoint*

 ESCOLA SECUNDÁRIA QUINTA DAS PALMEIRAS

COMPONENTES DE UM CIRCUITO ELÉTRICO

CIRCUITO ELÉTRICO EM SÉRIE E EM PARALELO

Ciências Físico – Químicas
9º D

28 de maio de 2012



O que é necessário para que exista corrente elétrica?


EXERCÍCIO

1. O João tem uma lanterna que funciona com uma tensão de 4,5V e pilhas de 1,5 V.

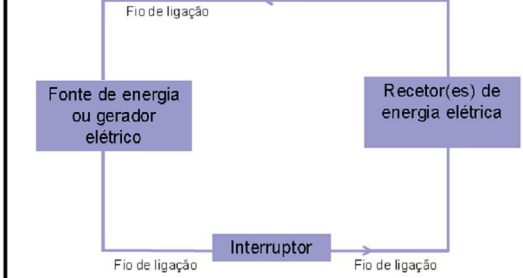
a) Quantas pilhas de 1,5 V deve o João comprar ?
3 pilhas

b) Como devem ser instaladas as pilhas ?
Em série

c) Utilizando a simbologia adequada, representa esquematicamente a associação das pilhas.



Como é constituído um circuito elétrico ?



Fonte de energia ou gerador elétrico

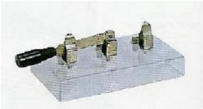
Recetor(es) de energia elétrica

Interrupor

Fio de ligação

Interruptores

✓ Permitem ou não a passagem da corrente elétrica ao longo do circuito elétrico.

 Interruptor fechado
passa corrente
O Circuito está Fechado

 Interruptor aberto
não passa corrente
O Circuito está Aberto

Página 07, exercício 1

Fios de Ligação

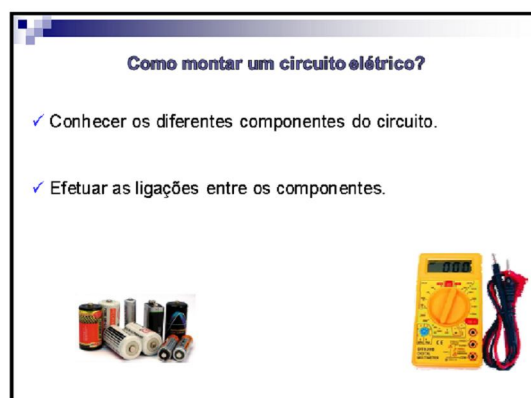
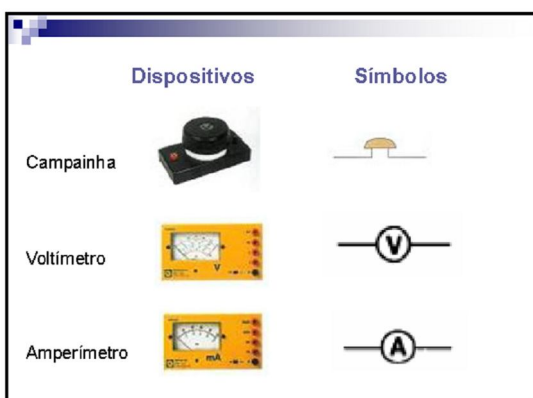
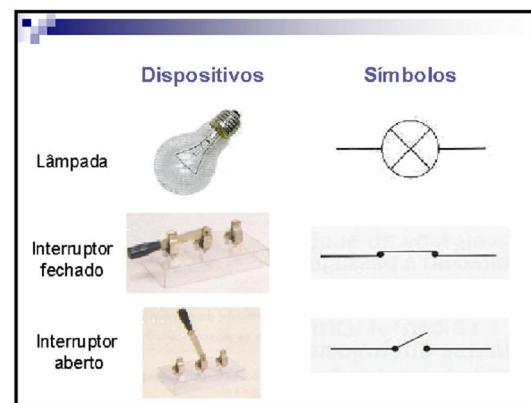
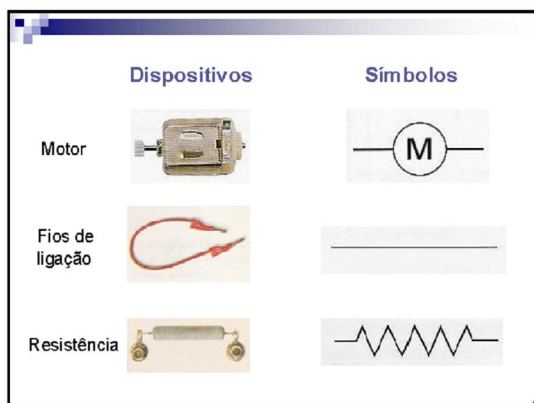
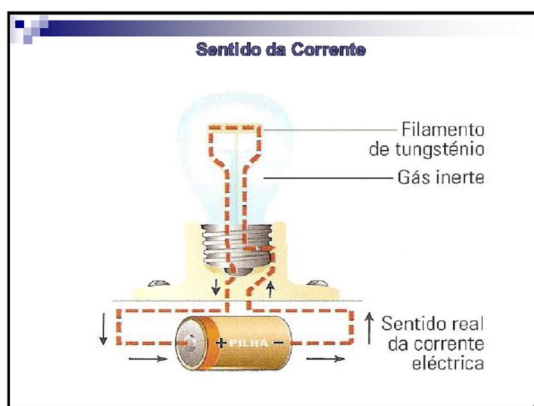
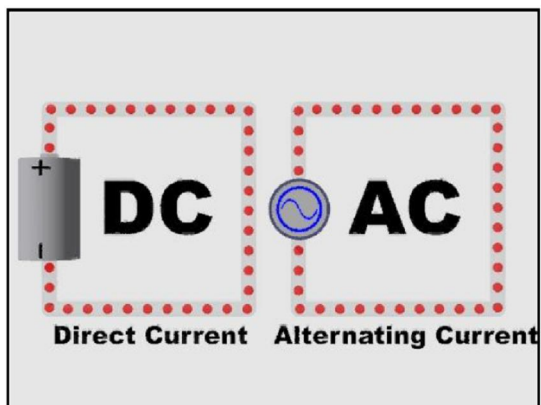
✓ Estabelecem a ligação entre os diferentes componentes do circuito.



Aparelhos de medida

✓ Medem as grandezas em estudo no circuito.





Em qual das situações a lâmpada acende?

A B C D E F

Esquematiza os seguintes circuitos

17

Como se instalam recetores num circuito elétrico?

Associação em Série

Um só caminho para a corrente elétrica.

Associação em Paralelo

Há mais do que um caminho para a corrente elétrica.

Circuito em Paralelo

Plano de aula

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Ciências Físico-Químicas
9.º ANO	2011/2012
PLANO DE AULA	

Estagiária: Ângela Paula Duarte Baptista

Grupo Disciplinar: 510

Dia: 28/05/2012 **Hora:** 15 h 50 min às 16 h 35 min **Sala:** 22 **Turma:** D **Ano:** 9.º

Unidade didática lecionada: Circuitos Elétricos e Eletrónicos

SUMÁRIO

Lição n.º

Componentes de um Circuito Elétrico. Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo.

PRÉ-REQUISITOS

- ✓ Reconhecer fontes de energia.
- ✓ Definir corrente elétrica.
- ✓ Distinguir bons e maus condutores de corrente elétrica.
- ✓ Reconhecer a função de um gerador.
- ✓ Definir circuito elétrico.
- ✓ Definir diferença de potencial como a energia que um gerador pode fornecer ao circuito por unidade de carga que o atravessa.
- ✓ Identificar o símbolo (U) e a unidade do Sistema Internacional (V) de tensão ou diferença de potencial.

OBJETIVOS (O ALUNO DEVE SER CAPAZ DE:)

- ✓ Identificar os componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Identificar os tipos de corrente - Corrente Contínua e Corrente Alternada
- ✓ Indicar o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica.
- ✓ Conhecer os símbolos convencionais utilizados para representar os diferentes componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Esquematizar circuitos elétricos simples.
- ✓ Identificar, num circuito elétrico, os polos (positivo e negativo) da pilha seca e os terminais dos recetores.
- ✓ Distinguir entre circuitos elétricos em série e em paralelo.

CONTEÚDOS	RECURSOS E MATERIAIS
Circuito Elétrico Constituição de um Circuito Elétrico Função dos Interruptores, Fios de Ligação e Aparelhos de Medida Corrente Contínua e Alternada Exemplos de Corrente Contínua e Alternada Sentido Real e Convencional da Corrente Elétrica Simbologia dos Componentes de Circuitos Elétricos Montagem de um Circuito Elétrico Esquematização de Circuitos Elétricos Associação de Recetores em Série Associação de Recetores em Paralelo	Computador e Projetor Apresentação em <i>PowerPoint</i> Manual escolar Vídeo - Tipos de Corrente Simulação computacional: Circuitos de Corrente Contínua

AVALIAÇÃO: modalidade e instrumentos

Observação direta do desempenho e atitudes dos alunos. Respostas dos alunos às questões enunciadas no diapositivo n.º 15, n.º 16 e n.º 17 da apresentação em *PowerPoint*.

OPERACIONALIZAÇÃO/DESENVOLVIMENTO DA AULA

A professora inicia a aula escrevendo no quadro o n.º da lição, a data e o sumário. Aguardará que os alunos passem o sumário para posteriormente proceder ao enquadramento da aula. Relembrará que em aulas anteriores foi referido que a corrente elétrica é um movimento orientado de partículas com carga elétrica (eletrões ou iões) através de um meio condutor. Do mesmo modo, rememorarão que um circuito elétrico é um caminho para a corrente elétrica. Seguidamente perguntará: " *O que é necessário para que exista corrente elétrica?*" A partir das respostas dos alunos referirá que, para que haja corrente elétrica num circuito tem de existir, obrigatoriamente, um gerador que disponibilize a energia e um percurso fechado (diapositivo n.º 2 da apresentação em *PowerPoint*). Por este motivo é que todos os componentes de um circuito têm dois terminais para estabelecer as ligações.

Na aula anterior, um dos turnos não concluiu a resolução de um exercício relacionado com a tensão elétrica. Deste modo, a professora relembrará esse conceito (energia que um gerador pode fornecer ao circuito por unidade de carga que o atravessa), o seu símbolo (U) e a unidade do Sistema Internacional (V) e pedirá aos alunos para terminarem a resolução do exercício (diapositivo n.º 3 da apresentação em *PowerPoint*).

Colocará a seguinte questão: " *Como é constituído um circuito elétrico?*" Apoiando-se no

diapositivo n.º 4 da apresentação em *PowerPoint* referirá que um circuito elétrico é constituído por um conjunto de componentes ligados entre si de forma a poderem ser atravessados por uma corrente elétrica. Inclui um gerador / fonte de energia elétrica (exemplo: pilha), recetor ou recetores de energia elétrica (exemplo: lâmpadas, aparelhos de medida), interruptores e fios de ligação. Relatará que cada componente tem uma determinada função a desempenhar, nomeadamente o gerador fornece energia necessária para que a corrente circule no circuito elétrico e os recetores recebem a energia proveniente do gerador. Mostrará o diapositivo n.º 5 da apresentação em *PowerPoint* mencionando que os interruptores permitem ou não a passagem da corrente elétrica ao longo do circuito elétrico. Quando o interruptor está ligado (fechado) o circuito encontra-se fechado (a corrente elétrica percorre todo o circuito e os recetores recebem energia). Se o interruptor estiver aberto, não há passagem de corrente elétrica (circuito aberto). Recorrerá à **simulação computacional, Circuitos de Corrente Contínua**, com o intuito de montar circuitos abertos e fechados. Pedirá aos alunos para resolverem o exercício 2.1 da página 87. Após a correção do mesmo, mencionará que os fios de ligação estabelecem a ligação entre os diferentes componentes do circuito e os aparelhos de medida medem as grandezas em estudo no circuito (diapositivo n.º 6 da apresentação em *PowerPoint*).

Com o objetivo de introduzir os tipos de corrente, a professora dirá que, para se produzir uma corrente elétrica é necessário uma fonte de energia. Mostrará o vídeo que se encontra no diapositivo n.º 7 da apresentação em *PowerPoint* referindo que as fontes de energia podem gerar dois tipos de corrente: a corrente contínua (CC, DC - *Direct Current* ou -) e a corrente alternada ou alterna (CA, AC - *Alternate Current* ou -). Mencionará que na **corrente contínua**, os eletrões livres movem - se sempre no mesmo sentido, tratando-se de uma corrente elétrica que tem sempre o mesmo sentido. Dará como exemplos uma pilha (os polos positivo e negativo nunca mudam) e uma bateria de um carro (fornece uma tensão de 12 V, sendo contínua a corrente produzida). No entanto, a professora citará que há geradores em que o movimento das cargas ora é num sentido ora no outro. Essa corrente designa-se por **corrente alternada** - muda periodicamente de sentido. Exemplificará com os alternadores dos carros ou os das centrais elétricas. Dirá que a corrente elétrica fornecida pelas tomadas das nossas casas é alternada. Diz-se, que tem uma frequência de 50 Hz (hertz), ou seja, muda de sentido 50 vezes num segundo (diapositivo n.º 8 da apresentação em *PowerPoint*). A professora referirá que este tipo de corrente tem vantagens, permite que a energia elétrica seja transportada a longas distâncias, com menos perda de energia. No entanto, exporá que há geradores que fornecem correntes contínuas ou alternadas, como as fontes de alimentação (pedirá aos alunos para abrirem o manual na página 91).

A professora projetará o diapositivo n.º 9 da apresentação em *PowerPoint* com o objetivo de os alunos aprenderem que existem dois sentidos da corrente elétrica: o **sentido real** e o **sentido convencional**. A partir da imagem visualiza-se que um terminal da lâmpada está

ligado ao polo negativo da pilha e outro ao polo positivo da pilha. À custa de reações químicas na pilha, no polo negativo surgem eletrões em excesso, ao passo que há falta de eletrões, no polo positivo. Por isso, o sentido da corrente de eletrões que se estabelece no circuito é:

polo negativo da pilha → filamento da lâmpada → polo positivo da pilha. Este é o chamado sentido real da corrente. No sentido convencional os eletrões movem-se em sentido contrário, do polo positivo para o polo negativo da fonte de energia. Dirá que, devido a razões históricas, os físicos antes de saberem que existiam eletrões já tinham definido um sentido para a corrente elétrica. A descoberta de que, afinal, a corrente elétrica tinha sentido contrário, em nada veio alterar as leis já estabelecidas.

Em seguida, a professora mencionará que os circuitos elétricos representam-se por meio de esquemas. A cada componente faz-se corresponder um símbolo próprio, usados internacionalmente, que permitem a visualização simples e rápida da constituição do circuito (diapositivo n.º 10, n.º 11, n.º 12 e n.º 13 da apresentação em *PowerPoint*). Colocará a seguinte questão "*Como montar um circuito elétrico?*" A partir das respostas dos alunos, referirá que para se montar um circuito elétrico é necessário conhecer os diferentes componentes do circuito e tem que se efetuar as ligações entre os componentes (diapositivo n.º 14 da apresentação em *PowerPoint*). Posteriormente, pedirá para os alunos resolverem o exercício que se encontra no diapositivo n.º 15 da apresentação em *PowerPoint* e utilizará a **simulação computacional, Circuitos de Corrente Continua**, montando os circuitos elétricos simples que se encontram projetados nos diapositivos n.º 16 e n.º 17 da apresentação em *PowerPoint*, chamando ao quadro alguns alunos. De seguida procederá à correção dos exercícios juntamente com os alunos e escreverá no quadro as respostas dadas.

Continuamente, mencionará que num circuito elétrico é possível instalar mais do que um recetor e interrogará como se deve efetuar essa instalação. A partir das respostas dadas pelos alunos, dirá que a instalação pode ser feita de duas maneiras: em série e em paralelo. Dirá que num circuito com dois recetores (lâmpadas) em série, uma lâmpada é ligada a seguir à outra, existindo um só caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 19 da apresentação em *PowerPoint*). Num circuito com duas lâmpadas em paralelo, cada uma é instalada numa ramificação diferente, existindo assim, mais do que um caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 20 da apresentação em *PowerPoint*). Realçará que os componentes de um circuito em paralelo estão ligados formando nós e derivações (ou ramos) do circuito principal (diapositivo n.º 21 da apresentação em *PowerPoint*).

Para consolidar os conteúdos adquiridos, a professora pedirá aos alunos para resolverem o exercício 1 e 2 da ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo. De seguida procederá à sua correção juntamente com os alunos e escreverá no quadro as respostas dadas. Caso os alunos não concluam todas as questões a professora pedirá que as realizem como trabalho de

casa. Se os alunos não tiverem dúvidas, a professora conclui a aula fazendo uma reflexão com os alunos sobre a mesma. Saudação de despedida.

TPC

Questões n.º 1 e n.º 2 da ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo.

REFLEXÃO SOBRE A AULA

Fazendo uma reflexão retrospectiva e crítica da aula assistida de Física na turma D do nono ano realizada no dia vinte e oito de maio de dois mil e doze, julgo poder afirmar justamente que cumpri os objetivos e orientações inerentes ao programa da disciplina.

Na elaboração, do plano desta aula, houve o cuidado de selecionar estratégias em função dos objetivos e conteúdos, estando sempre presente o princípio de que cada aluno tem o direito a um ensino orientado para as suas dificuldades.

Inicialmente fiz uma recapitulação dos conceitos introduzidos em aulas anteriores com o objetivo dos alunos manterem presentes os assuntos estudados durante a última aula. Quando referi a função dos interruptores não resolvi logo o exercício 2.1 da página 87 do manual escolar, tendo pedido aos alunos para o resolverem posteriormente.

No decorrer da aula, preocupei-me em verificar se os alunos estavam a entender a matéria lecionada, questionando-os várias vezes. Do mesmo modo, verifiquei se os alunos estavam a registar o que escrevia no quadro.

Ao utilizar a simulação computacional, penso que os alunos compreenderam bem os conceitos de circuitos elétricos abertos e fechados. Os alunos mostraram-se interessados quando referi que os circuitos elétricos representam-se por meio de esquemas em que, cada componente apresenta um símbolo próprio.

Para consolidação de conhecimentos, solicitei a colaboração de alguns alunos para a resolução dos exercícios no quadro. Os exercícios consistiam na esquematização de circuitos elétricos simples, no entanto, como era esperado, constatei que alguns alunos tiveram dificuldade em estabelecer uma ligação entre a teoria e a prática.

No geral, a aula correu bem, os alunos participaram ativamente nas questões colocadas e na resolução dos exercícios. É de salientar que os alunos não criaram conceções alternativas sobre esta matéria.

Exercício 2.1 da página 87 do manual escolar

2.1 CORRENTE ELÉCTRICA, CI

Questões

Pensa e responde às seguintes questões:

2.1 Quando dizemos «fechar a luz», estaremos a abrir ou a fechar um circuito com um interruptor?

Resumo

Corrente eléctrica

Página 91 do manual escolar

2.2 GERADORES E TENSÃO ELÉCTRICA

Há aparelhos que funcionam com corrente contínua e alternada, como as lâmpadas, mas a maioria dos electrodomésticos só funciona com corrente alternada. Símbolos adequados indicam o tipo de corrente que utilizam:

- corrente contínua: CC, DC (do inglês *Direct Current*) ou (-);
- corrente alternada: CA ou AC (do inglês *Alternate Current*) ou (~).

Nos laboratórios há geradores, a que chamamos **fontes de alimentação**, que podem fornecer correntes contínuas ou correntes alternadas (Fig. 2.16).




Fig. 2.16 Fonte de alimentação de laboratório.

? É importante saber a tensão fornecida por uma pilha?

Já vimos que uma pilha fornece uma tensão eléctrica, medida em volts. A tensão nas tomadas da nossa rede eléctrica é 230 V. Os electrodomésticos e as lâmpadas têm todos a indicação 230 V. Se ligarmos uma lâmpada das que usamos em casa a uma pilha de 4,5 V, o que acontecerá? A lâmpada não acende. Então não há corrente eléctrica? Há, mas é tão pequena que não chega para aquecer o filamento da lâmpada e fazê-lo brilhar.

É portanto essencial ter em conta as indicações do fabricante:



- aparelho ligado a uma tensão eléctrica superior à indicada pelo fabricante: queima imediatamente ou passado pouco tempo;
- aparelho ligado a uma tensão eléctrica inferior à indicada pelo fabricante: nunca queima, mas não funciona ou funciona com menor rendimento.

U_{rede} = 230V elétrica
U_{electrodomesticos} = 230V ou lâmpadas
U_{lâmpada} = 4,5V?










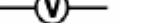
Tensão fornecida pelas nossas tomadas: 230 V.

91

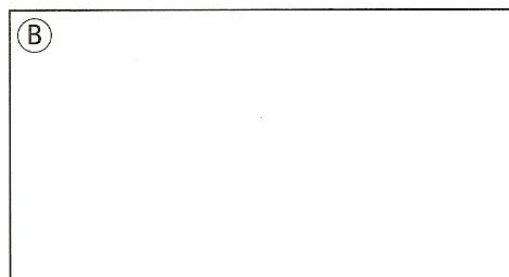
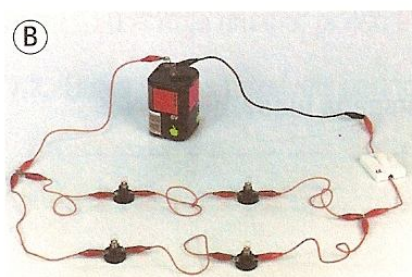
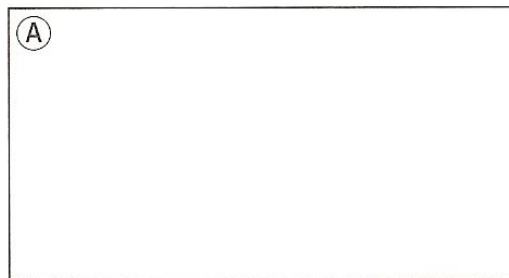
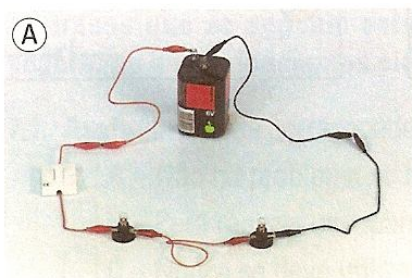
Ficha de Trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo

 <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras</p>		<p>Ciências Físico-Químicas</p>	<p>2011/2012</p>
<p>9.º ANO</p>		<p>Ficha de Trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo.</p>	

- Das palavras destacadas em *itálico*, seleciona a(s) que completa(m) corretamente as frases.
 - Um circuito elétrico tem sempre *uma lâmpada/um gerador*.
 - Um interruptor aberto *permite/impede* a passagem da corrente elétrica num circuito.
 - No símbolo normalizado de pilha, o segmento maior e mais fino corresponde ao polo *positivo/negativo* da pilha.
 - O sentido convencional da corrente elétrica num circuito é do polo *positivo/negativo* do gerador para o polo *positivo/negativo*.
 - As pilhas são fonte de corrente *contínua/alternada*.
- Faz a correspondência correta entre os nomes dos componentes de circuitos elétricos (coluna I) e os seus símbolos (coluna II).

Coluna I	Coluna II
A - 	1 - Interruptor aberto
B - 	2 - Resistência
C - 	3 - Fios de ligação
D - 	4 - Interruptor fechado
E - 	5 - Lâmpada
F - 	6 - Voltímetro
G - 	7 - Amperímetro
H - 	8 - Gerador
I - 	9 - Reóstato
J - 	

3. Na figura estão representados dois circuitos elétricos. No ao lado de cada um deles, faz a sua representação esquemática.



4. Na figura seguinte está representado o esquema de um circuito elétrico.

4.1. Indica o nome dos dispositivos A, B, C e D.

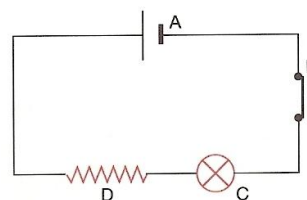
4.2. Descreve a função do dispositivo B.

4.3. Identifica pelas respetivas letras:

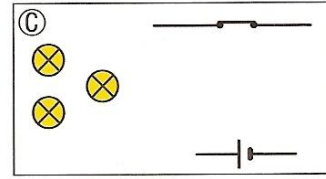
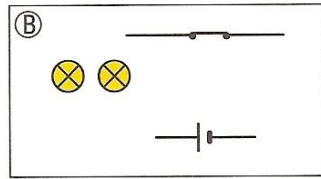
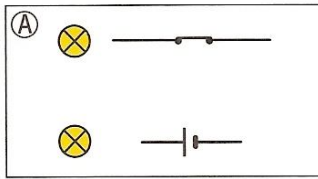
4.3.1. A fonte de energia _____.

4.3.2. Os recetores de energia _____.

4.4. Representa na figura, por meio de uma seta, o sentido da corrente elétrica no circuito.



5. Os três esquemas pretendem representar três circuitos elétricos simples. Estabelece as ligações de modo a teres:



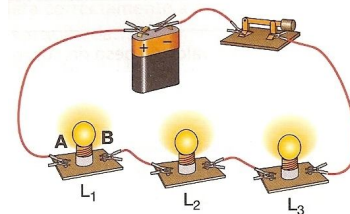
5.1. Em A, as duas lâmpadas ligadas em série.

5.2. Em B, as duas lâmpadas ligadas em paralelo.

5.3. Em C, duas lâmpadas ligadas em série e a terceira em paralelo com as duas primeiras.

6. Observa o circuito elétrico representado na figura.

6.1. Esquematiza este circuito, usando os símbolos convencionais.



6.2. Completa corretamente as frases que se seguem:

A - Neste circuito o interruptor está _____.

B - Para apagar as lâmpadas é necessário _____ o interruptor.

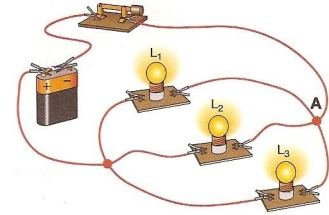
C - As lâmpadas estão instaladas em _____.

D - Se uma das lâmpadas funde, as restantes _____.

6.3. Para a lâmpada L_1 faz corresponder corretamente as letras A e B às designações terminal negativo e terminal positivo.

7. Observa o circuito elétrico representado na figura.

7.1. Esquematiza este circuito, usando os símbolos convencionais.



7.2. Indica:

7.2.1. Quantas ramificações tem este circuito. _____

7.2.2. O nome do dispositivo instalado no ramo principal. _____

7.2.3. Como se designa o ponto indicado pela letra A. _____

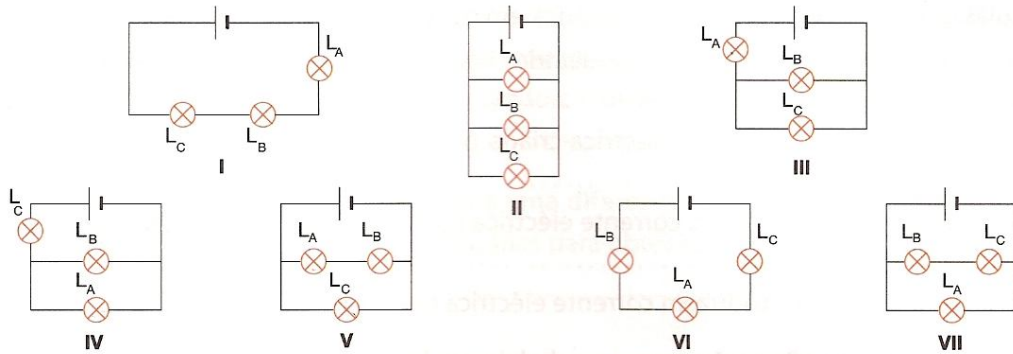
7.3. Diz o que se observa no circuito nos seguintes casos:

7.3.1. Se a lâmpada L_1 fundir.

7.3.2. Se a lâmpada L_3 fundir.

7.3.3. Quando se abre o interruptor.

8. Os esquemas da figura seguinte representam circuitos com três lâmpadas, estando L_A fundida.



8.1. Dos esquemas apresentados, indica os que representam circuitos onde nenhuma das lâmpadas se acende.

8.2. Para os restantes esquemas indica quais são as lâmpadas que acendem.



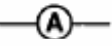






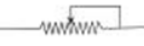
Bom trabalho!

Resolução da Ficha de Trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo

 <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras</p>	 <p>Ciências Físico-Químicas</p> <p>9.º ANO 2011/2012</p>
<p>Resolução da Ficha de Trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo.</p>	

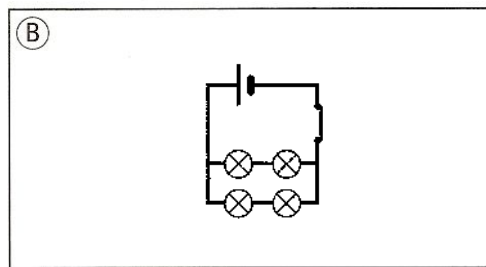
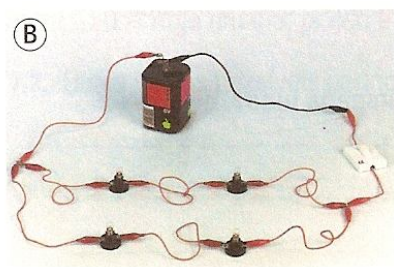
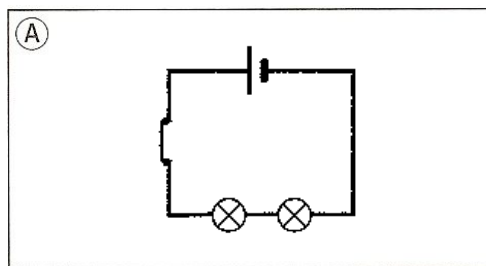
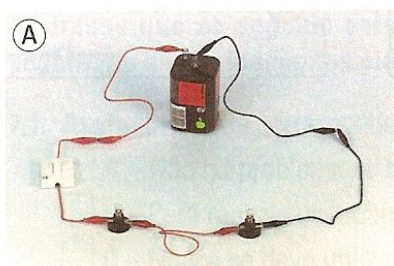
- Das palavras destacadas em itálico, seleciona a(s) que completa(m) corretamente as frases.
 - F) Um circuito elétrico tem sempre *uma lâmpada/um gerador*.
 - G) Um interruptor aberto *permite/impede* a passagem da corrente elétrica num circuito.
 - H) No símbolo normalizado de pilha, o segmento maior e mais fino corresponde ao polo *positivo/negativo* da pilha.
 - I) O sentido convencional da corrente elétrica num circuito é do polo *positivo/negativo* do gerador para o polo *positivo/negativo*.
 - J) As pilhas são fonte de corrente *contínua/alternada*.

- Faz a correspondência correta entre os nomes dos componentes de circuitos elétricos (coluna I) e os seus símbolos (coluna II).

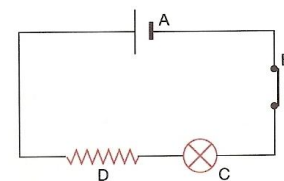
Coluna I	Coluna II
A -  B -  C -  D -  E -  F -  G -  H -  I -  J - 	1 - Interruptor aberto 2 - Resistência 3 - Fios de ligação 4 - Interruptor fechado 5 - Lâmpada 6 - Voltímetro 7 - Amperímetro 8 - Gerador 9 - Reóstato

A - 2; B - 8; C - 7; D - 1; E - 2; F - 5; G - 4; H - 6; I - 3; J - 9

3. Na figura estão representados dois circuitos elétricos. No ao lado de cada um deles, faz a sua representação esquemática.



4. Na figura seguinte está representado o esquema de um circuito elétrico.



4.1. Indica o nome dos dispositivos A, B, C e D.

Dispositivo A - Pilha
Dispositivo C - Lâmpada

Dispositivo B - Interruptor
Dispositivo D - Resistência

4.2. Descreve a função do dispositivo B.

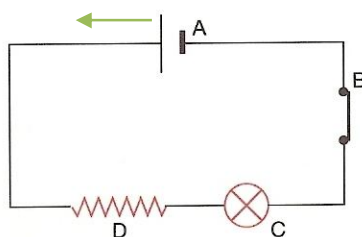
Ligar e desligar os recetores do circuito elétrico.

4.3. Identifica pelas respetivas letras:

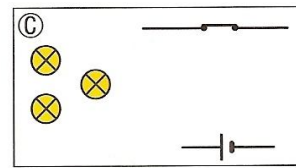
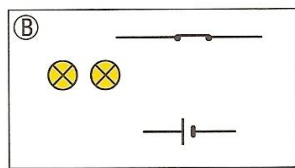
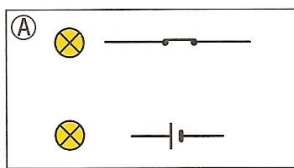
4.3.1. A fonte de energia **A**.

4.3.2. Os recetores de energia **C e D**.

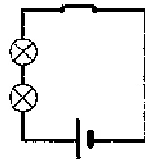
4.4. Representa na figura, por meio de uma seta, o sentido da corrente elétrica no circuito.



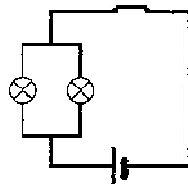
5. Os três esquemas pretendem representar três circuitos elétricos simples. Estabelece as ligações de modo a teres:



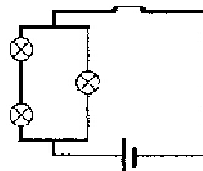
5.1. Em A, as duas lâmpadas ligadas em série.



5.2. Em B, as duas lâmpadas ligadas em paralelo.

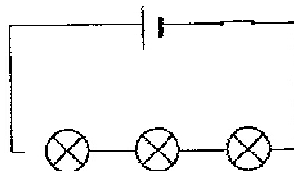
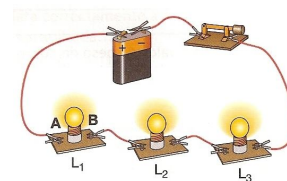


5.3. Em C, duas lâmpadas ligadas em série e a terceira em paralelo com as duas primeiras.



6. Observa o circuito elétrico representado na figura.

6.1. Esquematiza este circuito, usando os símbolos convencionais.



6.2. Completa corretamente as frases que se seguem:

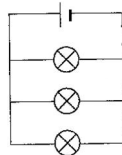
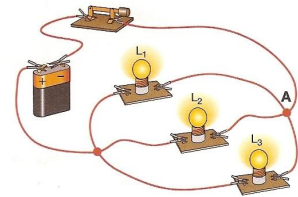
- A - Neste circuito o interruptor está fechado.
- B - Para apagar as lâmpadas é necessário abrir o interruptor.
- C - As lâmpadas estão instaladas em série.
- D - Se uma das lâmpadas funde, as restantes apagam-se.

6.3. Para a lâmpada L_1 faz corresponder corretamente as letras A e B às designações terminal negativo e terminal positivo.

A - terminal positivo; B - terminal negativo.

7. Observa o circuito elétrico representado na figura.

7.1. Esquematiza este circuito, usando os símbolos convencionais.



7.2. Indica:

7.2.1. Quantas ramificações tem este circuito. 3

7.2.2. O nome do dispositivo instalado no ramo principal. Interruptor

7.2.3. Como se designa o ponto indicado pela letra A. Nó

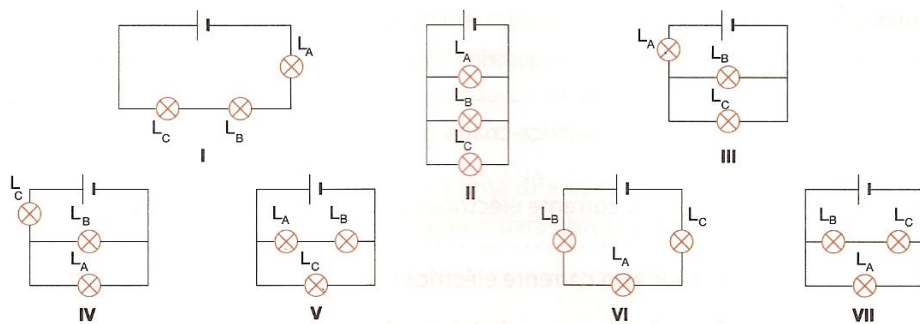
7.3. Diz o que se observa no circuito nos seguintes casos:

7.3.1. Se a lâmpada L_1 fundir. **As lâmpadas L_2 e L_3 permanecem acesas.**

7.3.2. Se a lâmpada L_3 fundir. **As lâmpadas L_1 e L_2 permanecem acesas.**

7.3.3. Quando se abre o interruptor. **Todas as lâmpadas apagam-se.**

8. Os esquemas da figura seguinte representam circuitos com três lâmpadas, estando L_A fundida.



8.1. Dos esquemas apresentados, indica os que representam circuitos onde nenhuma das lâmpadas se acende.

I, III e VI.

8.2. Para os restantes esquemas indica quais são as lâmpadas que acendem.

II - L_B e L_C ; IV - L_B e L_C ; V - L_C ; VII - L_B e L_C .

Bom trabalho!

Recursos Didáticos

Simulação Computacional

Com o intuito de montar circuitos abertos e fechados, especificamente, os circuitos elétricos simples representados nos diapositivos n.º 16 e n.º 17 da apresentação em *PowerPoint*, recorreu-se a uma simulação que se encontra disponível no seguinte endereço eletrónico:

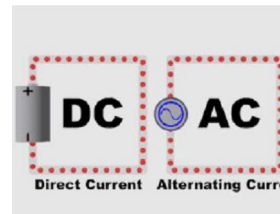


Circuitos de Corrente Contínua:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Vídeo

Durante a aula recorreu-se a um vídeo retirado do portal Casa das Ciências com o objetivo dos alunos compreenderem que as fontes de energia podem gerar dois tipos de corrente: corrente contínua e corrente alternada. Este vídeo encontra-se disponível no seguinte endereço eletrónico:




Tipos de Corrente:

<http://www.casadasciencias.org/>

Anexo II: Documentos elaborados para a regência do dia 30 de maio de 2012.

Apresentação em PowerPoint

 **ESCOLA SECUNDÁRIA QUINTA DAS PALMEIRAS**


CIRCUITOS ELÉTRICOS EM SÉRIE E EM PARALELO

INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉTRICA

Ciências Físico – Químicas
9º D

30 de maio de 2012

Como se instalam recetores num circuito elétrico?



Associação em Série



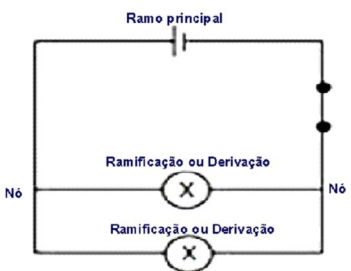
Um só caminho para a corrente elétrica.

Associação em Paralelo



Há mais do que um caminho para a corrente elétrica.

Circuito em Paralelo



Ramo principal


Ramificação ou Derivação

Ramificação ou Derivação

Nó

Nó

As lâmpadas inseridas em circuitos em série e em paralelo apresentam comportamentos diferentes ?



Circuito elétrico com...	Esquema do circuito	Brilho das lâmpadas	Lâmpadas comandadas pelo interruptor em cada posição	O que acontece quando se desenrosca cada lâmpada
... 3 lâmpadas em série				
... 3 lâmpadas em paralelo				
... 1 lâmpada em série com 2 em paralelo				



Intensidade da Corrente Elétrica

A intensidade da corrente é o movimento orientado de eletrões livres ao longo de uma seção do condutor metálico por unidade de tempo.

Como saber se uma corrente elétrica é mais ou menos intensa?

Conductor metálico A
Eletrões livres

Conductor metálico B
Eletrões livres

✓ Quanto **mais eletrões** atravessarem a seção de um condutor metálico, por unidade de tempo, maior será a **intensidade da corrente**.

✓ Representa-se por **I**.

✓ Unidade SI: **Ampere (A)**.

André-Marie Ampère (1775-1836)

	Nome	Símbolo	Como se relaciona com o Ampere
Múltiplos	quiloampere	kA	1 kA = 1000 A
	miliampere	mA	1 mA = 0,001 A
Submúltiplos	microampere	µA	1 µA = 0,000 001 A

Manual página 103

2.11 Identifica as letras X, Y e Z.

a) 2 A = _____ mA

b) 20 mA = _____ A

c) 200 µA = _____ A

Plano de aula

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Ciências Físico-Químicas
9.º ANO	2011/2012
PLANO DE AULA	

Estagiária: Ângela Paula Duarte Baptista

Grupo Disciplinar: 510

Dia: 30/05/2012 **Hora:** 11 h 45 min às 13 h 15 min **Sala:** 26 **Turma:** D **Ano:** 9.º

Unidade didática lecionada: Circuitos Elétricos e Eletrónicos

SUMÁRIO

Lição n.º

Atividade Prática: Construção de Circuitos Elétricos. Intensidade da Corrente Elétrica. Resolução de Exercícios de Aplicação.

PRÉ-REQUISITOS

- ✓ Identificar os componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Identificar os tipos de corrente - Corrente Contínua e Corrente Alternada.
- ✓ Indicar o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica.
- ✓ Conhecer os símbolos convencionais utilizados para representar os diferentes componentes de um circuito elétrico simples.
- ✓ Esquematizar circuitos elétricos simples.
- ✓ Identificar, num circuito elétrico, os polos (positivo e negativo) da pilha seca e os terminais dos recetores.

OBJETIVOS (O ALUNO DEVE SER CAPAZ DE:)

- ✓ Distinguir circuitos elétricos em série e em paralelo.
- ✓ Esquematizar circuitos elétricos em série e em paralelo.
- ✓ Montar circuitos elétrico simples, em série e em paralelo.
- ✓ Comparar, em cada circuito, o brilho dos recetores, a colocação do interruptor em posições diferentes e averiguar o que sucede quando se desenrosca cada lâmpada.
- ✓ Definir a intensidade da corrente elétrica como o movimento orientado de eletrões livres ao longo de uma seção do condutor metálico por unidade de tempo.
- ✓ Identificar o símbolo (I) e a unidade do Sistema Internacional (A) de intensidade.
- ✓ Reconhecer que, quanto mais eletrões atravessarem a seção de um condutor metálico, por unidade de tempo, maior será a intensidade da corrente.

CONTEÚDOS	RECURSOS E MATERIAIS
Associação de Recetores em Série Associação de Recetores em Paralelo Esquematização de Circuitos Elétricos Montagem de Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos Intensidade da Corrente Elétrica (Símbolo e Unidade do SI) Múltiplos e Submúltiplos de Ampere	Computador e Projetor Apresentação em <i>PowerPoint</i> Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos Simulação Computacional: Circuitos de Corrente Contínua Fontes de alimentação de 5 V (CC) Interruptores Fios de Ligação Lâmpadas de 6,3 V Crocodilos Vídeo - Associação de recetores em série Manual escolar Ficha de Trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo

AVALIAÇÃO: modalidade e instrumentos
Observação direta do desempenho e atitudes dos alunos. Respostas dos alunos às questões da atividade prática - Construção de Circuitos Elétricos e às questões ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo.

OPERACIONALIZAÇÃO/DESENVOLVIMENTO DA AULA
<p>A professora inicia a aula escrevendo no quadro o n.º da lição, a data e o sumário. Aguardará que os alunos passem o sumário para posteriormente proceder ao enquadramento da aula. Relembra que num circuito elétrico é possível instalar mais do que um recetor e interrogará como se instalam recetores num circuito elétrico (diapositivo n.º 2 da apresentação em <i>PowerPoint</i>). A partir das respostas dadas pelos alunos, dirá que a instalação pode ser feita de duas maneiras: em série e em paralelo. Dirá que num circuito com dois recetores (lâmpadas) em série, uma lâmpada é ligada a seguir à outra, existindo um só caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 3da apresentação em <i>PowerPoint</i>). Num circuito com duas lâmpadas em paralelo, cada uma é instalada numa ramificação diferente, existindo assim, mais do que um caminho para a corrente elétrica (diapositivo n.º 4 da apresentação em <i>PowerPoint</i>). Realçará que os componentes de um circuito em paralelo estão ligados formando nós e derivações (ou ramos) do circuito principal (diapositivo n.º 5 da</p>

apresentação em *PowerPoint*).

A professora questionará os alunos: “ *As lâmpadas inseridas em circuitos em série e em paralelo apresentam comportamentos diferentes?*” (diapositivo n.º 6 da apresentação em *PowerPoint*). Distribuirá a Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos e pedirá aos alunos para se organizarem em dois grupos de quatro pessoas e dois grupos de três pessoas. Seguidamente, distribuirá o material de laboratório por cada grupo e pedirá aos alunos para realizarem a experiência seguindo os passos descritos no protocolo. À medida que os discentes realizam a atividade, a professora com o auxílio da simulação computacional, Circuitos de Corrente Contínua, montará os circuitos descritos no protocolo. Pedirá aos alunos para observarem e registarem o que sucede ao brilho dos recetores, às lâmpadas comandadas pelo interruptor em posições diferentes e quando se desenrosca cada lâmpada. Para consolidar os conteúdos adquiridos, a professora pedirá aos alunos para responderem às questões da atividade prática. De seguida procederá à sua correção juntamente com os alunos e pedirá a alunos para escreverem no quadro as respostas dadas (diapositivo n.º 7 da apresentação em *PowerPoint*). A professora mostrará o vídeo - Associação de recetores em série, que se encontra no diapositivo n.º 8 da apresentação em *PowerPoint* referindo que quando se aumenta o número de lâmpadas, a luminosidade de cada uma diminui.

Com o objetivo de introduzir o conceito de intensidade da corrente elétrica, a professora questionará os alunos “ *O que representa este sinal?*” Referirá que se trata de um sinal de perigo - alta voltagem (diapositivo n.º 9 da apresentação em *PowerPoint*). Dirá que voltagem é o nome comum que se dá à tensão ou diferença de potencial. Aparece também indicado nas pilhas. Alta voltagem significa tensão elevada. Na verdade não é a tensão elevada que é perigosa para um ser vivo mas a corrente elétrica, mais ou menos intensa, que ela pode produzir. Mencionará que é a intensidade que determina o perigo da corrente elétrica que atravessa um ser humano. Apoiando-se no diapositivo n.º 10 da apresentação em *PowerPoint*, referirá que a intensidade da corrente é o movimento orientado de eletrões livres ao longo de uma seção do condutor metálico por unidade de tempo.

A professora questionará os alunos: “ *Como saber se uma corrente elétrica é mais ou menos intensa?*” Aguardará a resposta dada pelos alunos e apoiando-se no diapositivo n.º 11 da apresentação em *PowerPoint*, referirá que a intensidade do condutor A é maior do que no condutor B porque há mais eletrões que atravessam, por unidade de tempo, uma seção do condutor A do que no condutor B. Quanto mais eletrões atravessarem a seção de um condutor metálico, por unidade de tempo, maior será a intensidade da corrente (diapositivo n.º 12 da apresentação em *PowerPoint*).

Seguidamente, apresentará o diapositivo n.º 13 da apresentação em *PowerPoint* referindo o símbolo (I) e a unidade do Sistema Internacional (Ampere, A) da intensidade da corrente

elétrica. Dirá que a designação desta unidade é uma homenagem ao físico francês André-Maria Ampère (1755-1836). Apresentará os múltiplos e submúltiplos do ampere e pedirá aos alunos para resolverem o exercício 2.11 do manual da página 103 (diapositivo n.º14 da apresentação em *PowerPoint*). Para consolidar os conteúdos adquiridos, a professora pedirá aos alunos para resolverem os restantes exercícios da ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo. De seguida procederá à sua correção juntamente com os alunos e escreverá no quadro as respostas dadas. Caso os alunos não concluam todas as questões a professora pedirá que as realizem como trabalho de casa. Se os alunos não tiverem dúvidas, a professora conclui a aula fazendo uma reflexão com os alunos sobre a mesma. Saudação de despedida.

TPC

Questões da ficha de trabalho - Circuitos em Série e em Paralelo.

REFLEXÃO SOBRE A AULA

Fazendo uma reflexão retrospectiva e crítica da aula assistida de física na turma A do décimo ano realizada no dia trinta de maio de dois mil e doze, julgo poder afirmar justamente que cumpro os objetivos e orientações inerentes ao programa da disciplina.

Na elaboração, do plano desta aula, houve o cuidado de selecionar estratégias em função dos objetivos e conteúdos, estando sempre presente o princípio de que cada aluno tem o direito a um ensino orientado para as suas dificuldades.

Iniciei a aula fazendo uma recapitulação dos conceitos lecionados no dia 28 de maio de 2012. Posteriormente, foi feito um pequeno resumo acerca da atividade que os alunos iam realizar.

Devido à escassez de tomadas na sala de aula, os alunos tiveram que formar três grupos constituídos por quatro pessoas e um grupo constituído por duas discentes. Os alunos estiveram na sala de aula de uma forma bastante organizada.

Os alunos ficaram empolgados quando constataram que iam montar circuitos elétricos. Quando distribuí, por cada grupo, o material necessário para a realização da atividade prática, tive alguma dificuldade porque os alunos começaram de imediato a experimentar o equipamento / material de laboratório, ficando a situação controlada.



À medida que os discentes montavam os circuitos descritos na atividade prática, auxiliiei os grupos sempre que possível, esclarecendo todas as dúvidas que iam surgindo. Inicialmente, não existiu grandes dúvidas, nem dificuldades na realização da atividade prática mas, na montagem de circuitos em paralelo houve grupos que revelaram algumas dificuldades.

Numa fase posterior, com o objetivo de que todos os grupos conseguissem visualizar o que sucedia, apoiando-me na simulação computacional, Circuitos de Corrente Continua, procedi à montagem dos circuitos descritos no protocolo. Deste modo, foi necessário mais tempo para gerir a atividade prática, tendo o conceito de intensidade sido dado por alto. Averigui que os alunos já tinham noções sobre este conceito, no entanto não abordei os múltiplos e submúltiplos do ampere. Penso que fiz o correto, foi melhor esclarecer as dúvidas dos alunos do que estar a lecionar a matéria a um ritmo mais acelerado, com o intuito de cumprir o plano de aula.

É de referir que as questões foram todas resolvidas e escritas no quadro, assim como as conclusões finais.

A aula decorreu de uma forma bastante agradável, visto que é sempre motivante para os alunos aprenderem conceitos de um modo prático. Os alunos participaram ativamente na realização da atividade laboratorial.

Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos

 Escola Secundária Quinta das Palmeiras	 Ciências Físico-Químicas
9.º ANO	2011/2012
Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos	

Lâmpadas, fios de ligação, interruptores e pilhas são componentes elétricos fáceis de adquirir, com os quais é possível construir diferentes circuitos, fazer observações interessantes e tirar conclusões.

De que modo é possível instalar três lâmpadas num circuito elétrico?



Applet

Circuitos de Corrente Contínua (DC)

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Objetivo

Construir circuitos elétricos em série, em paralelo e misto. Comparar, em cada circuito, o brilho dos recetores, a colocação do interruptor em posições diferentes e averiguar o que sucede quando se desenrosca cada lâmpada.

Material

- 3 Lâmpadas de 6,3 V nos respetivos suportes;
- 1 Interruptor;
- Fios de ligação;
- Fonte de alimentação de 5,0 V;
- Crocodilos.

Procedimento Experimental

1. Instalar um circuito elétrico como o da figura 1, usando cada uma das lâmpadas separadamente. Observar o brilho de cada lâmpada após fechar o interruptor.

2. Instalar um circuito com as três lâmpadas em série (figura 2) e:

- Comparar o brilho de cada uma das lâmpadas com o seu brilho no circuito anterior;
- Colocar o interruptor em diferentes pontos do circuito e observar, em cada caso, o que acontece quando se abre o interruptor;
- Desenroscar separadamente cada uma das lâmpadas e observar.

3. Instalar um circuito com três lâmpadas em paralelo (figura 3) e:

- Comparar o brilho de cada uma das lâmpadas com o seu brilho no circuito anterior;
- Colocar o interruptor em diferentes pontos do circuito e observar, em cada caso, o que acontece quando se abre o interruptor;
- Desenroscar separadamente cada uma das lâmpadas e observar.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

4. Instalar um circuito que tem uma lâmpada em série com o conjunto das outras duas em paralelo (figura 4). Realizar as investigações que se efetuou nos circuitos anteriores.

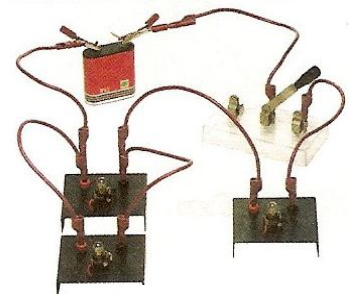


Figura 4

Observação / Registo

Circuito elétrico com...	Esquema do circuito	Brilho das lâmpadas	Lâmpadas comandadas pelo interruptor em cada posição	O que acontece quando se desenrosca cada lâmpada
... 3 lâmpadas em série				
... 3 lâmpadas em paralelo				
... 1 lâmpada em série com 2 em paralelo				

Questões

1. Qual é a tua resposta à questão inicial?
2. Completa as frases que se seguem de modo a explicarem algumas das observações.

A. No circuito com as lâmpadas em série:

- Cada uma das lâmpadas recebe _____ energia do que se existisse sozinha no circuito e, por isso, brilha _____;
- Como há um só _____ para a corrente elétrica, o interruptor _____ impede a passagem da corrente, qualquer que seja a sua posição no circuito;
- Quando se desenrosca qualquer lâmpada, o circuito fica _____ e todas _____.



B. No circuito com as lâmpadas em paralelo:

- Cada lâmpada recebe _____ energia que recebia quando existia sozinha no circuito e, por isso, o seu brilho é _____;
- Como há três _____ para a corrente elétrica, o interruptor _____ impede a passagem da corrente em todos eles apenas quando instalado _____;
- Quando se desenrosca qualquer uma das lâmpadas, apenas o circuito dessa lâmpada fica _____ pelo que as restantes _____.

3. Apresenta uma explicação para as observações que efetuaste no terceiro circuito.

Bom trabalho!

Resolução da Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos

 <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras</p>	 <p>Ciências Físico-Químicas</p> <p>9.º ANO 2011/2012</p>
Resolução da Atividade Prática - Construção de Circuitos Elétricos	

Lâmpadas, fios de ligação, interruptores e pilhas são componentes elétricos fáceis de adquirir, com os quais é possível construir diferentes circuitos, fazer observações interessantes e tirar conclusões.

De que modo é possível instalar três lâmpadas num circuito elétrico?



Applet

Circuitos de Corrente Contínua (DC)

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Objetivo

Construir circuitos elétricos em série, em paralelo e misto. Comparar, em cada circuito, o brilho dos recetores, a colocação do interruptor em posições diferentes e averiguar o que sucede quando se desenrosca cada lâmpada.

Material

- 3 Lâmpadas de 6,3 V nos respetivos suportes;
- 1 Interruptor;
- Fios de ligação;
- Fonte de alimentação de 5,0 V;
- Crocodilos.

Procedimento Experimental

1. Instalar um circuito elétrico como o da figura 1, usando cada uma das lâmpadas separadamente. Observar o brilho de cada lâmpada após fechar o interruptor.
2. Instalar um circuito com as três lâmpadas em série (figura 2) e:
 - Comparar o brilho de cada uma das lâmpadas com o seu brilho no circuito anterior;
 - Colocar o interruptor em diferentes pontos do circuito e observar, em cada caso, o que acontece quando se abre o interruptor;
 - Desenroscar separadamente cada uma das lâmpadas e observar.
3. Instalar um circuito com três lâmpadas em paralelo (figura 3) e:
 - Comparar o brilho de cada uma das lâmpadas com o seu brilho no circuito anterior;
 - Colocar o interruptor em diferentes pontos do circuito e observar, em cada caso, o que acontece quando se abre o interruptor;
 - Desenroscar separadamente cada uma das lâmpadas e observar.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

4. Instalar um circuito que tem uma lâmpada em série com o conjunto das outras duas em paralelo (figura 4). Realizar as investigações que se efetuou nos circuitos anteriores.

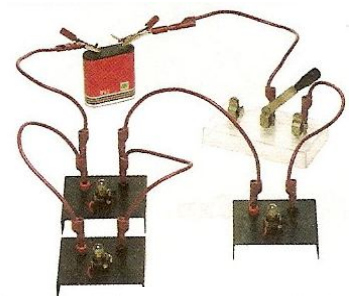
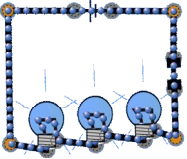
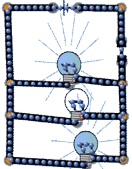
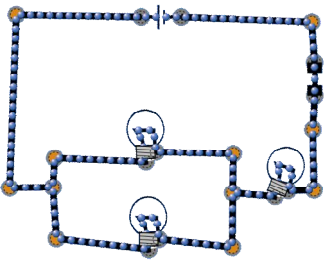


Figura 4

Observação / Registo

Circuito elétrico com...	Esquema do circuito	Brilho das lâmpadas	Lâmpadas comandadas pelo interruptor em cada posição	O que acontece quando se desenrosca cada lâmpada
... 3 lâmpadas em série		Quando se aumenta o número de lâmpadas, a luminosidade de cada uma diminui.	O interruptor, qualquer que seja a sua localização, comanda todas as lâmpadas.	As outras lâmpadas apagam.
... 3 lâmpadas em paralelo		Quando se aumenta o número de lâmpadas, a luminosidade de cada uma mantém-se.	O interruptor instalado no circuito principal comanda todas as lâmpadas, mas, instalado numa das ramificações, comanda apenas uma lâmpada.	As outras lâmpadas permanecem acesas.
... 1 lâmpada em série com 2 em paralelo		O brilho da lâmpada instalada no circuito principal é maior do que o brilho das lâmpadas instaladas em paralelo.	O interruptor instalado no circuito principal comanda todas as lâmpadas, mas, instalado numa das ramificações, comanda apenas uma lâmpada.	Se se desenrosca a lâmpada que está no circuito principal, as restantes apagam-se. Se se desenrosca, separadamente, a lâmpada que está sozinha numa ramificação, as outras permanecem acesas.

Questões

1. Qual é a tua resposta à questão inicial?

É possível instalar as três lâmpadas todas em série, todas em paralelo e uma lâmpada em série no circuito principal com duas lâmpadas em paralelo.

2. Completa as frases que se seguem de modo a explicarem algumas das observações.

B. No circuito com as lâmpadas em série:

- Cada uma das lâmpadas recebe __menos__ energia do que se existisse sozinha no circuito e, por isso, brilha __menos__;

- Como há um só **__ caminho__** para a corrente elétrica, o interruptor **__ aberto__** impede a passagem da corrente, qualquer que seja a sua posição no circuito;

- Quando se desenrosca qualquer lâmpada, o circuito fica **__ aberto__** e todas **__ se apagam__**.

B. No circuito com as lâmpadas em paralelo:

- Cada lâmpada recebe **__ a mesma__** energia que recebia quando existia sozinha no circuito e, por isso, o seu brilho é **__ igual__**;

- Como há três **__ caminho__** para a corrente elétrica, o interruptor **__ aberto__** impede a passagem da corrente em todos eles apenas quando instalado **__ no circuito principal__**;

- Quando se desenrosca qualquer uma das lâmpadas, apenas o circuito dessa lâmpada fica **__ aberto__** pelo que as restantes **__ permanecem acesas__**.

3. Apresenta uma explicação para as observações que efetuaste no terceiro circuito.

Neste circuito verifica-se que, quando se retira a lâmpada instalada no circuito principal, todas se apagam. Tal facto deve-se à existência de apenas um único caminho para a corrente elétrica. Quando se retira, separadamente, a lâmpada que está sozinha numa das ramificações, as outras permanecem acesas. Estes recetores estão associados em paralelo, existindo mais do que um caminho para a corrente elétrica (instalados em ramificações diferentes).

Bom trabalho!

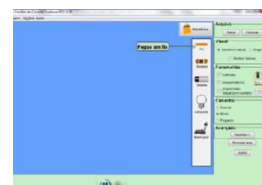
Recursos Didáticos

Simulação Computacional

Com o intuito de montar circuitos elétricos em série e em paralelo recorreu-se a uma simulação que se encontra disponível no seguinte endereço eletrônico:

Circuitos de Corrente Contínua:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

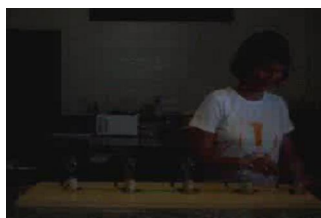


Vídeo

Durante a aula recorreu-se a um vídeo retirado do portal Casa das Ciências com o objetivo dos alunos visualizarem que, quando se aumenta o número de lâmpadas, a luminosidade de cada uma diminui. Este vídeo encontra-se disponível no seguinte endereço eletrônico:

Associação de recetores em série:

<http://www.casadasciencias.org/>



Anexo III: Fragmento da página 109 do manual escolar de Química 10º Ano.

No entanto, os efeitos nefastos das substâncias referidas como poluentes não são uniformes, dependendo a gravidade dos poluentes de alguns fatores, como:

- **Natureza química** – determina, através de estudos toxicológicos, a maior ou menor perigosidade de um poluente.
- **Persistência** – tempo de permanência no ecossistema sem ser destruído (biodegradação).
- **Concentração** – quantidade por unidade de volume de ar, de água, de solo ou de peso corporal (associada à contaminação).

QFCA10 © Porto Editora

Anexo IV: Fragmento da página 111 do manual escolar de Química 10º Ano.

1.3.3. Graus de toxicidade

Quanto ao grau de toxicidade, os produtos podem ser classificados em diferentes graus (grau 1 – menos tóxico até grau 6 – supertóxico).

Grau	Intervalo	Designação	Exemplos
1	$> 1,5 \times 10^4$ mg/kg	Praticamente não tóxico	
2	$5 \times 10^3 - 1,5 \times 10^4$ mg/kg	Levemente tóxico	Etanol
3	500 – 5000 mg/kg	Moderadamente tóxico	Aspirina, vitamina A
4	50 – 500 mg/kg	Muito tóxico	Paracetamol, cafeína, nicotina
5	1 – 50 mg/kg	Extremamente tóxico	Cianeto, estricnina
6	< 1 mg/kg	Supertóxico	Gás dos nervos, veneno de cobras

QFCA10 © Porto Editora

Quadro III – Graus de toxicidade

ATIVIDADE PRÁTICA DE SALA DE AULA – APSA 1

A Terra e os gases da sua atmosfera – toxicidade e contaminação

1 Na tabela encontram-se alguns dos gases constituintes da atmosfera da Terra e a respetiva percentagem em volume.

Gases da atmosfera da Terra até cerca de 80 km			
Nome	Fórmula química	Massa atómica/Massa molecular relativa	% em volume
Azoto	N ₂	28,0	78,08
Oxigénio	O ₂	32,0	20,95
Água	H ₂ O	18,0	0 a 4
Árgon	Ar	40,0	0,93
Dióxido de carbono	CO ₂	44,0	0,035
Metano	CH ₄	16,0	0,000 52
Hidrogénio	H ₂	2,0	0,000 05
Ozono	O ₃	48,0	0,000 004

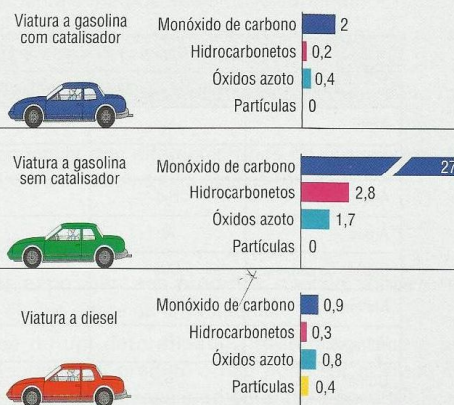
- 1.1. Alguns dos gases indicados na tabela apresentam percentagem variável na composição da atmosfera. Comente esta afirmação e indique dois gases nessas condições.
- 1.2. Dos gases da tabela indique aquele ou aqueles que:
 - 1.2.1. têm como unidade estrutural o átomo;
 - 1.2.2. são substâncias elementares;
 - 1.2.3. são compostos químicos.
- 1.3. Através dos dados da tabela pode também inferir-se que existe cerca de 3,7 vezes mais azoto do que oxigénio, correspondente a um equilíbrio entre a atmosfera, a biosfera e a litosfera. Se a situação se invertesse em termos da composição relativa azoto/oxigénio, ou seja, se na Terra houvesse 3,7 vezes mais oxigénio do que azoto, preveja duas consequências nos equilíbrios atrás referidos.

APSA 1

3 A população urbana, contrariamente à das zonas rurais, está exposta a uma elevada concentração de poluentes provenientes do intenso tráfego de veículos a motor. O gráfico da figura seguinte representa poluentes gasosos (g km⁻¹) emitidos por viaturas movidas a diferentes tipos de combustível.

- 3.1. Indique dois compostos gasosos considerados poluentes da atmosfera que fazem parte dos gases de escape dos meios de transporte motorizados.
- 3.2. Compare, em termos das emissões de poluentes, os impactos ambientais provocados por:
 - 3.2.1. viaturas a gasolina com e sem catalisador;
 - 3.2.2. viatura com catalisador e viatura a diesel.
- 3.3. Calcule a massa de partículas emitidas por um veículo a diesel numa viagem Porto-Lisboa (≈ 300 km).

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA ORIGINADA POR AUTOMÓVEIS UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE COMBUSTÍVEL



Fonte: Ministério do Ambiente da Grã-Bretanha

- 3.4. É urgente reduzir a poluição do ar nos grandes centros urbanos devido às emissões de gases de escape das viaturas motorizadas. Escreva um pequeno texto sugerindo duas medidas que poderiam ser implementadas para conseguir esse propósito.
- 3.5. Classifique os poluentes referidos nos gráficos em poluentes primários e secundários.

Adaptado de um exame nacional de "Ciências do Ambiente"

APLICAÇÕES

1 O escorpião *Tityus serrulatus* é conhecido como a espécie mais importante, do ponto de vista médico, pois é o que causa os acidentes mais graves registados para o território brasileiro. A toxicidade foi determinada através da avaliação da DL_{50} . Os valores demonstraram a baixa toxicidade do veneno (96,16 mg/kg de rato), que corresponde a 3-7 vezes menos tóxico do que venenos de espécimes de outras regiões do Brasil. Sabendo que a massa média de um rato de teste é 350 g, sugira um valor possível de DL_{50} para uma espécie mais tóxica que o *Tityus serrulatus*, em mg de veneno/kg de massa corporal de rato.

2 Leia o seguinte texto:

Os sinais de envenenamento pela toxina anatoxina-a de cianobactéria, em animais selvagens e domésticos, incluem: desequilíbrio, fasciculação muscular, respiração ofegante e convulsões. A morte é devida a paragem respiratória e ocorre de poucos minutos a poucas horas, dependendo da dosagem e consumo prévio de alimento. Os sinais clínicos de intoxicação mostram uma progressão de fasciculação muscular, decréscimo de movimentos, respiração abdominal exagerada, cianose, convulsão e morte. A DL_{50} intraperitoneal (i.p.) em ratos, para a toxina purificada, é de 200 mg/kg de peso corporal, com um tempo de sobrevivência de 1 a 20 minutos.

- 2.1. Indique alguns dos sintomas que levariam a pensar que um gato está envenenado com anatoxina-a.
- 2.2. Indique a massa de anatoxina-a que mata um em cada dois gatos (massa média do gato = 2,5 kg).
- 2.3. O texto refere que o tempo de envenenamento até à morte não depende só da dosagem. Refira o outro factor.

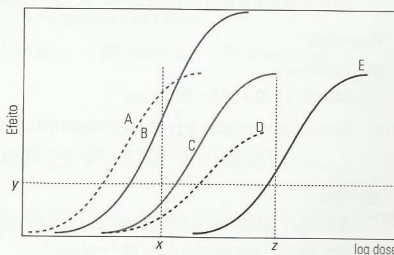
3 Das proposições seguintes, indique a(s) correcta(s) e transcreva a(s) errada(s) devidamente corrigida(s):

- (A) A incineração de resíduos ao ar livre é considerada um processo "limpo" de destruição dos mesmos, sem consequências nefastas.
- (B) Uma dose letal a 50% (DL_{50}) é a dose que provoca toxicidade aguda, conduzindo à morte imediata de metade dos indivíduos de uma espécie.
- (C) Considera-se "resíduo" qualquer substância, material ou objecto passível de ser rejeitado.
- (D) A armazenagem de matérias-primas e outros produtos pode representar riscos para uma instalação industrial, pelo que a localização dos armazéns deve ser próxima da zona de produção para uma maior vigilância.

4 As curvas de dose-resposta assinaladas por A, B, C, D e E representam as curvas para drogas administradas sozinhas ou em combinação e para o mesmo tempo de exposição.

Qual ou quais das seguintes proposições são verdadeiras?

- (A) A droga B é mais potente que a droga A quando produz o efeito Y.
- (B) A droga A é mais potente que a droga C quando produz o efeito Y.
- (C) Para o mesmo valor de dose administrada (X) das drogas A, B, C e D, é a droga B que produz mais efeito.
- (D) Para o mesmo valor de dose administrada (X) das drogas A, B, C e D, é a droga D que produz menos efeito.
- (E) A partir do valor de dose Z as drogas C e E não aumentam o seu efeito.





Como participar

Os projectos/trabalhos devem enquadrar-se numa das seguintes áreas de estudo: **Biologia; Ciências da Terra; Ciências do Ambiente; Ciências Médicas; Ciências Sociais; Economia; Engenharias; Física; Informática/Ciências da Computação; Matemática e Química.**

Não são admitidos a concurso trabalhos que envolvam substâncias radioactivas, materiais tóxicos e cancerígenos, experiências que impliquem o sofrimento físico ou psicológico de animais vivos, pela prática de actos de abuso, crueldade ou morte.

Os trabalhos devem ser submetidos electronicamente, através do endereço www.fjuventude.pt/jcientistas2012. No acto da submissão electrónica da candidatura, os jovens devem preencher o formulário on-line e anexar o trabalho nos seguintes moldes:

- Relatório escrito de 20 páginas A4, ficheiro .pdf ou .doc, no máximo com 3MB;
- Anexos que poderão ser fotografias, desenhos, gráficos, vídeos, ficheiro ou pasta .zip, no máximo com 10MB;
- Resumo de uma página A4 contendo os aspectos mais relevantes do projecto (finalidade, materiais e métodos, observações e conclusões);
- Breve descrição do trabalho, no máximo de 10 linhas, para incluir no catálogo oficial da 6ª Mostra Nacional de Ciência, a qual deve explicar de forma simples e clara, o projecto.

O trabalho deverá ser escrito em português. No entanto, os projectos premiados que venham a participar na Final Europeia deste certame devem, até ao dia 6 de Junho, entregar o trabalho traduzido em Inglês.

Os projectos deverão ser submetidos on-line até **20 de Abril de 2012.**



Anexo VIII: Atividades Práticas

Atividade I - Teste agudo de imobilização com organismos aquáticos expostos a quatro contaminantes diferentes.

Objetivo

Testar o efeito agudo de imobilidade em *Daphnia magna* para três contaminantes diferentes (lixívia clorada, vinagre, vinagre de vinho branco e água mineral engarrafada com pH próximo de 7,13). Avaliar efeitos agudos dos poluentes em organismos aquáticos.

Temas explorados

Os conceitos associados a este trabalho prático são dose-letal e efeitos agudos. O efeito agudo medido neste trabalho é a imobilidade que representa a morte dos organismos expostos. A dose que provoca o efeito mortalidade designa-se dose letal ou concentração letal. A dose letal/concentração letal pode ser determinada para uma certa percentagem (x) da população de teste e representa-se por D_x/CL_x . A DL_x/CL_x representa a dose/concentração que provoca a morte de x% da população do teste.

Material: 36 Recipientes transparentes (boiões de vidro ou copos de plástico pequenos).

Contaminantes:

- Lixívia clorada;
- Vinagre;
- Vinagre de vinho branco;
- Água mineral engarrafada com pH próximo de 7,13.

Organismos-teste: Dáfnias juvenis com menos de 24h (*Daphnia magna*).

Procedimento

1. Recolher as dáfnias (*Daphnia magna*), num total de 108 organismos.
2. Medir 50 mL de água para cada recipiente, no total 36 recipientes.
3. Rotular os recipientes para os poluentes e para o controlo. Testar várias concentrações para cada contaminante e para cada concentração utilizar três réplicas.
4. Adicionar as diversas concentrações dos poluentes aos recipientes.
5. Colocar três dáfnias em cada recipiente e deixar sem alimento durante 48h

6. Após 48 h de exposição, observar a imobilidade dos organismos nos recipientes, anotando quantos se moveram e quantos estavam imóveis em cada recipiente.
7. Comparar os resultados com o controlo (água).

Este trabalho foi adaptado do protocolo da OCDE número 202 "Teste agudo de Imobilização" de 2004.

Atividade II - Simulação da desinfecção da água

Objetivo

Esta atividade prática é uma oportunidade para compreender a interdisciplinaridade entre a química e a biologia. Sugere-se experiências de observação e manipulação do funcionamento biológico das *Daphnias*, do efeito que certas substâncias têm no seu funcionamento.

Preparação de infusões para observação ao microscópio e desinfecção.

Material:

- Gobelé;
- Pipeta conta - gotas;
- Proveta de 100 mL;
- Proveta de 10 mL;
- Microscópio;
- Lâminas;
- Lamelas.
- Placa de aquecimento;
- Agitador magnético;
- Barra magnética;
- Matráz;
- Papel de filtro;
- Funil;
- Suporte universal;
- Anel adaptado a um funil.

Reagentes;

- Amostra: água da torneira;
- Amostra: água de rio ou de poço;
- Amostra: água desionizada;
- Amostra: água do lago
- Solução aquosa de lixívia comercial (20 g/L ou 5%);
- Palha ou erva;
- Grãos de arroz;
- Grãos de cereais.

Procedimento Experimental

A - Preparação de infusões para observação ao microscópio

Amostra 1

1. Colocar um pouco de palha ou erva em água não desinfetada (não usar água da torneira).
2. Observar ao microscópio ótico um pouco da amostra de água e verificar a presença de microrganismos.

Amostra 2

1. Num gobelé, colocar alguns grãos de cereais e água não desinfetada (não usar água da torneira).
2. Filtrar, por gravidade, após dois dias.
3. Recolher o filtrado.
4. Observar ao microscópio uma gota de filtrado. A observação ao microscópio pode ser repetida ao longo da semana.

Amostra 3

1. Recolher água de um lago.

Amostra 4

1. Colocar num gobelé, durante dias, folhas de plantas em água não desinfetada (não usar água da torneira).
2. Observar ao microscópio ótico um pouco da amostra de água e verificar a presença de microrganismos.

Amostra 5

1. Colocar alguns grãos de arroz num gobelé com água não desinfetada (não usar água da torneira).
2. Aquecer a mistura e deixar ferver durante alguns minutos.
3. Guardar a mistura à temperatura ambiente.
4. Retirar uma porção da mistura anterior e adicionar água do mar.
5. Observar ao microscópio as duas misturas.

Usar as amostras de água nas experiências de desinfecção que se seguem e observar o efeito dos agentes desinfetantes nos microrganismos.

B - Desinfecção da água com lixívia

A lixívia comercial é uma solução aquosa de hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio pelo que o seu valor de pH é maior do que 10. No diagrama de equilíbrio ácido - base do sistema ácido hipocloroso / hipoclorito a espécie desinfetante é o anião hipoclorito.

B.1 - Preparação da solução desinfetante:

- Colocar num gobelé cerca de 100 mL de água desionizada.
- Adicionar cerca de 1 mL da solução aquosa de lixívia comercial (20 g/L ou 5 %).

B.2 - Desinfecção das amostras de água:

- Em 10 mL das amostras de água onde foram detetados microorganismos por observação ao microscópio adicionar uma gota da solução desinfetante.
- Comparar as observações ao microscópio da população microbiana antes e após a desinfecção.

Atividade III - Propriedades do Dióxido de Enxofre

Objetivo

Conhecer algumas propriedades do enxofre e estudar algumas de suas interações capazes de produzir a chuva ácida.

Tema explorado

Formação duma das manifestações da poluição atmosférica, as chuvas ácidas, devido à interação com alguns materiais.

Material:

- 1 frasco de boca larga com tampa (frasco de maionese);
- 2 pedaços de fio de cobre de 20 cm cada um;
- 1 proveta de 50 mL;
- 1 caixa de fósforos ou isqueiro;
- Conta-gotas;
- 1 flor vermelha (de tonalidade bem viva, rosa);
- 1 vidro de relógio;
- 1 espátula.

Reagentes:

- Enxofre em pó (S_8);
- Água;
- Tiras de papel tornassol azul;
- Ácido clorídrico;
- Hidróxido de sódio.

Procedimento Experimental**Parte A: Características do Enxofre****a) Ação sobre o pigmento da flor:**

1. Destacar uma pétala da flor vermelha e polvilhar sobre essa pétala um pouco de enxofre em pó (utilizando uma espátula). Observar e registrar as observações.
2. Após 2 minutos, retirar o enxofre da pétala. Observar e registrar.

b) Ação sobre o papel de tornassol azul

1. Colocar uma pequena porção de solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L sobre um vidro de relógio e uma pequena porção de hidróxido de sódio 0,1 mol/L sobre outro.
2. Colocar um pedaço de papel de tornassol azul em contato com cada uma das porções de líquido. Observar as cores formadas.
3. Polvilhar um pouco de enxofre em pó sobre uma tira de papel de tornassol azul. Registrar as observações.
4. Após 2 minutos, retirar o enxofre da pétala. Observar e registrar.

c) Ação sobre a água - Teste com papel tornassol azul

1. Colocar um pouco de água num vidro de relógio. Humedecer uma parte do papel de tornassol azul nessa amostra, retirando-o em seguida. Registrar.
2. Adicionar a esta mesma amostra de água um pouco de enxofre em pó.
3. Retirar outra tira de papel de tornassol azul e humedecer uma ponta na amostra de água à qual se adicionou o enxofre. Observar e registrar.

Parte B: Queima do Enxofre

Precauções: a queima do enxofre produzirá um gás, portanto o local de manuseamento deste material deverá ter ventilação adequada.

1. Destacar outra pétala da flor e prendê-la numa ponta de um dos fios de cobre. Prender, no mesmo fio, um pedaço de uma tira de papel de tornassol azul. Colocar este conjunto dentro do frasco.
2. Com outro pedaço do fio de cobre construir um cone com cerca de 1 cm de altura, a partir da ponta de uma caneta esferográfica, bem apertadas. Deixar uma ponta do fio para fazer uma alça.
3. Remover o cone da caneta e preenchê-lo com enxofre em pó.
4. Acender o isqueiro e iniciar a queima do enxofre, recolocando-o rapidamente dentro do frasco. Tampar imediatamente para que não haja libertação do gás produzido, dióxido de enxofre (SO₂).
5. Aguardar cerca de 10 minutos e registar as observações sobre as interações entre enxofre e oxigénio, dióxido de enxofre e a pétala, e dióxido de enxofre e papel tornassol azul.

Parte C: Interações entre o Dióxido de Enxofre e Água

1. Retirar a flor e o cone de dentro do frasco. Adicionar, imediatamente cerca de 30 mL
2. de água ao frasco e tapá-lo rapidamente. Agitar o frasco.
3. Retirar uma amostra desse líquido com o conta-gotas e colocar 2 gotas sobre um pedaço de papel de tornassol azul. Observar e registar.

Tabela 1 - Tabela de observações.

Interação	Observação
Enxofre e pétala	
Enxofre e papel de tornassol azul	
Água e papel de tornassol azul	
Enxofre e água	
Enxofre, água e papel de tornassol azul	
Queima (enxofre e oxigénio)	
Dióxido de enxofre e papel de tornassol azul	
Dióxido de enxofre e pétala	
Dióxido de enxofre e água	
Dióxido de enxofre, água e papel de tornassol azul	

Questões

1. O enxofre na forma elementar (S) provocou alguma interação quando em contato com a pétala da flor?

2. Na forma sólida ou dissolvido em água ele provocou alguma alteração na cor do papel de tornassol azul?

Após a queima do enxofre (S), ou seja, após ter reagido com o oxigênio (O₂) houve a formação de dióxido de enxofre (SO₂). Escreva a reação da queima do enxofre.

3. Os vapores de dióxido de enxofre formados provocaram alguma alteração na pétala da flor e no papel azul de tornassol?

4. Essa mudança indica que o dióxido de enxofre formado, possui características ácidas ou básica?

5. Os vapores de dióxido de enxofre em contato com a água produziu alguma alteração no papel de tornassol azul e na pétala da flor?

Atividade IV - Indicador de Níveis de Ozono

Objetivo

Produzir um indicador de níveis de ozono.

Material:

- Espátula;
- Vareta;
- Papel de filtro.

Reagentes:

- Iodeto de potássio;
- Água.

Procedimento

1. Misturar iodeto de potássio com água até formar uma pasta.
2. Cortar tiras de papel de filtro.
3. Passar a pasta de iodeto de potássio nas tiras de papel de filtro.
4. Deixar secar as tiras ao ar. O ozono reagirá com o iodeto de potássio das tiras, alterando a sua coloração.

5. Conferir o resultado com o auxílio da tabela.

