



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

MESTRADO EM QUÍMICA PARA O ENSINO

**O PROFESSOR COMO INVESTIGADOR:
UMA EXPERIÊNCIA DE INVESTIGAÇÃO NA QUÍMICA
AMBIENTAL DO SOLO E SUA TRANSFERIBILIDADE
PARA O ENSINO SECUNDÁRIO**

Cecília de Fátima da Silva Assunção e Costa Azevedo

2004

Cecília de Fátima da Silva Assunção e Costa Azevedo

**O PROFESSOR COMO INVESTIGADOR:
UMA EXPERIÊNCIA DE INVESTIGAÇÃO NA QUÍMICA
AMBIENTAL DO SOLO E SUA TRANSFERIBILIDADE
PARA O ENSINO SECUNDÁRIO**

Tese orientada por:

Prof. Dra. Gabriela Ribeiro, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Prof. Dr. Joaquim Esteves da Silva, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Dissertação submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto para
obtenção do grau de Mestre em Química para o Ensino.

*Este trabalho
com a versão aprovada
pelo Prof.
A. Dr. Gabriela Ribeiro da
18/Jan/2005*

Departamento de Química

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Ao meu marido Zé António,
que muito significa para mim, e que tanto me apoiou.

Aos meus Alunos,
pelo prazer que tenho em contribuir na sua formação.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus profundos agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho. Em particular:

Ao meu Marido, José António Azevedo, pelo amor, compreensão e permanente ajuda e disponibilidade, sem a qual seria de todo impossível realizar este trabalho.

À Professora Doutora Gabriela Ribeiro pela orientação, ensinamentos, disponibilidade e suas sugestões pertinentes e fomentadoras de reflexão que contribuíram de forma decisiva para o término deste trabalho.

Ao Professor Doutor Joaquim Esteves da Silva pelos ensinamentos, conselhos, disponibilidade e estímulo intelectual com que sempre me orientaram para a realização deste trabalho.

Aos meus familiares mais próximos, em especial à minha Mãe, pelo apoio e diálogo que me prestaram.

Aos meus colegas de Mestrado, pelo apoio, ajuda e encorajamento que me deram, em particular à Ana Luísa pela amizade demonstrada.

A todos os meus amigos, em especial à Célia Lima, à Susana Azevedo e à Domingas Beleza, pelo apoio e incentivo que sempre me deram.

A todos, muito obrigada.

RESUMO

Foram objectivos deste estudo desenvolver profissionalmente a autora com a realização de um trabalho num laboratório de investigação, bem como contribuir para promover a colaboração entre professores do Ensino Universitário e professores do 3º Ciclo Básico e do Ensino Secundário.

Com este estudo pretendeu-se, também, desenvolver uma estratégia de ensino na leccionação das temáticas “Soluções” e “Operações Unitárias” que abordasse a problemática da Química Ambiental do Solo, de modo a contribuir para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de protecção do ambiente, evidenciando a importância de contextos do quotidiano na motivação dos alunos, bem como evidenciar a importância do trabalho experimental que permitisse aos alunos desenvolverem competências de natureza diversa.

O estudo desenvolveu-se em duas partes. A primeira parte que consistiu num estágio da autora num laboratório de investigação da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto onde se estudou a interacção do pesticida, pentaclorofenol, com uma fracção da matéria orgânica dos solos, os ácidos fúlvicos. A segunda parte consistiu na transferência deste trabalho de investigação para uma situação educacional.

Utilizou-se neste estudo uma metodologia de investigação-acção envolvendo alunos pertencentes a uma turma do 10º ano de escolaridade da Escola Secundária da Trofa.

Os resultados sugerem que os alunos, porque estiveram envolvidos num conjunto de actividades experimentais, consolidaram os seus conhecimentos acerca dos conteúdos envolvidos. Os resultados sugerem, ainda, que os professores através da integração em equipas de investigação podem desenvolver competências que lhes permitam propor actividades escolares capazes de contribuir para o desenvolvimento dessas competências nos alunos.

ABSTRACT

The goals of this research were the professional development of the author, making research in laboratory, as well as the contribution for the promotion of cooperation between high school teachers and university teachers.

It is also an objective of this research the development of a learn strategy for teaching "Solutions" and "Elementary Operations" subjects, that involves the problematic of Environmental Chemistry of the Soil, in a way of transmitting to the students the need of being environment friends, as well as giving them experimental experience, as an important way of skills development.

The research is divided into two parts. The first one consisted of author's working in a research laboratory of Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, where she studies the interaction of pesticide, pentachlorophenol, with organic matter, fulvic acids. The second part consisted in transferring the research results into an educational environment.

An action-research methodology was employed in this research, involving 10th grade students from Escola Secundária da Trofa.

The results suggest that the students learned more easily the contents that were involved in experimental activities. The research results also suggest that the high school teachers' integration in the research teams at university makes possible the development of skills to be well prepared to purpose activities that help the development of such skills in their students.

RESUMÉ

Les objectifs de cette étude ont été pour développer professionnellement l'auteur avec la réalisation d'un travail dans un laboratoire d'enquête. Aussi bien de contribuer pour encourager la collaboration entre professeurs des universités et professeurs du 3e Cycle Base et de l'Enseignement Secondaire.

Cette étude vise, aussi, à développer une stratégie dans l'enseignement des thématiques "Solutions" et "Opérations Unitaires" qui s'approche du problème de la Chimie de l'Environnement du Sol, cela contribuera pour développer les attitudes des étudiants pour la protection de l'environnement, manifester l'importance du contexte de tous les jours dans la motivation des étudiants, aussi bien que manifester l'importance du travail expérimental qui autorise aux étudiants développer des compétences de plusieurs natures.

L'étude c'est développée en deux parties. La première partie qui a consisté un apprentissage de l'auteur dans un laboratoire d'enquête de la Faculdade de Ciências da Universidade do Porto où a été étudié l'interaction du pesticide, pentaclorofenol, avec une fraction de la matière organique des sols, les acides fùlviques. La deuxième partie a consisté en le transfert de ce travail d'enquête pour une situation pédagogique.

Il a été utilisé dans cette étude une méthodologie d'investigation-action qui concerne les étudiants qui appartiennent à un groupe de la 10^{ème} année de l'Escola Secundária da Trofa.

Les résultats suggèrent que les étudiants, parce qu'ils ont été impliqués dans un groupe d'activités expérimentales, ils ont consolidé leurs connaissances à propos du contenu impliqué. Les résultats suggèrent que les professeurs à travers l'intégration dans les équipes d'enquête peuvent développer des compétences qui autorisent de proposer les activités scolaires capables de contribuer pour le développement des compétences des étudiants.

ÍNDICE GERAL

1. Introdução	2
1.1. Enquadramento do estudo.....	2
1.2. Problema a estudar.....	3
1.2.1. Escolha do tema.....	3
1.2.2. Finalidades do estudo	3
1.2.3. Desenho do estudo.....	3
2. Revisão Bibliográfica	5
3. Estágio num Laboratório de Investigação: Química Ambiental do Solo	16
3.1. Objectivos	16
3.2. Introdução	17
3.2.1. Pesticidas	17
3.2.2. Pentaclorofenol (PCP).....	21
3.2.3. Substâncias húmicas dos solos	22
3.2.4. Ácidos fúlvicos	23
3.2.5. Mecanismos de solubilização	24
3.3. Parte experimental	26
3.3.1. Material.....	26
3.3.2. Instrumentação.....	27
3.3.3. Reagentes e soluções	27
A) Reagentes utilizados	27
B) Soluções preparadas e utilizadas.....	27
3.3.4. Procedimento laboratorial	28
A) Estudo da solubilidade de PCP em água e em soluções aquosas de AF.....	28
A.1) Recta de calibração espectrofotométrica para o PCP	28
A.2) Transferência de uma quantidade de PCP sólido constante	29
A.3) Solubilização de PCP em soluções aquosas de AF	29
A.4) Extracção de PCP dissolvido nas soluções aquosas	30
A.5) Medição da concentração de PCP extraído pelo n-hexano	30
3.4. Resultados experimentais e sua discussão.....	31
A) Soluções padrão diluídas de PCP em n-hexano.....	31
B) Calibração de PCP em n-hexano.....	31
C) Soluções de AF	33

D) Constante de partição de PCP entre a água e os AF	33
E) Solubilidade de PCP em água	36
3.5. Conclusão	36
4. Transferência para o Ensino Secundário: Soluções e Operações Unitárias	39
4.1. Metodologia.....	39
4.1.1. Objectivos.....	39
4.1.2. Amostra	39
4.1.3. Programa e princípios orientadores	40
4.1.4. Planificação das unidades a leccionar	43
4.1.5. Estratégia de ensino/aprendizagem na sala de aula	43
4.1.6. Metodologia de recolha de dados	58
4.1.7. Metodologia de análise e de recolha de dados	60
A) Questionário.....	61
B) Entrevista	63
4.2. Resultados e discussão.....	64
4.2.1. Fase I – O que os alunos pensam sobre os cientistas.....	65
4.2.2. Fase II – Leccionação das unidades “Soluções” e “Operações Unitárias” no contexto “Química Ambiental do Solo” (resolução de um Problema Experimental).....	75
A) Apresentação oral e discussão do trabalho escrito sobre “Os Pesticidas”	75
B) Avaliação do trabalho escrito sobre “Os Pesticidas”	76
C) Planeamento das actividades experimentais	77
C.1) Passo 1 (<i>Colocar a mesma quantidade de pesticida e em excesso em diferentes frascos de vidro de cintilação</i>)	79
C.2) Passo 2 (<i>Preparar uma solução aquosa concentrada de AF, a partir do sólido pesado rigorosamente</i>) e Passo 3 (<i>Preparar as soluções aquosas de AF, por diluição rigorosa da solução preparada anteriormente, directamente nos frascos de vidro de cintilação que conterão o pesticida</i>)	81
C.3) Passo 4 (<i>Adicionar às misturas preparadas (pesticida + soluções aquosas de AF) um solvente extractor</i>) e Passo 5 (<i>Determinar a concentração em massa de pesticida presente no solvente extractor, utilizando um espectrofotómetro</i>).....	82
D) Desenvolvimento das actividades experimentais	84

D.1) Cálculos para a preparação da solução rigorosa de PCP em etanol	84
D.2) Cálculos para a preparação, rigorosa, da solução aquosa concentrada de AF 200 mg/L.....	85
D.3) Cálculos para a preparação, rigorosa, das soluções aquosas diluídas de AF	85
D.4) Cálculos para a preparação de uma solução rigorosa concentrada de PCP em n-hexano	85
D.5) Cálculos para a preparação de soluções rigorosas diluídas de PCP em n-hexano	86
D.6) Obtenção da recta de calibração para as soluções de PCP em n- -hexano	86
D.7) Determinação experimental da absorvância para as soluções de AF	87
D.9) Determinação experimental da concentração de PCP dissolvido nas diferentes soluções de AF.....	88
E) Conclusões	89
4.2.3. Fase III – Avaliação final	90
A) Avaliação de aprendizagens através de um questionário individual	90
B) Apreciação dos alunos acerca do trabalho realizado	105
C) Avaliação de aprendizagens através da Prova Global	110
4.3. Conclusões.....	112
A) Pesquisa de informação	112
B) Apresentações orais e escritas.....	112
C) Actividades experimentais	112
D) Cálculos de concentrações de soluções	113
E) Conteúdos científicos	113
F) Prova Global.....	114
G) Apreciação dos alunos acerca do trabalho.....	114
H) Transferibilidade para o ensino secundário do trabalho de investigação	114
5. Conclusões Finais e Implicações Educacionais.....	117
A) Aprendizagens e desenvolvimento de competências de investigação	117
B) Limitações do Estudo.....	120
C) Implicações Educacionais	121
6. Bibliografia.....	124
Anexo A.....	A-1

Anexo B.....	B-1
Anexo C.....	C-1
Anexo D.....	D-1
Anexo E.....	E-1
Anexo F.....	F-1
Anexo G.....	G-1
Anexo H.....	H-1
Anexo I.....	I-1
Anexo J.....	J-1
Anexo K.....	K-1
Anexo L.....	L-1

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 3.1 – Causas da intoxicação por pesticidas (Teixeira <i>et al.</i> , 2004)	19
Fig. 3.2 – Espectros de UV típicos dos padrões de PCP em n-hexano: 25 mg/L (a), 50 mg/L (b), 100 mg/L (c), 150 mg/L (d), 200 mg/L (e)	31
Fig. 3.3 – Recta de calibração típica de PCP em n-hexano e respectivos parâmetros do ajuste linear	32
Fig. 3.4 – Representação típica da equação de partição: $\frac{S_w^*}{S_w} = 1 + K_{AF}[AF]$	35
Fig. 4.1 – Fases de desenvolvimento da estratégia de ensino	45
Fig. 4.2 – Etapas da Fase II – Leccionação das unidades “Soluções e Operações Unitárias” no contexto “Química Ambiental do Solo” (resolução de um Problema Experimental)	45
Fig. 4.3 – Etapas da Fase III – Avaliação final	46
Fig. 4.4 – Fases/Etapas de acção, momentos e instrumentos de avaliação	48
Fig. 4.5 – Relação entre as sequências de operações laboratoriais desenvolvidas e os conteúdos programáticos correspondentes	54
Fig. 4.6 – Fotografias do espectrofotómetro UV/Visível usado na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto	55
Fig. 4.7 – Desenho da Joana Sá, apresentando um cientista com bata branca e cabelo espetado	68
Fig. 4.8 – Desenho da Bárbara Pereira, apresentando um cientista com máscara	68
Fig. 4.9 – Desenho da Lília Conde, apresentando o cientista no laboratório	70
Fig. 4.10 – Recta de calibração da absorvância em função das [PCP] em n- -hexano	87

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Classificação dos pesticidas de acordo com o organismo alvo	19
Tabela 3.2 – Propriedades Físicas de PCP	22
Tabela 3.3 – Soluções de AF e sua preparação	29
Tabela 3.4 – Concentrações de PCP em n-hexano	31
Tabela 3.5 – Valores típicos de absorvância para os padrões de PCP em n- -hexano	32
Tabela 3.6 – Concentrações de AF	33
Tabela 3.7 – Valores típicos de absorvância para as diferentes soluções de AF e valores de concentrações de PCP em n-hexano.....	34
Tabela 3.8 – Solubilidade de PCP em água e em soluções aquosas de AF	35
Tabela 4.1 – Caracterização da amostra	40
Tabela 4.2 – Planificação das unidades a leccionar no 3º período	43
Tabela 4.3 – Grelha de avaliação para a apresentação oral	51
Tabela 4.4 – Critérios de avaliação para o trabalho escrito.....	51
Tabela 4.5 – Características da personalidade dos cientistas	65
Tabela 4.6 – Sexo dos cientistas.....	66
Tabela 4.7 – Idade dos cientistas.....	66
Tabela 4.8 – Aparência dos cientistas	67
Tabela 4.9 – O que o cientista está a fazer	69
Tabela 4.10 – Local onde se encontra o cientista	70
Tabela 4.11 – Auto-caracterização da personalidade dos alunos	71
Tabela 4.12 – O que influenciou a imagem que os alunos têm dos cientistas	72
Tabela 4.13 – Os alunos conhecem alguém que possa ser considerado cientista?.....	72
Tabela 4.14 – Quem reconhecem os alunos como cientista?	73
Tabela 4.15 – Razões apresentadas pelos alunos	73
Tabela 4.16 – Cientistas que os alunos indicaram que respeitavam.....	74
Tabela 4.17 – Avaliação da apresentação oral	76
Tabela 4.18 – Avaliação dos trabalhos escritos.....	77
Tabela 4.19 – Passos do planeamento experimental apresentados pelos alunos.....	78
Tabela 4.20 – Soluções de AF	85
Tabela 4.21 – Soluções de PCP em n-hexano	86

Tabela 4.22 – Valores obtidos, experimentalmente, para a absorvância, das soluções preparadas de PCP em n-hexano ($\lambda_{\text{máx.}} = 302 \text{ nm}$)	86
Tabela 4.23 – Resultados obtidos, experimentalmente, para a absorvância, das soluções preparadas em AF por cada grupo de alunos ($\lambda_{\text{máx.}} = 302 \text{ nm}$).....	87
Tabela 4.24 – Resultados obtidos para a concentração de PCP dissolvida nas soluções preparadas em AF por cada grupo de alunos	88
Tabela 4.25 – Conclusões obtidas	89
Tabela 4.26 – Justificação das conclusões	90
Tabela 4.27 – Comentários dos alunos.....	91
Tabela 4.28 – Noção de solubilidade	92
Tabela 4.29 – Exemplos de solventes.....	93
Tabela 4.30 – Noção de solução aquosa.....	93
Tabela 4.31 – Noção de solução saturada	94
Tabela 4.32 – Noção de extracção.....	95
Tabela 4.33. – Exemplos de extracção	96
Tabela 4.34 – Noção de pesticida.....	97
Tabela 4.35 – Noção de capacidade biocida	98
Tabela 4.36 – Perigos da utilização dos pesticidas.....	99
Tabela 4.37 – Interpretação dos alunos	100
Tabela 4.38 – Conceito de AF	101
Tabela 4.39 – Interacção dos AF com os pesticidas.....	101
Tabela 4.40 – Respostas dadas pelos alunos	102
Tabela 4.41 – Opção escolhida pelo aluno	103
Tabela 4.42 – Solução ao problema apresentado	104
Tabela 4.43 – Gostaste de realizar este trabalho?.....	105
Tabela 4.44 – O que mais gostaste?	106
Tabela 4.45 – O que achas que aprendeste com este trabalho?.....	107
Tabela 4.46 – Mudaste alguma ideia preconcebida ao realizares este trabalho?	108
Tabela 4.47 – O que pensas, o que pensavas antes e o que te fez mudar?	108
Tabela 4.48 – Já tinhas realizado algum trabalho deste tipo?	109
Tabela 4.49 – Em que foi diferente este trabalho dos que já realizaste?.....	110
Tabela 4.50 – Alínea 1 da questão da Prova Global.....	111
Tabela 4.51 – Alínea 2 da questão da Prova Global.....	111

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO DO ESTUDO

Actualmente tem sido dada importância à colaboração de professores do Ensino Universitário e professores dos Ensinos Básico e Secundário, bem como aos contextos de aprendizagem. Os novos programas do Ensino Secundário são um bom exemplo da importância que os contextos de aprendizagem tomaram nos currículos.

Segundo Buck (2003), o facto de professores e alunos do Ensino Secundário participarem em investigações faz aumentar a compreensão dos professores em relação às investigações reais, aumentar a colaboração profissional entre os professores do secundário e os professores universitários, ajudar os professores a introduzirem investigações nas suas aulas e ainda aumentar o envolvimento dos alunos do secundário nestas investigações. Trabalhos deste tipo fazem com que, quer os alunos quer os professores, aprendam um conjunto de conhecimentos científicos, sendo este mais profundo, integrado e genuíno do que aquele que se aprende nas aulas.

Relativamente à importância do contexto na aprendizagem, as disciplinas de Química e Física devem visar problemáticas sociais, e devem procurar integrar os alunos no meio social e cultural em que vivem. Cada vez mais as pessoas necessitam das noções das ciências, em particular da Química e, sendo ela considerada parte da nossa cultura, será necessário que o seu ensino se torne mais atractivo e moderno (Slootmaekers, 1978). Actualmente a Química deverá ser ensinada de forma a despertar o interesse do aluno, a desenvolver capacidades que lhes permitam resolver os problemas que preocupam a sociedade de hoje (Dias, 1985). É pois importante que a escola não constitua um mundo separado da vivência quotidiana, e que contribua para tornar a experiência individual mais completa de forma a integrar o aluno, como cidadão em formação, no mundo real. Para isso é imprescindível que os conteúdos dos currículos estejam ligados com a vida diária do aluno para que estes não considerem a ciência do livro escolar como algo estranho à sua realidade, desarticulando os conhecimentos adquiridos na aula daqueles que são do seu interesse. Assim, é fundamental que os currículos introduzam assuntos que relacionam a ciência e a sociedade (Pereira, 1985).

É nestas perspectivas que surgiu o presente estudo.

1.2. PROBLEMA A ESTUDAR

1.2.1. Escolha do Tema

As unidades temáticas do currículo do Ensino Secundário da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I envolvidas foram: “Soluções” e “Operações Unitárias”, atendendo a que se trata da disciplina que a autora lecciona há mais anos.

O contexto Química Ambiental do Solo foi escolhido pelo facto de ser um assunto que agrada à autora pela sua actualidade e relação com o meio ambiente e com o quotidiano, por outro lado, é um contexto no qual é possível leccionar os conteúdos programáticos escolhidos.

1.2.2. Finalidades do Estudo

Este estudo pretende contribuir para promover a colaboração entre professores das Universidades e professores do Ensino Secundário, contribuindo para o desenvolvimento profissional dos professores, e evidenciar a importância do desenvolvimento do trabalho experimental e da utilização de um contexto do quotidiano, motivadores para os alunos, na aprendizagem dos conteúdos programáticos propostos no currículo.

1.2.3. Desenho do Estudo

O estudo desenvolveu-se em duas partes.

A primeira parte consistiu num estágio da autora num laboratório de investigação da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto onde estudou a interacção do pesticida, pentaclorofenol, com uma fracção da matéria orgânica dos solos, os ácidos fúlvicos, no contexto da Química Ambiental do Solo.

O trabalho desenvolvido nesta parte apresenta-se no capítulo três desta dissertação.

A segunda parte consistiu na transferência deste trabalho de investigação para uma situação educacional, na leccionação das unidades programáticas “Soluções” e “Operações Unitárias”.

O trabalho desenvolvido nesta parte apresenta-se no capítulo quatro desta dissertação.

Uma revisão bibliográfica de estudos publicados acerca da colaboração entre universidades e escolas apresenta-se no capítulo dois.

As conclusões finais de todo o trabalho desenvolvido apresentam-se no capítulo cinco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os estudos que se apresentam foram considerados pertinentes para o desenvolvimento deste trabalho, pois serviram de suporte à identificação da importância da colaboração entre as universidades e as escolas e da formação de professores-investigadores, impulsionando a metodologia de intervenção, investigação-acção, no processo ensino-aprendizagem.

Radford (1997), descreve os efeitos do programa LIFE (programa de desenvolvimento profissional dos professores) onde os professores participaram em projectos de investigação ao lado de investigadores e onde se analisaram os efeitos desta participação quer nos professores quer nos seus alunos. Os participantes eram professores do 2º e 3º ciclos do Ensino Básico (34% e 55%), professores do Ensino Secundário (3%) e professores de vários níveis (8%) da zona Norte de Louisiana, EUA. O número total de participantes foi 90 durante três anos, ou seja, cerca de 30 professores em cada ano.

O projecto LIFE tinha quatro componentes:

- o Curso de Verão (3 semanas);
- o Projecto de Investigação Científica Independente;
- o Ano Académico seguido de Workshop e visitas à escola;
- o Frequência num instituto durante o segundo Verão para os participantes seleccionados.

O artigo focou principalmente os efeitos do Curso de Verão, dos Projectos de Investigação Científica Independente e do Ano Académico e analisaram-se também os conhecimentos científicos dos professores, as atitudes científicas, os processos científicos e o comportamento no ensino de sala de aula durante os primeiros três anos do projecto. Um grupo de avaliadores exteriores ao projecto recolheu durante o terceiro ano os efeitos do projecto na sala de aula, sendo a observação, as entrevistas individuais e em grupo, os questionários semi-fechados e a recolha de documentos os instrumentos utilizados.

Os alunos dos professores que participaram neste projecto foram avaliados em comparação com outros alunos que não tiveram estes professores, no que respeita aos processos científicos e às atitudes em relação à ciência.

Os resultados do projecto revelaram que os professores melhoraram a nível dos conhecimentos científicos, a nível dos processos científicos e das atitudes em relação à ciência, desde os prés aos pós testes.

Em relação às atitudes e aos processos científicos dos alunos dos professores que participaram no projecto e dos alunos dos professores que não participaram, os resultados mostraram que os primeiros tiveram melhores desempenhos nos processos científicos, atitudes mais positivas em relação à ciência e às aulas de experiências e que estas diferenças aumentaram após o primeiro ano. Verificou-se ainda que o projecto teve um grande impacto na instrução em Ciência nas aulas dos professores e que estes estavam a utilizar ideias, materiais e actividades do projecto nas suas aulas.

Os resultados do projecto indicaram que o desenvolvimento profissional dos professores resultou na alteração do comportamento dos alunos relativamente às atitudes e competências e que esta mudança foi devida às estratégias e actividades implementadas na sala de aula o que fez com que aprender Ciência fosse divertido. A confiança destes professores na habilidade para ensinar Ciência aumentou depois do projecto, pois estes adquiriram experiência relativamente aos materiais que posteriormente iriam usar nas suas aulas. No final do trabalho de investigação os professores envolveram-se em actividades e debates que os ajudaram a construir a sua compreensão dos conceitos de Ciência que era esperado que aprendessem.

van Zee (1998) refere, neste estudo, que os padrões para o desenvolvimento profissional de professores de Ciência, referidos nos “National Science Education Standards” (NRC, 1996), forneceram uma janela de reflexão das formas nas quais os futuros professores se envolveram em investigação nos seus (do autor) cursos sobre Métodos de Ensinar Ciência.

Os estudantes aprenderam pesquisando conteúdos e pedagogias científicas.

van Zee reporta-se ainda a um artigo de Kyle *et al.* (1991) no qual recomendam que o processo de reconhecimento da regra “professores como investigadores” deve alargar-se a todos os cursos de formação de professores. Refere, ainda, que mais recentemente, no artigo de Pekarek *et al.* (1996) recomendavam que a noção de professores como investigadores deveria ser incorporada na preparação de professores de Ciências e nos programas de desenvolvimento profissional em Ciências.

Segundo o autor, professor-investigador significa, na abordagem de Duckworth (1986), que ensinar é uma forma de investigação quando o professor consegue envolver os seus

alunos na exploração das suas próprias ideias. Tal investigação supõe considerar o que essas ideias são e como envolver os alunos em fazê-las clarificar. Duckworth imaginava um mundo em que cada professor teria tempo e recursos para desenvolver estas questões profundamente, e para contribuir para a discussão teórica e pedagógica sobre a natureza e o desenvolvimento da aprendizagem humana.

van Zee refere, também, que Richardson (1994) caracterizou muitas investigações de professores como pesquisas práticas, as quais definiu como “conduzidas por profissionais para ajudá-los a compreender os seus contextos, práticas e no caso dos professores, os seus alunos. O resultado da pesquisa deverá ser uma mudança na prática ou enriquecer a compreensão.”

Segundo o autor os professores devem, também, participar em investigações mais formais, através de projectos em associação com universidades. Desta forma, pretende-se que sejam capazes de formular pedagogicamente questões de investigação, de explorarem estas questões nas suas próprias práticas de ensino e de comunicar as suas descobertas através de apresentações e publicações de artigos.

Os professores devem ser influenciados a mudar as suas práticas de ensino baseadas nas experiências relatadas em artigos de investigação de trabalhos desenvolvidos por outros professores, mais do que com os trabalhos dos investigadores universitários.

Um exemplo de reflexão de um aluno, futuro professor, evidencia que foi compreendido o objectivo que se pretendia alcançar “eu aprendi que quando a Ciência está ligada à vida real o seu significado faz mais sentido para o aluno. Todos temos uma natural curiosidade acerca de tudo o que nos rodeia e de como as coisas funcionam. Quando nos é dada a oportunidade de descobrir por nós próprios as respostas, elas significam muito mais para nós. A Ciência nunca tinha sido, para mim, interessante desta forma. Eu ganhei muito mais do que conhecimentos factuais, mudei a minha atitude perante a Ciência. Espero conseguir transmitir este tipo de atitude para os meus futuros alunos e colegas.”

Segundo **Raphael et al. (1999)** a preparação como futuros professores de Ciências no Ensino Secundário é no seu global rica em conteúdos, envolvendo a maior parte da matéria da disciplina a ser ensinada, assim como, uma preparação pedagógica, fundamentos educacionais e psicologia de aprendizagem. No entanto, os futuros professores raramente têm hipóteses de aplicar os conteúdos científicos que aprenderam em actividades de investigação.

O programa de investigação para futuros professores ("Future Teachers' Research Program" – FTRP) na Universidade do Arizona (EUA) tem sistematicamente, desde 1990, dado a oportunidade aos professores de Ciências do Ensino Secundário de frequentarem um curso de pré-entrada em serviço, dando-lhes oportunidades de explorar experiências que contribuirão para a preparação como professores e ainda com as experiências de investigação enriquecem a sua actividade como professores.

Quando a reforma no sistema educativo aponta para a ênfase nas experiências de investigação baseadas na pesquisa para os estudantes, quer na sala de aula, quer no campo, é difícil de imaginar como é que os professores o vão pôr em prática sem que eles nunca tenham tido experiências investigativas, logo é necessário dar oportunidade de fazer investigação a futuros professores.

Os participantes do programa FTRP foram expostos a novas áreas de Ciências, instrumentação científica, investigação profissional, novas experiências educativas e como o método científico funciona numa base de investigação real.

Os participantes neste programa sentiram-se mais capazes de comunicar aos seus alunos o trabalho de cientistas profissionais e de desenvolver, com base na sua experiência, ideias sobre conteúdos e práticas de ensino. Para muitos o programa mudou a sua forma pedagógica de estar e outros decidiram usar novas estratégias de ensino.

Anderson et al. (1999) envolvendo alunos universitários e graduados voluntários em grupos multidisciplinares na área da investigação, no projecto "Wagon Rock Project" (WRP), com a duração de dezoito meses, ofereceu uma importante oportunidade de ensinar um conjunto alargado de conhecimentos sobre o trabalho de campo e ao mesmo tempo permitiu produzir resultados de investigação capazes de serem publicados. O projecto WRP foi concebido, implementado e concluído através do esforço colaborativo de aproximadamente 30 alunos.

O resultado da investigação deste grupo e do esforço de aprendizagem dependeu da definição de um objectivo atingível numa janela temporal apropriada, preparando os participantes de forma a obterem sucesso nos seus trabalhos, organizando trabalhos de campo e assegurando a conclusão do projecto.

As bases estabelecidas para o desenvolvimento deste projecto incluíram:

1. Viabilidade do projecto.
2. Pesquisa de trabalhos já realizados na área.
3. Recrutamento de participantes.

4. Definição da metodologia.
5. Estabelecimento de um plano base.
6. Seminário para obtenção de pré-requisitos pelos participantes.
7. Coordenação logística do projecto.

Um ensinamento efectuado no campo requer criar equipas pequenas e coesas que compreendam ao mesmo tempo participantes iniciados e avançados, e criar um ambiente de trabalho agradável, onde o principal objectivo é investigação publicável e não a obtenção de graus.

Os alunos tiveram oportunidade de aprender técnicas e perspectivas de outras subdisciplinas da Geociência para relembrarem conhecimentos entretanto esquecidos do seu tempo de universidade e para ganharem experiência da logística complexa de um projecto de investigação no campo. Os alunos universitários aprenderam técnicas de campo não comumente encontradas, e foram expostos à complexidade da investigação no campo e adquiriram competências de investigação de campo que lhes seria útil em estudos futuros.

Todos os participantes ficaram satisfeitos por verem o projecto de equipa resultar em amadurecimento científico e na publicação de um artigo. Um dos mais importantes aspectos deste projecto é que ele foi organizado e conduzido pelos estudantes. Apesar dos professores universitários os terem acompanhado em cada actividade de campo, eles tiveram um papel muito parecido aos dos estudantes no processo de recolha de dados e tipicamente actuaram apenas como orientadores quando surgiam questões específicas pelos estudantes.

O ambiente de colaboração deste WRP funcionou de uma forma mais relaxada do que os habituais cursos de campo, onde os participantes estão sujeitos à avaliação dos professores. Neste caso, os alunos tiveram a possibilidade de obter orientação mais próxima e de forma colaborativa, beneficiando bastante da prática investigativa.

O sucesso do projecto foi garantido pelo entusiasmo e energia dos participantes que estavam motivados, não pela obtenção de um grau, mas sim, pelo interesse e dedicação para se tornarem melhores cientistas. Este projecto envolvia uma participação inteiramente voluntária, não existiu nenhum dos habituais inconvenientes relacionados com desinteresse e/ou não participação dos alunos, distribuição não equitativa de trabalho e de responsabilidade.

Apesar de não se esperar que este tipo de projectos venha substituir os cursos tradicionais, eles representam uma experiência válida que permite repensar a dinâmica investigação-ensino fora da sala de aula.

Westerlund *et al.* (2002) estudaram os efeitos do programa do Instituto da Educação em Ciência/Matemática/Tecnologia para professores do Ensino Secundário onde os professores participavam em projectos de investigação ao lado de investigadores durante o Verão, e onde se analisaram os efeitos nos professores e nos seus alunos de tal participação.

O estudo pretendia determinar qual a natureza da experiência de investigação de Verão para os professores, que características os professores adquiriam com a experiência e como é que tal experiência afectaria os professores e os alunos no ano académico que se seguiria ao Curso. A amostra era constituída por vinte e três professores sendo seis do terceiro ciclo e dezassete do Ensino Secundário. Metade dos professores tinha cinco ou mais anos de experiência.

Para avaliar o programa, foram utilizados:

- Caderno onde os professores registavam diariamente os seus pensamentos acerca do programa, os seus contactos diários e o seu trabalho laboratorial.
- O “inventário de pensamentos abertos” que continha a seguinte questão: “Quais são as suas principais opiniões sobre o programa” em que os professores completavam-no todas as semanas.
- Entrevistas no laboratório durante vinte a sessenta minutos por dois dos autores, todas as semanas.
- Encontros com um avaliador exterior (no início e no meio do programa).
- Apresentações orais de dez minutos em que os professores apresentavam os resultados das suas investigações aos outros colegas no final do curso.
- Discussão das actividades que os professores pretendiam conduzir com os seus alunos.
- Pré e pós testes acerca do seu conhecimento científico que se realizaram no primeiro dia e na última semana da sua experiência no Curso de Verão.

Para avaliar o programa, durante o ano académico que se seguiu ao Curso de Verão, foram usadas três recolhas de dados diferentes:

1. Comunicação (e-mail, telefone, reuniões, visitas à sala de aula) entre professores e investigadores, que durante o ano foi documentada.

2. Observação na sala de aula e entrevistas ao professor foram conduzidas por quatro professores participantes.
3. No final do ano, encontro na universidade. Os professores responderam anonimamente à questão: “De que forma o Curso de Verão influenciou a sua prática académica durante o ano escolar”, sendo-lhes pedido uma resposta detalhada e sincera para que se pudesse tirar conclusões correctas.

O estudo mostrou claramente que a participação dos professores no modelo de desenvolvimento profissional, nomeadamente nas actividades de investigação científica pode ser bem sucedida a promover um ensino mais investigativo.

É de salientar que os professores foram orientados não só pelos cientistas investigadores, mas também, por outros investigadores, nomeadamente estudantes graduados a trabalhar nos laboratórios. Muitos professores aprenderam técnicas científicas com estes estudantes. É interessante observar que os professores que não ficaram satisfeitos com os seus orientadores não interagiram com estudantes graduados, a presença destes estudantes pode ser um importante ingrediente para o sucesso destas experiências investigativas.

Como principais conclusões referiram que:

- o Os professores melhoram o seu conhecimento de Ciência de uma determinada área de investigação quando usaram este modelo de desenvolvimento profissional.
- o Os professores aumentaram o seu gosto e entusiasmo para ensinar Ciência.
- o Os professores aumentaram as oportunidades de participar em diálogos científicos ao comunicarem com os investigadores e esta comunicação motivou quer os professores quer os alunos a continuar a investigar. Os alunos passaram a ver os professores de maneira diferente e os professores puderam aumentar a componente laboratorial e investigativa nas suas aulas.

O' Neal (2003) refere um estudo que envolveu dezassete professores do Ensino Secundário de uma escola pública, sendo a maioria dos participantes do sexo feminino e com uma experiência de quatro a dez anos de ensino, e que pretendeu envolver os professores em experiências que lhes permitissem desenvolver um melhor conhecimento e compreensão de alguns conteúdos de geologia através do desenvolvimento de investigações e de trabalhos de campo.

No fim do estudo todos os participantes referiram que estavam satisfeitos com o ambiente criado durante a investigação e que os conceitos foram aprendidos mais

profundamente e em menos tempo devido à experiência activa e ao ambiente de aprendizagem.

A maioria dos participantes sentiu que participar em investigações reais fez aumentar a relevância dos conceitos/contextos quando estão a ensinar esse assunto aos seus alunos.

Este estudo refere ainda que os trabalhos de investigação podem efectivamente promover o desenvolvimento dos conhecimentos de conteúdos, literacia tecnológica, confiança científica e entusiasmo nos professores do Ensino Secundário pelo ensino das Ciências, e que o trabalho entre professores universitários e professores do Ensino Secundário permite uma aprendizagem dos autênticos métodos de investigação.

Gosselin et al. (2003) referem um estudo em que se pretendia melhorar a colaboração entre os cientistas que trabalham nas universidades e os professores do Ensino Secundário, envolvendo-os num projecto de investigação de forma a melhorar a compreensão dos professores do Ensino Secundário pelas investigações científicas actuais. Pretendia-se ainda que os investigadores contactassem com as pedagogias actuais de ensino.

Participaram neste estudo oito grupos, em que cada grupo era formado por três elementos: um investigador, um professor e um aluno.

Esta experiência reforçou a ideia dos professores do Ensino Secundário em integrar nos seus currículos a pesquisa científica. Vários professores referiram que o programa ofereceu uma oportunidade única para a colaboração e acesso a recursos que eles não sabiam que estavam disponíveis.

Por outro lado, os professores do Ensino Secundário verificaram que as investigações científicas são menos definidas do que esperavam, descobriram que as etapas na investigação encontram-se interligadas e aperceberam-se de que a investigação pode ser divertida e importante.

Os cientistas referiram que aprenderam mais acerca do seu papel e potenciais contribuições que poderiam dar no Ensino da Ciências.

Buck (2003) analisa os efeitos da participação de professores e alunos num projecto de investigação científica com investigadores das universidades. A amostra foi constituída por cinquenta professores e setenta e quatro alunos do Ensino Secundário.

Pretendia-se neste projecto:

- Aumentar a compreensão dos professores relativamente às investigações reais.

- Aumentar a colaboração profissional entre os professores do Ensino Secundário e os investigadores.
- Ajudar os professores a introduzirem investigações nas suas aulas.
- Aumentar o envolvimento dos alunos do Ensino Secundário nas investigações.

Entrevistas com os professores e os alunos mostraram que estes ficaram influenciados pelo modo como estavam envolvidos no projecto e que aprenderam um conjunto de conhecimentos científicos e que este era mais profundo, integrado e genuíno do que aquele que se aprendia nas aulas. Os professores referiram também que para as suas aulas levavam o espírito do projecto de investigação em que tinham sido envolvidos e que iriam mudar algumas das suas planificações das aulas.

Jarrett e Burnley (2003) neste estudo relatam as descobertas feitas no primeiro ano dos três anos de um programa de Verão sobre Geociência sob a iniciativa da “National Science Foundation Research Experiences” para alunos universitários. Neste programa alunos universitários e professores do Ensino Secundário trabalharam em consórcio. Oito alunos e quatro professores reuniram-se em quatro projectos de investigação.

Este estudo avaliou o efeito do programa no desenvolvimento do interesse dos participantes pela investigação na obtenção dos planos de carreira e na alteração de atitudes face à Ciência. Os participantes que trabalharam em três dos projectos aumentaram o seu interesse pela investigação, tendo 2/3 dos participantes alterado os seus planos de carreira, orientando-os para a investigação. Relataram que gostaram de fazer parte de uma equipa de investigação na qual puderam ter iniciativa e sentiram os projectos como seus.

Devido à menor disponibilidade demonstrada pelos elementos da universidade, os participantes do quarto grupo tiveram menos oportunidades para trabalhar como investigadores. Apesar dos participantes deste grupo terem tido a oportunidade de usar instrumentação sofisticada, tiveram poucas hipóteses de testar as suas próprias ideias e ficaram apenas com a percepção de como os seus testes poderiam ser usados na investigação, o seu interesse pela investigação não aumentou.

Todos os alunos fizeram um balanço positivo das suas experiências neste programa, e mesmo alguns dos participantes do quarto grupo, os quais tiveram um menor acompanhamento e supervisão, acrescentaram que foi uma excelente experiência para todos trabalharem com equipamentos tecnologicamente avançados.

Alguns estudantes participaram em conferências regionais e nacionais onde puderam apresentar os seus resultados.

Apesar da amostra ser pequena e diferentes interpretações poderem ser tiradas, os autores sugerem a seguinte explicação para a diferente experiência entre os grupos: as duas equipas que mais se sentiram motivadas e orientadas para o desenvolvimento de actividades de investigação fizeram as suas próprias recolhas de campo, trabalharam com vários instrumentos e criaram relações de trabalho com os elementos da universidade. Essas equipas tiveram uma experiência de investigação “autêntica” desde a recolha de espécies até à apresentação dos resultados. Esta total inclusão na investigação pode ter influenciado os seus sentimentos positivos.

3. ESTÁGIO NUM LABORATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO: QUÍMICA AMBIENTAL DO SOLO

3. ESTÁGIO NUM LABORATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO: QUÍMICA AMBIENTAL DO SOLO

O trabalho da professora como investigadora foi desenvolvido num laboratório de investigação do Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com a orientação e apoio do Prof. Doutor Joaquim C. G. Esteves da Silva.

Neste capítulo, o trabalho será apresentado com a seguinte estrutura: Objectivos; Introdução; Parte experimental; Resultados experimentais e seu tratamento; Conclusão.

3.1. OBJECTIVOS

O objectivo global deste trabalho de investigação é estudar a interacção do pesticida pentaclorofenol (PCP) com uma fracção da matéria orgânica dos solos, os ácidos fúlvicos (AF). Como os AF existem em todas as águas e solos, a avaliação da sua interacção com o PCP permite compreender o seu papel na mobilidade ambiental deste pesticida. A estratégia científica adoptada neste estudo consiste na determinação da solubilidade de PCP em água pura e na observação do aumento da sua solubilidade aparente em soluções aquosas de concentração crescente de AF.

Por outro lado, e de um ponto de vista laboratorial, é objectivo implementar uma técnica experimental bastante simples, mas cientificamente correcta, para a determinação da solubilidade de substâncias pouco solúveis em água baseada numa sequência de operações de extracção e numa técnica espectrofotométrica de ultravioleta.

Finalmente, é objectivo deste trabalho inserir esta investigação num contexto do Ensino Secundário (a desenvolver no Capítulo 4 desta dissertação) contribuindo para um melhor conhecimento da Química Ambiental do Solo e, em particular, da interacção de pesticidas pouco solúveis em água com a matéria orgânica do solo. A estratégia laboratorial seguida neste trabalho constitui uma estratégia contextualizada de aplicar uma série de operações unitárias laboratoriais que poderá ser seguida a nível do Ensino Secundário.

3.2. INTRODUÇÃO

3.2.1. Pesticidas

Em cada dia que passa a população aumenta em 258.000 pessoas (Simões *et al.*, 1998), levando à exigência de uma disponibilidade de alimentos cada vez maior. Estas necessidades requerem grandes melhorias na produtividade da agricultura. As perdas de produção agrícola devido a pragas de insectos, animais roedores, microorganismos, ervas daninhas, etc., conduzem a um agravamento dos problemas demográficos. Quase metade da totalidade dos alimentos destinados à humanidade é consumida ou estragada por estas pragas (Lima, 2001).

Os métodos biológicos de protecção das plantas têm grande potencial e são muito importantes, assim como os estimuladores e reguladores do crescimento e desenvolvimento das plantas, mas o controlo químico é a alternativa correntemente mais utilizada. Este controlo químico das pragas é efectuado por pesticidas (Lima, 2001).

O termo pesticida advém da palavra peste, a qual se aplica a qualquer animal, planta, ou microorganismo que vive onde não é desejado (Santos, 2002). Assim, é chamada de pesticida toda a substância que pela sua toxicidade directa ou indirecta, combate as pragas, as doenças e as infestantes das culturas agrícolas. No entanto, a sua toxicidade não se limita às pestes que afectam as culturas onde é aplicado, mas estende-se igualmente ao meio envolvente podendo chegar a toda a cadeia alimentar (Folheto Informativo da Agrobio).

De uma maneira geral, os pesticidas são substâncias que possuem baixa solubilidade na água, mas alta solubilidade nos lípidos, o que tem como principal consequência a sua acumulação nos tecidos adiposos. Esta característica, aliada nalguns casos à sua persistência no ambiente (intervalo de tempo que um composto é capaz de permanecer no ambiente antes de ser degradado noutros compostos mais simples), potencia a sua perigosidade ao nível da cadeia alimentar (Poluição e Resíduos, 2001).

Os pesticidas representam entre 300 a 400 substâncias tóxicas activas utilizadas em mais de 2.000 formulações. Em Portugal são comercializados 679 pesticidas tendo como base cerca de 230 substâncias activas. São aplicados, anualmente, cerca de 23.000 toneladas de pesticidas, sendo Portugal o 5º maior consumidor a nível mundial (Folheto Informativo da Agrobio).

A probabilidade de uma substância produzir efeitos indesejáveis à saúde ou ao meio ambiente sob condições específicas constitui um risco, e o seu valor depende de dois factores: a toxicidade intrínseca ao produto e as circunstâncias que regem a exposição, ou seja, a forma de utilização. A toxicidade é definida como a propriedade, inerente à substância, de causar efeito adverso à saúde, e define os limiares a partir dos quais as funções biológicas são perturbadas. A exposição, que compreende a maneira com que a substância foi utilizada, depende fundamentalmente do utilizador e representa o factor decisivo no aumento ou diminuição do risco (Intoxicações por pesticidas, 2001).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), ocorrem mais de 200.000 mortes por ano entre as pessoas que manipulam estes tóxicos. A estes casos juntam-se ainda muitas intoxicações agudas e crónicas, motivadas pelo consumo de alimentos tratados com estes químicos (Químicos utilizados na agricultura, 2001). Em Portugal, a intoxicação por pesticidas ainda é a causa de um número significativo de mortes. Segundo o artigo *“Pesticide intoxications in the centre of Portugal: three years analysis”* (Teixeira *et al.*, 2004), os autores fizeram uma análise retrospectiva dos casos de envenenamento por pesticidas ocorridos na região centro de Portugal. Neste estudo, os casos positivos foram especialmente estudados de forma a identificar o pesticida usado, assim como o mecanismo da toxicidade. A frequência dos casos de intoxicação e a sua distribuição por sexo e idade também foram analisadas.

O estudo realça o incremento do número de análises de pesticidas particularmente relevante para os compostos organofosforados (63% de casos positivos) e herbicidas (33%). A suspeita de intoxicação, accidental ou voluntária, parece ser a causa mais comum dos incidentes, para o qual as análises são recolhidas, mas é evidente, também, que a causa possível é desconhecida na maior parte dos casos. Os dados apresentam-se no gráfico da Fig. 3.1, onde se apresenta a causa possível referida no resultado da análise. São então desejáveis uma legislação mais apertada e um esforço de controlo das vendas e distribuição destas substâncias tóxicas.

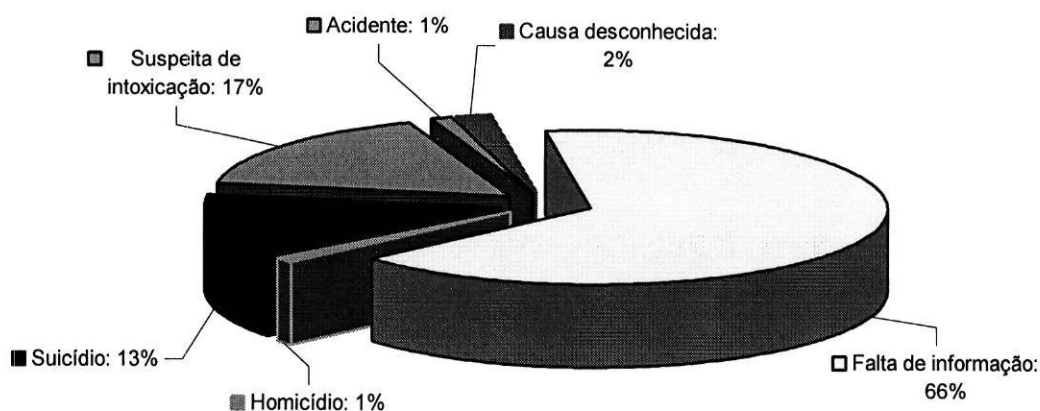


Fig. 3.1 – Causas da intoxicação por pesticidas (Teixeira *et al.*, 2004)

Os pesticidas podem ser classificados de acordo com três critérios, que são o alvo de acção, a acção química e a formulação. Consoante o organismo alvo que se pretende atingir, os pesticidas podem ser classificados genericamente por: insecticidas, herbicidas, fungicidas e antibacterianos (Santos, 2002). Numa lista mais pormenorizada, os pesticidas podem ser classificados de acordo com o organismo alvo (*Pesticides*, 2002; Baird, 2000), como consta na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Classificação dos pesticidas de acordo com o organismo alvo

Tipos de Pesticidas	Alvo
Insecticidas	Insectos
Herbicidas	Plantas
Fungicidas	Fungos
Acaricidas	Ácaros
Moluscocidas	Lesmas, caracóis e outros moluscos
Nematicidas	Nemátodes
Raticidas	Ratos e outros roedores
Bactericidas	Bactérias
Desinfetantes	Microorganismos
Algicidas	Algas
Avicidas	Aves
Larvicidas	Larvas
Peiscicidas	Peixes

Os pesticidas podem ainda ser classificados de acordo com a sua persistência no ambiente e que, também, está relacionado com a sua composição química. Os pesticidas mais utilizados pertencem às seguintes categorias: organoclorados; organofosforados; carbamatos; piretróides.

Os organoclorados (como por exemplo o DDT, aldrina, dieldrina, lindano, endossulfão, PCP, etc.) foram considerados, durante muito tempo, de grande utilidade devido à sua grande persistência – como são lentamente degradados, actuavam durante muito tempo. Actualmente o seu uso está restringido exactamente por esta característica, e são os que apresentam maiores problemas para o ambiente (Marques *et al.*, 2001). São muito tóxicos e persistentes devido a sua estrutura química. Os organoclorados são produtos derivados do petróleo, sendo pouco solúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, o que os torna mais tóxicos e de apreciável absorção cutânea. Além da via dérmica, são também absorvidos por via digestiva e respiratória. Devido à grande lipossolubilidade (facilidade de se dissolverem nas gorduras), à elevada resistência à biodegradação e à lenta metabolização, estes compostos acumulam-se nos tecidos dos animais e plantas durante anos e tornam-se cada vez mais concentrados à medida que se sobe na cadeia alimentar, acumulando-se no tecido adiposo humano. Actuam sobre o sistema nervoso central, resultando em alterações do comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da actividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração, podendo levar à morte (Intoxicações por Agrotóxicos – Efeitos sobre a Saúde, 2002).

Os organofosforados (malatião, diazinão, diclorvos, etc.) diferem dos organoclorados por não serem tão persistentes no meio ambiente, embora actuem da mesma forma nos insectos e mamíferos a nível do sistema nervoso central. Têm, de um modo geral, uma persistência curta (alguns dias). No entanto, são bastante tóxicos para o Homem provocando efeitos irreversíveis (Marques *et al.*, 2001).

Os carbamatos (carbofurano, aldicarbe, carbarilo, etc.) são pouco persistentes (alguns dias). São menos tóxicos para o Homem do que os organofosforados, mas também são menos eficazes na sua acção como pesticidas (Tipos de Pesticidas, 2001).

Os piretróides (permetrina, cipermetrina, flumetrina, etc.) são compostos sintéticos que apresentam estruturas semelhantes à piretrina, substância existente nas flores do *Chrysanthemum* (*Pyrethrum*) *cinerariaefolium*. São facilmente absorvidos pelo aparelho digestivo, pelas vias respiratórias e pela via cutânea. Sendo pouco tóxicos do ponto de vista agudo, são, porém, irritantes para os olhos e mucosas, e principalmente

hipersensibilizantes, causando alergias de pele e asma brônquica (Intoxicações por Agrotóxicos – Efeitos sobre a Saúde, 2002).

3.2.2. Pentaclorofenol (PCP)

A opção por este pesticida, para a realização deste trabalho, teve em conta o facto deste ser detectado por espectrofotometria de ultravioleta próximo podendo as medições ser realizadas por um espectrofotómetro vulgar. Por outro lado, as medições nesta gama de comprimentos de onda vêm afectadas de maior precisão e menor ruído.

O PCP é um organoclorado bastante estável. À temperatura ambiente apresenta um aspecto em cristais incolores tipo agulha ou sólidos em várias formas, com um odor característico (fenólico). O PCP e respectivo sal de sódio são pouco solúveis na água, embora solúveis em numerosos solventes orgânicos, como por exemplo metanol, etanol e acetona (Pentaclorofenol e respectivo sal de sódio, 2002). Foi sintetizado em 1841 e foi introduzido na indústria a partir de 1936, depois de comprovada a sua alta capacidade biocida. Esta grande eficácia e o seu baixo custo fizeram com que tanto o PCP como os seus sais tenham ainda hoje uma grande aplicação na indústria, agricultura e no campo doméstico (Carballo Fernández *et al.*, 2000). Em virtude da sua acção antimicrobiana, antifúngica, insecticida e herbicida tem larga utilização industrial no tratamento da madeira e sua conservação (Pentaclorofenol, 2002; Portaria n.º 968/94, de 28 de Outubro).

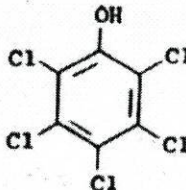
O PCP é absorvido por via cutânea (provoca irritação e alergias), digestiva e respiratória. Estimula fortemente o metabolismo dando origem a hipertermia (temperatura muito alta), que se pode tornar irreversível. Não se acumula no organismo, mas as exposições repetidas podem causar uma acumulação de efeitos. Este composto possui na sua formulação impurezas dioxinas, principalmente a hexaclorodibenzodioxina (HCDD), que é uma substância extremamente tóxica, cancerígena e fetotóxica (Pentaclorofenol, 2002; Pentachlorophenol (PCP), 2002).

Ao abrigo do artigo 2º, capítulo II, da Portaria n.º 968/94, de 28 de Outubro: “É proibida a colocação no mercado e a utilização de substâncias e preparações cuja concentração em PCP, seus sais e ésteres seja igual ou superior a 0,1% em massa.”

A ficha de segurança do PCP descreve mais pormenorizadamente os perigos da sua utilização, a prevenção e os primeiros socorros a administrar, quando necessário, antes de se recorrer a cuidados médicos (Anexo A).

A Tabela 3.2 apresenta as propriedades físicas de PCP (Budavari *et al.*, 1989; Ficha de Segurança do PCP; Marques, 2000)

Tabela 3.2 – Propriedades Físicas de PCP

Propriedades Físicas de PCP	
Fórmula de estrutura:	
Fórmula molecular:	C_6Cl_5OH
Massa molecular relativa:	266,34
Percentagem de elementos:	% C = 27,05 % % H = 0,38 % % Cl = 66,56 % % O = 6,01 %
Solubilidade em água:	$5,2 \times 10^{-5}$ mol/L a 25 °C (14 mg/L)
Ponto de fusão:	191 °C
Ponto de ebulição:	309 °C a 1 atm
Pressão de vapor:	0,02 Pa a 20 °C
LD ₅₀ oralmente:	146,175 mg/kg
Densidade relativa:	1,98

3.2.3. Substâncias húmicas dos solos

A matéria orgânica presente nos solos e águas e que não se encontra incorporada nos tecidos vivos dos microorganismos é constituída por misturas complexas de compostos que podem ser agrupados em classes de acordo com a sua composição química e reactividade. Assim, uma das classes inclui biomoléculas de composição química e funções biológicas conhecidas (como, por exemplo, aminoácidos, proteínas, açúcares, gorduras e ácidos orgânicos de baixa massa molecular) que foram produzidas pela actividade de microorganismos sobre restos de plantas e animais. Estes compostos são facilmente assimilados pelos organismos, pelo que persistem nos solos durante períodos de tempo

curtos. Uma outra classe compreende produtos intermédios e/ou parcialmente degradados com alguma estabilidade química e biológica (como os tecidos de plantas e animais e produtos da sua decomposição parcial) que foram gerados em processos de decomposição incompleta de restos de materiais orgânicos. Uma terceira classe, a das substâncias húmicas (SH), é formada por um conjunto de compostos orgânicos de cor amarela, castanha ou preta, com uma massa molecular relativamente elevada, propriedades físicas e químicas relativamente estáveis e elevados tempos de vida média nos sistemas ambientais (Esteves da Silva, Acção de formação, 1998).

As SH presentes nos solos e águas são constituídas por misturas heterogéneas de macromoléculas orgânicas com estruturas alifáticas e aromáticas, cuja composição final depende directamente dos materiais de origem e tempo de maturação, e indirectamente de factores externos como o clima (que afecta a existência de diferentes espécies de plantas, a quantidade de material vegetal produzido por estas e a intensidade da actividade dos microorganismos que intervêm na sua decomposição), a morfologia do solo e a incorporação de novos materiais residuais. Estas substâncias, que derivam de um grande número de compostos provenientes da transformação química e microbiológica da matéria orgânica fresca existente nos solos, são produzidas no decorrer de um conjunto de processos químicos complexos a que se atribui a designação genérica de processo de humificação. No decurso deste processo onde se decompõe biomassa até à obtenção de materiais estabilizados, o carbono orgânico é oxidado por organismos heterotróficos que introduzem no seu próprio metabolismo a energia retirada dos processos de oxidação, realizando a decomposição da matéria orgânica até os conteúdos de oxigénio e água, temperatura e níveis de nutrientes básicos não se mostrarem adequados à sua actividade biológica (Lima, 2001).

As SH podem ser subdivididas em três grupos de acordo com a sua solubilidade em água. Assim, enquanto os AF são solúveis em solução aquosa a qualquer valor de pH e os ácidos húmicos (AH) apenas em meio alcalino, a humina é insolúvel em meio ácido ou básico.

3.2.4. Ácidos fúlvicos

Os AF encontram-se em elevada percentagem nas águas e solos, sendo conhecida a sua elevada capacidade de interactuarem com poluentes tóxicos tais como iões de metais pesados e compostos orgânicos hidrofóbicos. Os AF correspondem à fracção das SH

constituída por macromoléculas com menores massas moleculares. Os AF são produtos do processo natural de decomposição dos materiais vegetais e animais mortos que ocorre nos solos e sistemas aquosos (Jackson, 2002). Este processo de decomposição denomina-se de processo de humificação e é constituído por um complexo sistema de mecanismos bioquímicos ainda pouco conhecidos. Assim, os AF não podem ser compreendidos como uma substância química clássica, à qual corresponde uma estrutura molecular bem definida, mas sim como uma mistura extraordinariamente diversa de macromoléculas diferentes e com massas moleculares elevadas e muito variadas (Lima, 2001).

Do ponto de vista químico, os AF correspondem a uma fracção da matéria orgânica dos solos obtida na sequência de um processo de extracção constituído por um conjunto de processos unitários (é, portanto, uma definição operacional). De forma resumida, os AF correspondem à fracção que é solúvel em solução aquosa com qualquer valor de pH. Esta relativamente grande solubilidade deve-se à baixa massa molecular e maior quantidade de grupos funcionais, tais como grupos carboxílicos, hidroxílicos e fenóis, das macromoléculas que constituem esta fracção quando comparada com a massa molecular das moléculas que constituem as outras fracções das SH, nomeadamente os AH. Devido à sua elevada solubilidade e grande concentração de estruturas quimicamente reactivas, os AF são substâncias particularmente activas em praticamente todos os processos químicos que ocorrem nos solos e águas naturais, como, por exemplo: reacções químicas de ácido-base; complexação de catiões metálicos e adsorção de poluentes orgânicos hidrofóbicos (Lima, 2001).

3.2.5. Mecanismos de solubilização

A mobilidade e transporte dos pesticidas no solo serão afectados pela matéria orgânica do solo, nomeadamente os AF. Até meados dos anos oitenta havia alguns estudos sobre a adsorção de substâncias orgânicas como os pesticidas em sedimentos ou partículas sólidas em suspensão. Os resultados obtidos mostraram que a afinidade das substâncias orgânicas para se associarem com a fase sólida estava correlacionada com a hidrofobicidade da substância (expressa como o coeficiente de partição água/octanol) e com a quantidade de matéria orgânica do sedimento. Do ponto de vista do mecanismo de associação, esta pode ser descrita por partição do soluto entre duas fases. Por outro lado, havia estudos que mostravam a existência de interacção entre substâncias orgânicas (como, por exemplo, hidrocarbonetos poliaromáticos, insecticidas e herbicidas) e SH dissolvidas em água da

qual resultava um aumento da solubilidade das espécies orgânicas pouco solúveis. No entanto, e até aquela data, o tipo de mecanismo em jogo na interacção com SH dissolvidas, tendo como consequência um aumento de solubilidade em solução aquosa das espécies orgânicas pouco solúveis, era muito pouco conhecido (Marques, 2000).

Em princípio, um co-soluto pode aumentar a solubilidade de um soluto por alterar a solvatação do meio ou por interacção directa entre os dois (adsorção ou partição). É pouco provável que quando os co-solutos são SH em baixas concentrações haja um forte impacto nas propriedades de solvatação da água. Também, é pouco provável que existam interacções específicas entre os solutos orgânicos não iónicos e os grupos funcionais das SH em solução aquosa, porque estes devem estar mais fortemente associados com água.

Atendendo ao facto de que as SH são macromoléculas orgânicas contendo fragmentos apolares, pode-se pôr como hipótese a existência de um mecanismo de partição do soluto entre a solução aquosa e aquele fragmento apolar das SH dissolvidas (Marques, 2000).

Neste caso, e do ponto de vista do co-soluto (SH), a extensão da interacção do tipo partição dependeria do tamanho e polaridade das moléculas de SH. Assim, para haver partição as SH deverão ser suficientemente grandes e conter fragmentos apolares com tamanho razoável. De acordo com este mecanismo de partição, co-solutos de massa molecular relativamente baixa não deverão aumentar significativamente a solubilidade do soluto. Para que um soluto seja candidato a ter um aumento de solubilidade, este terá que ser pouco solúvel e ter uma afinidade muito grande com a fase orgânica apolar. O estudo publicado por Chiou *et al.* (1986) confirmou a existência de uma interacção do tipo partição entre duas fases para justificar o aumento de solubilidade de alguns poluentes orgânicos e pesticidas. Este tipo de interacção é traduzido pela seguinte equação de partição:

$$\frac{S_w^*}{S_w} = 1 + K_{AF} [AF] \quad (\text{Eq. 3.1})$$

onde:

S_w^* – solubilidade aparente numa solução contendo AF;

S_w – solubilidade em água pura;

K_{AF} – constante de partição;

[AF] – concentração de AF em mg/L.

A análise desta equação mostra que a solubilidade aparente deverá ser maior do a solubilidade em água pura se a grandeza $K_{AF}[AF]$ for significativa. Experimentalmente o valor da $[AF]$ é conhecido. A grandeza da constante de partição (K_{AF}) depende do AF e do soluto em estudo e pode ser determinada por representação da relação S_W^*/S_W em função da $[AF]$. Esta representação deverá dar origem a uma recta com declive igual a K_{AF} e ordenada na origem unitária ($[AF] = 0 \Rightarrow S_W^* = S_W$).

Embora o valor de K_{AF} seja característico de uma determinada amostra de AF, na literatura a constante de partição está normalmente associada à concentração de carbono orgânico dissolvido (COD) e não à concentração de AF. Por este motivo, a equação Eq. 3.1 pode ser reescrita como:

$$\frac{S_W^*}{S_W} = 1 + K_{COD}[\text{COD}] \quad (\text{Eq. 3.2})$$

onde K_{COD} pode ser calculado a partir da K_{AF} de acordo com a seguinte relação:

$$K_{COD} = \frac{K_{AF} \times 100}{\%C} \quad (\text{Eq. 3.3})$$

Neste trabalho será estudada a interacção de pesticidas com os AF utilizando uma metodologia baseada nas extracções sólido/solução aquosa e solução aquosa/solvente orgânico. Esta metodologia é utilizada para determinar a solubilidade em soluções aquosas.

3.3. PARTE EXPERIMENTAL

3.3.1. Material

- Frascos de vidro de cintilação de 20 mL.
- Balões volumétricos de 10,00 e 25,00 mL.
- Gobelés 100 e 250 mL.
- Pipetas volumétricas de 5,00, 10,00, 15,00 e 20,00 mL.
- Pompete.
- Micropipetas (marca Gilson) de 100, 1000 e 5000 μL .
- Espátulas.
- Esguicho com água desionizada.

- Papel absorvente.
- Parafilme.

3.3.2. Instrumentação

- Balança Analítica $\pm 0,0001\text{g}$ (marca Mettler Toledo e modelo AG245).
- Banho termostático com agitação (marca GFL e modelo 1086).
- Espectrofotómetro de UV-Vis: As medições foram executadas com um espectrofotómetro de feixe simples com detector de fila de díodos da marca Hewlett-Packard, modelo HP 8452A, equipado com uma célula de quartzo de percurso óptico de 1 cm. Os espectros foram obtidos de 2 em 2 nm entre 190 e 700 nm com um tempo de integração de 0,5 segundos. As medições foram efectuadas utilizando o solvente como solução de referência.
- Medidor de pH: As medições potenciométricas foram efectuadas por um pHmetro Crison MicropH 2002. Nas medições de pH utilizaram-se um eléctrodo de vidro, da marca Ingold, e um eléctrodo de referência de Ag/AgCl, de junção dupla, da marca Ingold.

3.3.3. Reagentes e soluções

A) Reagentes utilizados

- Pesticida: pentaclorofenol (Fluka, 99%).
- Solventes: etanol (p.a., Merck), n-hexano (p.a., Merck), água desionizada. O etanol foi usado para diluir o pesticida por ser pouco tóxico e muito volátil. O n-hexano foi usado como solvente extractor, uma vez que é de fácil obtenção com qualidade analítica, e é insolúvel em água e pouco tóxico.
- Ácidos fúlvicos: a amostra de AF sólida utilizada neste trabalho foi da marca Fredriks Research Products (Holanda) e foi extraída de um solo de referência Laurentian, e a sua análise elementar é a seguinte: C, 43%; H, 4,0%; N, 0,83%; Na, 0,27%; Fe, 0,013%; Cinzas, <1,0%.

B) Soluções preparadas e utilizadas

- Solução concentrada de AF de concentração 200 mg/L preparada por pesagem rigorosa e dissolução num balão volumétrico de 500,0 mL com água desionizada.

O pH foi ajustado a 6,0 por adição de uma solução de hidróxido de potássio 0,05 mol/L.

- Soluções de AF diluídas de concentrações variáveis entre 5 mg/L a 200 mg/L preparadas por diluições rigorosas em balão volumétrico de 20,00 mL da solução padrão concentrada.
- Soluções tampão de pH (tampão de bórax – pH = 9,043; tampão fosfato – pH = 6,784; tampão ftalato – pH = 3,883).
- Solução padrão de PCP em etanol 4×10^4 mg/L preparada por pesagem rigorosa de PCP com dissolução em balão volumétrico de 50,00 mL.
- Solução padrão concentrada de PCP em n-hexano 1×10^3 mg/L foi preparada por pesagem rigorosa de PCP em balão volumétrico de 10,00 mL.
- Soluções padrão diluídas de PCP em n-hexano diluídas entre 25 mg/L a 200 mg/L preparadas por diluições rigorosas em balões volumétricos de 10,00 mL da solução padrão concentrada.

3.3.4. Procedimento laboratorial

A) Estudo da solubilidade de PCP em água e em soluções aquosas de AF

A.1) Recta de calibração espectrofotométrica para o PCP

- Preparou-se a solução padrão concentrada de PCP em n-hexano.
- Preparou-se por diluição rigorosa, a partir da solução concentrada, cinco soluções de PCP em n-hexano com as seguintes concentrações: 25,0, 50,0, 100,0, 150,0 e 200,0 mg/L;
- Transferiu-se 10,00 mL de cada uma das soluções padrão diluídas para frascos de vidro de cintilação, numerados de 1 a 5;
- Adicionou-se aos cinco frascos anteriores 10,00 mL de água desionizada;
- Taparam-se os frascos e deixou-se a agitar à temperatura de 25°C durante aproximadamente 24 h;
- Retirou-se, de cada um dos cinco frascos, um pouco do solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo;
- Traçaram-se os espectros de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância para o comprimento de onda de 302 nm, para as várias soluções de diferentes concentrações;

- Traçou-se a recta de calibração para as soluções de PCP em n-hexano hidratado.

A.2) Transferência de uma quantidade de PCP sólido constante

- Preparou-se a solução padrão de PCP em etanol;
- Pipetou-se 300 μL desta solução para vários frascos de vidro de cintilação, em várias séries, de A a H, cada qual com 5 frascos numerados de 1 a 5;
- Deixou-se vaporizar totalmente o etanol dos frascos colocados dentro de uma hotte (aproximadamente 24 h), ficando uma mesma quantidade de PCP depositado às paredes dos frascos. Este procedimento garante, de uma forma mais eficaz e rápida, que a mesma quantidade de pesticida é colocada em todos os frascos. Assim, há apenas a necessidade de uma só pesagem do pesticida, evitando menor contacto com este concentrado.

A.3) Solubilização de PCP em soluções aquosas de AF

- Preparou-se a solução padrão concentrada de AF com pH ajustado a 6,0 que corresponde a um valor do pH de um solo natural;
- Prepararam-se as soluções diluídas de AF de concentrações variáveis entre 5 mg/L a 200 mg/L em 20,00 mL, como se apresenta na Tabela 3.3 (esta etapa foi efectuada directamente nos frascos de vidro de cintilação que continham o PCP sólido, preparados em A.2).

Tabela 3.3 – Soluções de AF e sua preparação

Série	Frascos	$V_{\text{sol. conc. AF}}$ (mL)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	[AF] (mg/L)
A	1 – 5	20,00	0,00	200
B	1 – 5	15,00	5,00	150
C	1 – 5	10,00	10,00	100
D	1 – 5	5,00	15,00	50
E	1 – 5	2,00	17,00	20
F	1 – 5	1,00	19,00	10
G	1 – 5	0,50	19,50	5
H	1 – 5	0,00	20,00	0

Na última série (H) apenas se adicionou água para a determinação da solubilidade de PCP em água a 25 °C;

- Taparam-se os frascos e deixou-se a agitar à temperatura de 25 °C durante aproximadamente 24 h.

Observação: não se dissolveu todo o PCP contido nos frascos para as diferentes concentrações de AF, notou-se uma menor quantidade de PCP sólido nos frascos de concentrações mais elevadas.

A.4) Extração de PCP dissolvido nas soluções aquosas

- Retirou-se 10,00 mL de cada um dos frascos das séries anteriores para uma nova série de frascos de vidro de cintilação devidamente limpos e secos e numerados da mesma forma (com o cuidado de não pipetar PCP sólido que pudesse existir em suspensão);
- Adicionou-se 10,00 mL de n-hexano (fica na parte de cima por ser menos denso do que a água), com o objectivo de extrair o PCP para a fase orgânica;
- Taparam-se os frascos e deixou-se a agitar à temperatura de 25 °C durante aproximadamente 24 h.

A.5) Medição da concentração de PCP extraído pelo n-hexano

- Retirou-se, de cada frasco de cada série, um pouco de solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo;
- Traçou-se o espectro de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância a 302 nm nos espectros obtidos, com marcação prévia do zero de absorvância para o branco (solvente extractor) e utilizando as amostras por ordem crescente da sua concentração;
- Determinou-se, a partir dos valores obtidos da absorvância das soluções, e por interpolação na recta de calibração, a quantidade de PCP dissolvida na fase aquosa. Este valor corresponde à solubilidade de PCP nas diferentes soluções de AF (solubilidade aparente) e na água (solubilidade).

3.4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS E SUA DISCUSSÃO

A) Soluções padrão diluídas de PCP em n-hexano

Na Tabela 3.4 descreve-se a sequência de cálculos das soluções padrão diluídas de PCP em n-hexano utilizadas neste trabalho.

Tabela 3.4 – Concentrações de PCP em n-hexano

Balões	[PCP] _{n-hexano} concentrada (mg/L)	V _{sol. conc. PCP em n-hexano} (mL)	V _{total} (mL)	[PCP] _{n-hexano} diluída (mg/L)
1	1152	1,736	10,00	200,0
2		1,302	10,00	150,0
3		0,868	10,00	100,0
4		0,434	10,00	50,0
5		0,217	10,00	25,0

B) Calibração de PCP em n-hexano

A Fig. 3.2 mostra os espectros de ultravioleta típicos de calibração dos padrões de PCP em n-hexano. A análise desta figura mostra um aumento da absorvância com a concentração dos padrões.

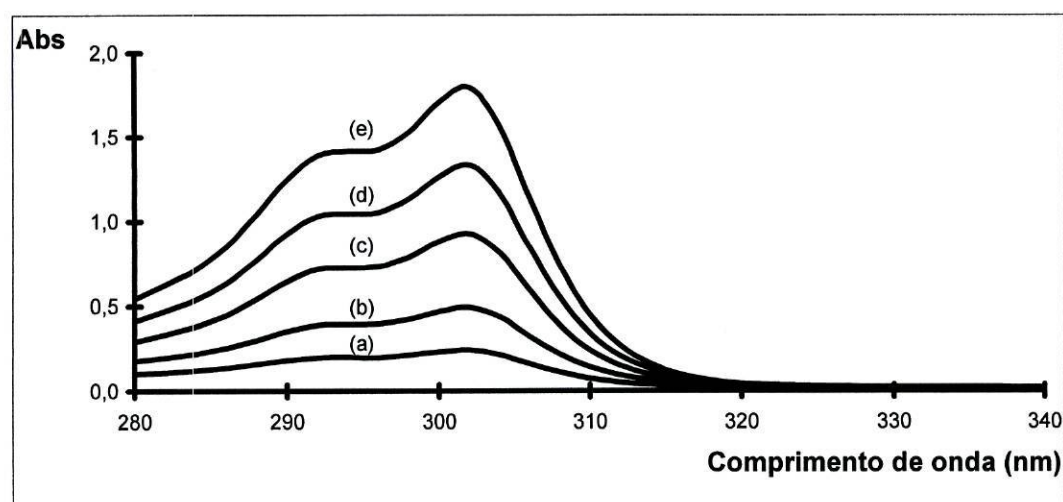


Fig. 3.2 - Espectros de UV típicos dos padrões de PCP em n-hexano: 25 mg/L (a), 50 mg/L (b), 100 mg/L (c), 150 mg/L (d), 200 mg/L (e)

Na Tabela 3.5 apresenta-se um exemplo para o valor máximo de absorvância (observado a 302 nm) em função da concentração de PCP em n-hexano.

Tabela 3.5 – Valores típicos de absorvância para os padrões de PCP em n-hexano

[PCP] _{n-hexano} (mg/L)	Absorvância (302 nm)
25,0	0,242
50,0	0,492
100,0	0,927
150,0	1,333
200,0	1,795

A Fig. 3.3, na qual se representa graficamente o máximo de absorvância (302 nm) em função da concentração de PCP, mostra a recta de calibração obtida de PCP em n-hexano. A análise dos parâmetros do ajuste linear da curva de calibração permite concluir da sua validade para a determinação de PCP, porque existe um aumento da absorvância proporcional ao aumento da concentração dos padrões (ou seja, observa-se a Lei de Lambert-Beer).

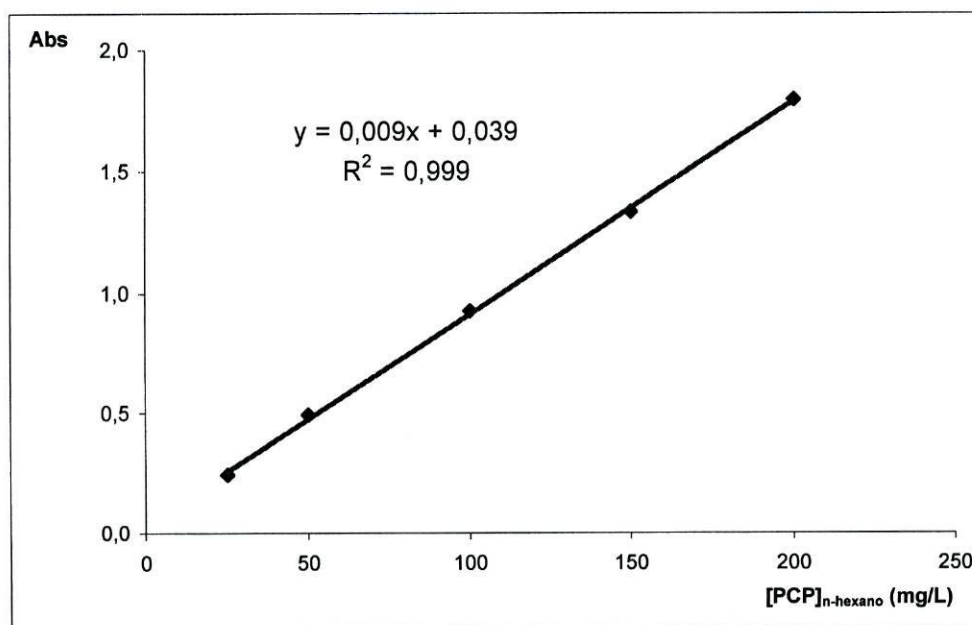


Fig. 3.3 - Recta de calibração típica de PCP em n-hexano e respectivos parâmetros do ajuste linear

C) Soluções de AF

Na Tabela 3.6 descreve-se a sequência de cálculos das soluções padrão de AF utilizadas neste trabalho.

Tabela 3.6 – Concentrações de AF

Série	Frascos	[AF] _{conc.} (mg/L)	V _{sol. conc. AF} (mL)	V _{total} (mL)	[AF] (mg/L)
A	1 – 5	203,6	20,00	20,00	203,6
B	1 – 5		15,00	20,00	152,7
C	1 – 5		10,00	20,00	101,8
D	1 – 5		5,00	20,00	50,9
E	1 – 5		2,00	20,00	20,4
F	1 – 5		1,00	20,00	10,2
G	1 – 5		0,50	20,00	5,1
H	1 – 5		0,00	20,00	0

D) Constante de partição de PCP entre a água e os AF

Na Tabela 3.7 estão registados valores típicos para os máximos obtidos de absorvância para as diferentes soluções de AF (ou seja, para as diferentes séries de A a H, e frascos de 1 a 5), e valores de concentrações de PCP obtidos por interpolação da recta de calibração da absorvância em função da concentração de PCP em n-hexano.

Na Tabela 3.8 são apresentados os valores médios obtidos para a concentração de PCP em n-hexano, ou seja, a solubilidade de PCP em água (solubilidade) e nas soluções aquosas de AF (solubilidade aparente), bem como os desvios padrões respectivos.

Tabela 3.7 – Valores típicos de absorvância para as diferentes soluções de AF e valores de concentrações de PCP em n-hexano

Série	Frascos	[AF] (mg/L)	Absorvância	[PCP] _{n-hexano} (mg/L)
A	1	203,6	0,560	57,889
	2		0,591	61,333
	3		0,573	59,333
	4		0,589	61,111
	5		0,538	55,444
B	1	152,7	0,528	54,333
	2		0,492	50,333
	3		0,506	51,889
	4		0,513	52,667
	5		0,489	50,000
C	1	101,8	0,356	35,222
	2		0,350	34,556
	3		0,356	35,222
	4		0,349	34,444
	5		0,337	33,111
D	1	50,9	0,240	22,333
	2		0,248	23,222
	3		0,243	22,667
	4		0,231	21,333
	5		0,263	24,889
E	1	20,4	0,161	13,556
	2		0,148	12,111
	3		0,157	13,111
	4		0,137	10,889
	5		0,146	11,889
F	1	10,2	0,134	10,556
	2		0,128	9,889
	3		0,119	8,889
	4		0,116	8,556
	5		0,114	8,333
G	1	5,1	0,110	7,889
	2		0,117	8,667
	3		0,126	9,667
	4		0,110	7,889
	5		0,139	11,111
H	1	0	0,098	6,556
	2		0,105	7,333
	3		0,096	6,333
	4		0,107	7,556
	5		0,110	7,889

Tabela 3.8 – Solubilidade de PCP em água e em soluções aquosas de AF

Série	[AF] (mg/L)	Solubilidade de PCP (mg/L) ^[1]
A	203,6	59,022 ± 2,444
B	152,7	51,844 ± 1,772
C	101,8	34,511 ± 0,863
D	50,9	22,889 ± 1,312
E	20,4	12,311 ± 1,052
F	10,2	9,245 ± 0,944
G	5,1	9,045 ± 1,367
H	0	7,133 ± 0,664

[1] Valores médios de 5 ensaios independentes.

Os valores obtidos para a solubilidade de PCP em água e em soluções aquosas de AF foram ajustados à equação de partição, Eq. 3.1, descrita na secção 3.2.5 e a respectiva representação gráfica encontra-se na Fig. 3.4.

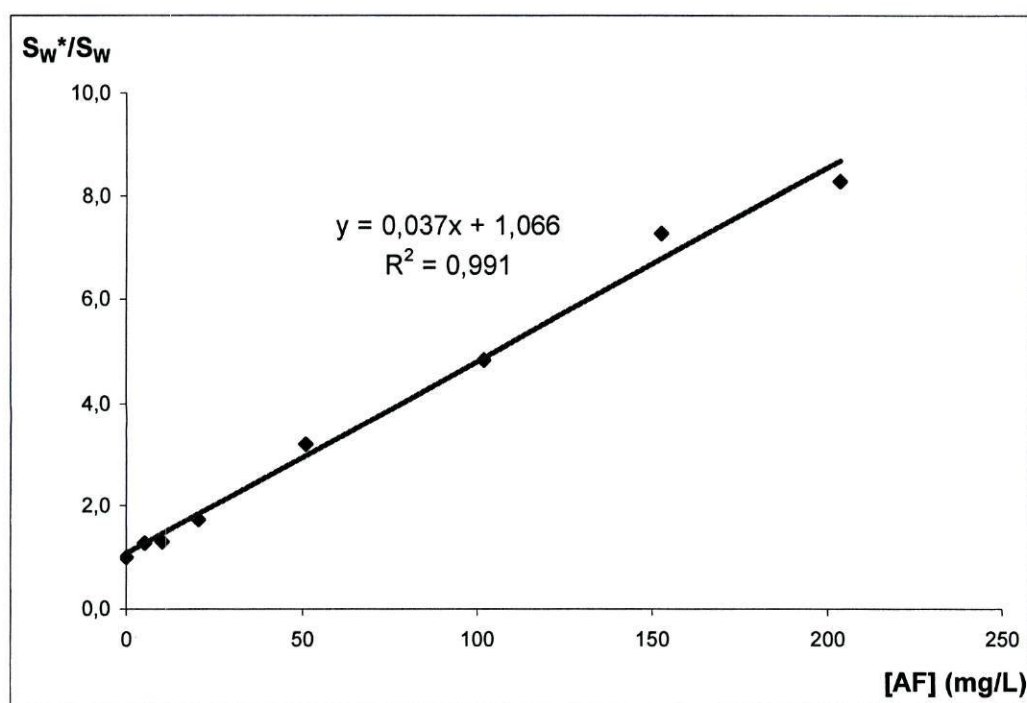


Fig. 3.4 – Representação típica da equação de partição: $\frac{S_w^*}{S_w} = 1 + K_{AF} [AF]$

É possível verificar um aumento do valor da solubilidade aparente com o aumento da concentração dos AF. Uma vez que o gráfico do modelo de partição se ajustou aos valores experimentais, o aumento da solubilidade aparente com o aumento da concentração de AF poderá resultar de um mecanismo tipo partição entre duas fases, a água e os AF. De facto, observa-se uma tendência aproximadamente linear de variação S_w^*/S_w em função da concentração de AF. Do declive do gráfico da Fig. 3.4 pode-se obter uma estimativa da constante de partição, $K_{AF} = 0,037$ L/mg.

E) Solubilidade de PCP em água

O cálculo da solubilidade de PCP em água foi efectuado utilizando extracções sólido/água e água/n-hexano. O resultado obtido foi de $7,133 \pm 0,664$ mg/L, resultante da média de 5 ensaios independentes efectuados numa série de experiências. Este resultado não difere muito do valor de solubilidade de PCP em água a 25 °C existente na bibliografia: 14 mg/L (Marques, 2000). Atendendo à baixa solubilidade de PCP em água, o resultado obtido experimentalmente poderá ser considerado razoável o que mostra que a metodologia usada é válida e adequada à determinação da solubilidade de substâncias pouco solúveis em água.

3.5. CONCLUSÃO

A metodologia implementada neste trabalho para a determinação da solubilidade de PCP em água – extracção sólido/líquido (PCP/solução aquosa) e extracção líquido/líquido (solução aquosa/n-hexano) – mostrou ser um instrumento eficaz para o tipo de estudo realizado. Concretamente determinou-se a solubilidade de PCP em água e a sua solubilidade aparente em soluções aquosas de AF, tendo-se observado uma interacção do tipo partição de PCP entre a água e os AF.

Os resultados obtidos mostraram que a mobilidade dos compostos orgânicos pouco solúveis em sistemas aquosos quando introduzidos no meio ambiente dependerá, para além da sua solubilidade em água, da composição da fase aquosa. A solubilidade dos compostos orgânicos pouco solúveis é aumentada pela presença de matéria orgânica dissolvida, aumentando a sua mobilidade ambiental. A fracção mais solúvel das SH, os AF, contribui significativamente para o aumento da solubilidade em água de compostos orgânicos

hidrofóbicos. Por este motivo, quaisquer modelos que estudem a mobilidade deste tipo de compostos no ambiente deverão conter esta contribuição.

Este trabalho de investigação revelou, pela sua pertinência e actualidade, pelos conceitos que envolve e pela sua simplicidade laboratorial, ter condições para ser adoptado a nível do Ensino Secundário, contribuindo de forma inovadora para uma melhoria do conhecimento da Química Ambiental do Solo, dando especial relevo ao trabalho laboratorial, numa abordagem clara à actividade desenvolvida pelos cientistas.

4. TRANSFERÊNCIA PARA O ENSINO SECUNDÁRIO: SOLUÇÕES E OPERAÇÕES UNITÁRIAS

4. TRANSFERÊNCIA PARA O ENSINO SECUNDÁRIO: SOLUÇÕES E OPERAÇÕES UNITÁRIAS

Este capítulo refere o trabalho desenvolvido pela professora-investigadora no Ensino Secundário (10º ano de escolaridade) na leccionação das unidades programáticas: “Soluções” e “Operações Unitárias”, no contexto “Química Ambiental do Solo”. Este trabalho teve a orientação e apoio da Prof. Doutora Gabriela Ribeiro. Neste capítulo o trabalho será apresentado com a seguinte estrutura: Metodologia; Resultados e discussão; Conclusões.

4.1. METODOLOGIA

4.1.1. Objectivos

Pretendia-se nesta fase:

- Desenvolver, no Ensino Secundário, um trabalho experimental baseado numa sequência de operações de extracção para a determinação da interacção do pesticida pentaclorofenol (PCP) com uma fracção da matéria orgânica dos solos, os ácidos fúlvicos (AF).
- Avaliar as aprendizagens dos alunos resultantes do seu envolvimento no trabalho experimental.
- Avaliar a transferibilidade de um trabalho de investigação para a prática pedagógica.

4.1.2. Amostra

A amostra foi constituída por dezasseis alunos pertencentes a uma turma do 10º ano de escolaridade, do agrupamento Científico-Natural, da Escola Secundária da Trofa, na Trofa.

A turma encontrava-se dividida em dois turnos, com carga horária semanal para cada turno de três tempos lectivos, de cinquenta minutos cada, em que dois desses tempos eram consecutivos.

Para a realização das actividades experimentais cada turno encontrava-se dividido em grupos de dois a três alunos. Estes grupos formaram-se no início do ano lectivo, de acordo com as preferências dos alunos e conforme é habitual na escola, e foram mantidos até ao final do ano. Na Tabela 4.1 apresenta-se a caracterização da amostra.

Tabela 4.1 – Caracterização da amostra

Alunos				
Turno	Grupo	Nome	Idade	Rendimento Escolar
1º	G1	Ana Margarida	15	Médio
		Joana	15	Médio
		Juliana	15	Fraco
	G2	Ana Margarida	16	Médio
		Liliana	15	Médio
		Luís	15	Médio
	G3	Andreia	17	Fraco
		Joana	16	Fraco
		Bárbara	15	Médio
2º	G4	Márcio	15	Fraco
		Mikael	17	Fraco
	G5	Sílvia	15	Bom
		Carla	15	Fraco
		Lília	15	Bom
	G6	Sofia	15	Bom
		Susana	15	Bom

O rendimento escolar dos alunos refere-se ao ano lectivo anterior, e diz respeito ao conjunto de todas as disciplinas.

4.1.3. Programa e princípios orientadores

O programa do 10º ano de escolaridade, na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I (Ministério da Educação, 1993), apresenta os seguintes princípios orientadores:

- *Manifestar segurança e espírito independente mobilizando criticamente saberes e competências adquiridas.*
- *Adquirir um saber criativo, um saber fazer e a capacidade de pensar por si próprio.*
- *Desenvolver capacidades de comunicação e de trabalho de grupo.*
- *Manifestar rigor e espírito crítico na apresentação de resultados.*
- *Desempenhar correctamente e em segurança o trabalho de laboratório.*

O programa indica que *no desenvolvimento destes princípios, dever-se-á ter em conta não só a prática no laboratório como a consolidação de alguns conhecimentos e o aprofundamento de outros, necessários a uma formação técnica adequada.*

Refere ainda:

- *O espírito criativo, a curiosidade, a persistência e o trabalho de grupo devem ser incentivados nos alunos, de modo sistemático.*
- *As unidades de ensino/aprendizagem não se esgotam nas propostas apresentadas, as quais o professor pode, em cada momento, propor alternativas e/ou aprofundar os objectivos propostos.*
- *Atendendo aos objectivos e características da disciplina sugere-se que sua a leccionação seja orientada numa perspectiva predominantemente prática, não descurando, no entanto, o suporte científico teórico, atendendo aos objectivos e características da disciplina, que desenvolverá.*
- *A pesquisa, a organização do trabalho laboratorial, os relatórios e as visitas de estudo, ..., são indispensáveis para a consecução dos objectivos propostos para esta disciplina.*
- *O trabalho de equipa deverá ser fomentado por forma a desenvolver atitudes sociais.*

O tema do presente trabalho insere-se nas unidades do programa: Soluções e Operações Unitárias.

Relativamente a estas unidades, o programa apresenta como conteúdos a leccionar:

Unidade de ensino/Aprendizagem 5: Operações Unitárias

Conteúdos: *Técnicas de separação dos componentes de uma mistura.*

Objectivos:

- *Aplicar métodos físicos de separação de componentes de uma mistura, como proposta:*
 - *preparar laboratorialmente uma essência, um chá, queijo fresco, um licor a partir do vinho;*
 - *purificar laboratorialmente o açúcar amarelo;*
 - *preparar pasta de papel em laboratório;*
 - *separar os pigmentos de uma planta;*
- *Elaborar relatórios de todas as experimentações efectuadas.*

Unidade de Ensino/Aprendizagem 6: Soluções

Conteúdos:

- *Soluções: soluções verdadeiras, soluções coloidais e dispersões.*
- *Preparação de soluções.*
- *Colóides: gel, sol e emulsão.*

Objectivos:

- *Compreender soluções, como proposta:*
 - *preparar soro fisiológico, um gel de cloreto de sódio, uma suspensão;*
 - *apresentar as semelhanças e diferenças entre as três preparações;*
 - *associar às três preparações os conceitos de solução verdadeira, coloidal e de dispersão ou suspensão;*
 - *etc.;*
- *Conhecer a preparação de soluções, como proposta:*
 - *preparar uma solução de KMnO_4 de concentração 30 g/L;*
 - *efectuar a diluição desta solução, por fracções sucessivas, até ausência total de cor;*
 - *determinar a concentração molar de cada uma das fracções obtidas anteriormente;*
 - *diluir, rigorosamente, uma solução de concentração conhecida, a diversos factores;*

- *Conhecer a química dos colóides, como proposta:*
 - *preparar um sol, um gel e uma emulsão;*
 - *dar exemplos, do quotidiano, destes tipos de colóides;*
 - *preparar e caracterizar colóides reversíveis e irreversíveis;*
 - *etc.;*
- *Elaborar relatórios de todas as experimentações efectuadas.*

4.1.4. Planificação das unidades a leccionar

De acordo com o programa e princípios orientadores, os professores da escola que leccionaram a disciplina Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I, elaboraram uma planificação para o terceiro período que se apresenta na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Planificação das unidades a leccionar no 3º período

Unidade	Conteúdos do programa	Tempos lectivos
VI – Soluções	• Compreensão de soluções e solubilidade. (<i>teórico e prático</i>)	2
	• Diferentes modos de exprimir a composição quantitativa de soluções. (<i>teórico</i>)	1
	• Resolução de exercícios de aplicação. (<i>teórico-prático</i>)	2
	• Preparação de soluções. (<i>prático</i>)	6
V – Operações Unitárias	• Técnicas de separação dos componentes de uma mistura: Decantação, Filtração, Centrifugação, Peneiração, Agitação, Destilação, Maceração, Extracção, Cromatografia, Cristalização, Secagem (vaporização). (<i>teórico e prático</i>)	10

Ao longo do terceiro período, esta planificação foi seguida, tendo sido implementadas novas actividades de cariz investigativo, baseadas na resolução de problemas. Estas actividades não levaram, portanto, à redução dos conteúdos programáticos.

4.1.5. Estratégia de ensino/aprendizagem na sala de aula

A delineação de uma estratégia para a leccionação dos conteúdos programáticos tomou em consideração um conjunto de condições que eram desejáveis:

- considerar os objectivos do programa e a planificação proposta na escola;

- realizar trabalho experimental;
- envolver trabalho de grupo;
- envolver o aluno activamente na busca de informação;
- fazer apresentações e discussões orais;
- aumentar a auto-estima dos alunos e prepará-los para percursos de trabalho cada vez mais independentes.

Como o nome indica, Técnicas Laboratoriais de Química é uma disciplina predominantemente prática, logo é importante a relevância do trabalho laboratorial. Neste, o aluno entra em contacto com um fenómeno, permitindo-lhe relacionar as evidências experimentais com os conceitos que o explicam, o que constitui uma estratégia motivadora que pode facilitar a aprendizagem de conceitos científicos promovendo a cooperação e diálogo entre pares, o desenvolvimento de uma atitude científica e a aquisição de competências laboratoriais (Cruz, 2000).

Este tipo de estratégia baseada em trabalho laboratorial, em que o aluno é parte activa no processo de ensino/aprendizagem, pode ser mais motivante pelo facto do aluno possuir um papel activo, levando-o a um maior envolvimento: “Só quando os alunos se tornam activos e têm que pensar a aprendizagem ocorre.” (Bodner, 1990).

Alguns trabalhos (Lazarowitz e Tamir, 1994) têm vindo a acentuar a importância da execução do trabalho laboratorial numa perspectiva inovadora, em que o aluno perante um determinado problema é responsável pela delineação e execução de uma estratégia experimental que conduza à sua resolução.

A utilização de trabalho de grupo apresenta a vantagem de possibilitar a troca de impressões entre os alunos e destes com o professor-investigador, durante a sua realização. Este aspecto, sendo do agrado dos alunos, dá-lhes oportunidade de verbalizar e discutir as suas ideias, o que constitui uma situação de aprendizagem importante (Solomon, 1991), promovendo o desenvolvimento conceptual dos alunos e permitindo ao professor identificar dificuldades (Berquist e Heikkinen, 1990).

A estratégia de ensino desenvolveu-se em três fases, de acordo com o diagrama da Fig. 4.1.

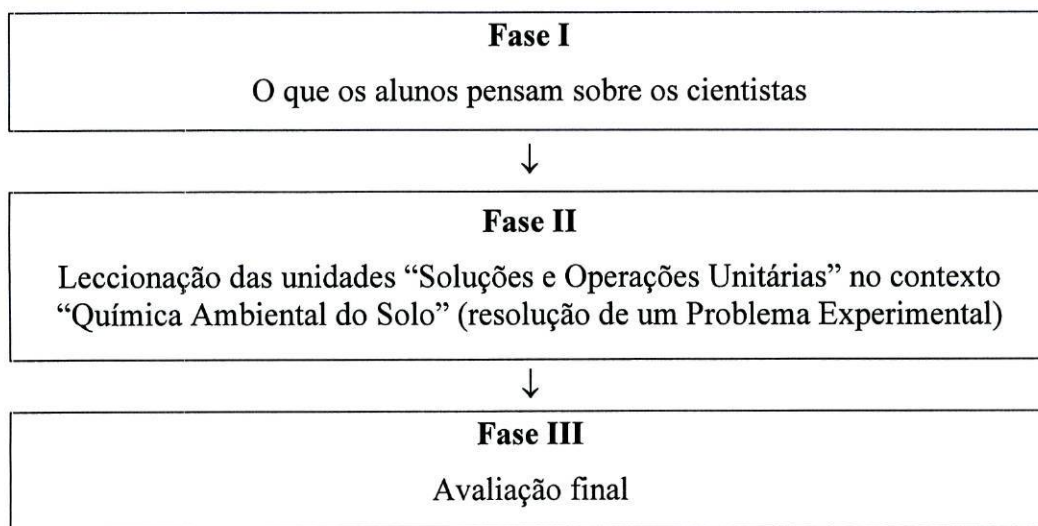


Fig. 4.1 – Fases de desenvolvimento da estratégia de ensino

Na **Fase I** foi apresentado um questionário aos alunos.

A **Fase II** foi desenvolvida em sete etapas, como se apresenta no diagrama da Fig. 4.2.

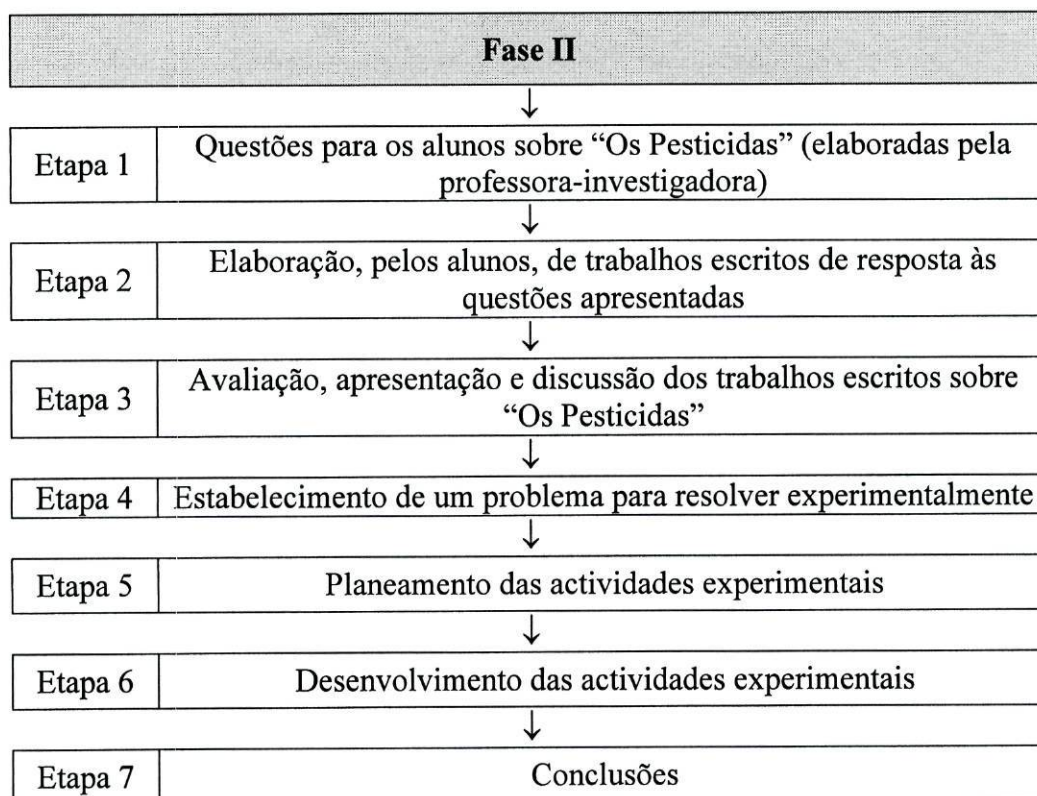


Fig. 4.2 – Etapas da Fase II – Leccionação das unidades “Soluções e Operações Unitárias” no contexto “Química Ambiental do Solo” (resolução de um Problema Experimental)

No contexto “Química Ambiental do Solo” os alunos estudaram a interacção de PCP com os AF, utilizando extracções sólido/solução aquosa e solução aquosa/solvente orgânico extractor para determinar a solubilidade de PCP em água pura e na observação do aumento da sua solubilidade aparente em soluções aquosas de concentração crescente de AF. Como os AF existem em todas as águas e solos, a avaliação da sua interacção com o PCP permite compreender o seu papel na mobilidade ambiental deste pesticida. Assim, houve a necessidade de os alunos prepararem soluções rigorosas (logo, efectuar cálculos, medir volumes, medir massas, etc.) e de aplicar algumas operações unitárias, de acordo com o previsto na planificação das unidades a leccionar no terceiro período (Tabela 4.2).

A **Fase III** foi desenvolvida em três etapas, como se apresenta no diagrama da Fig. 4.3.

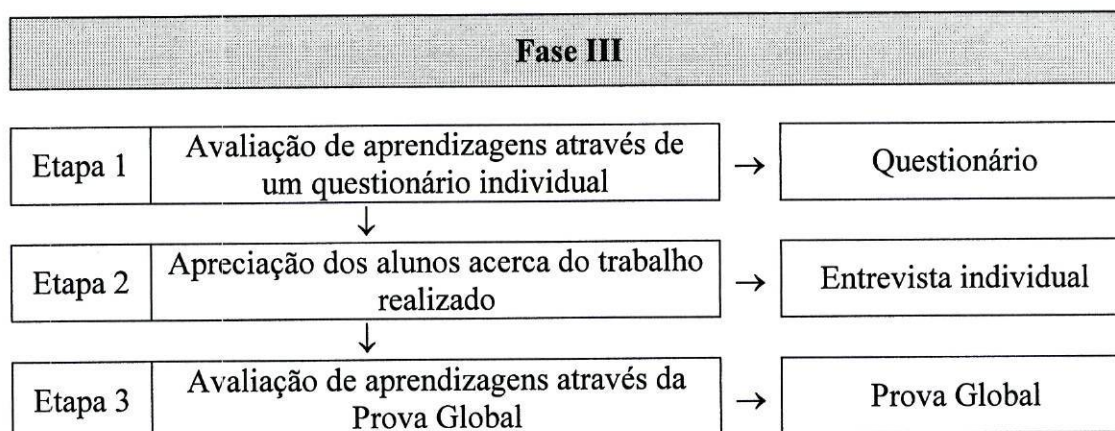
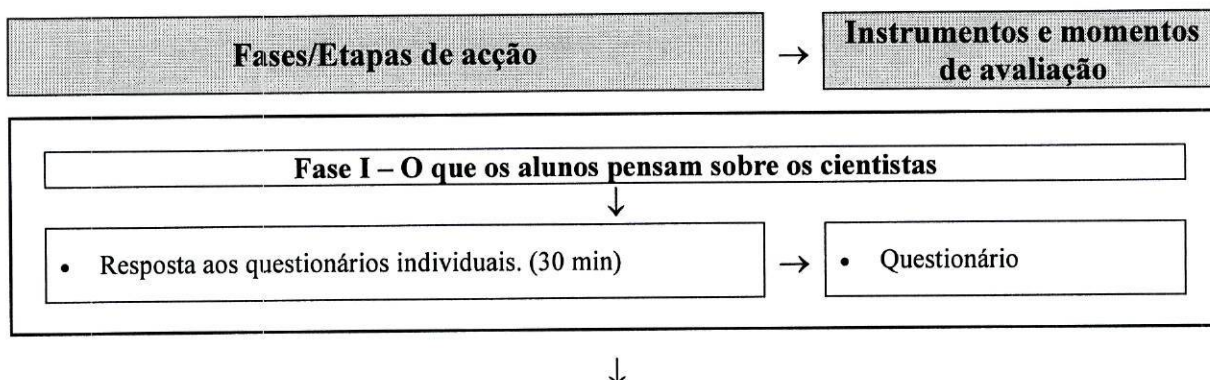
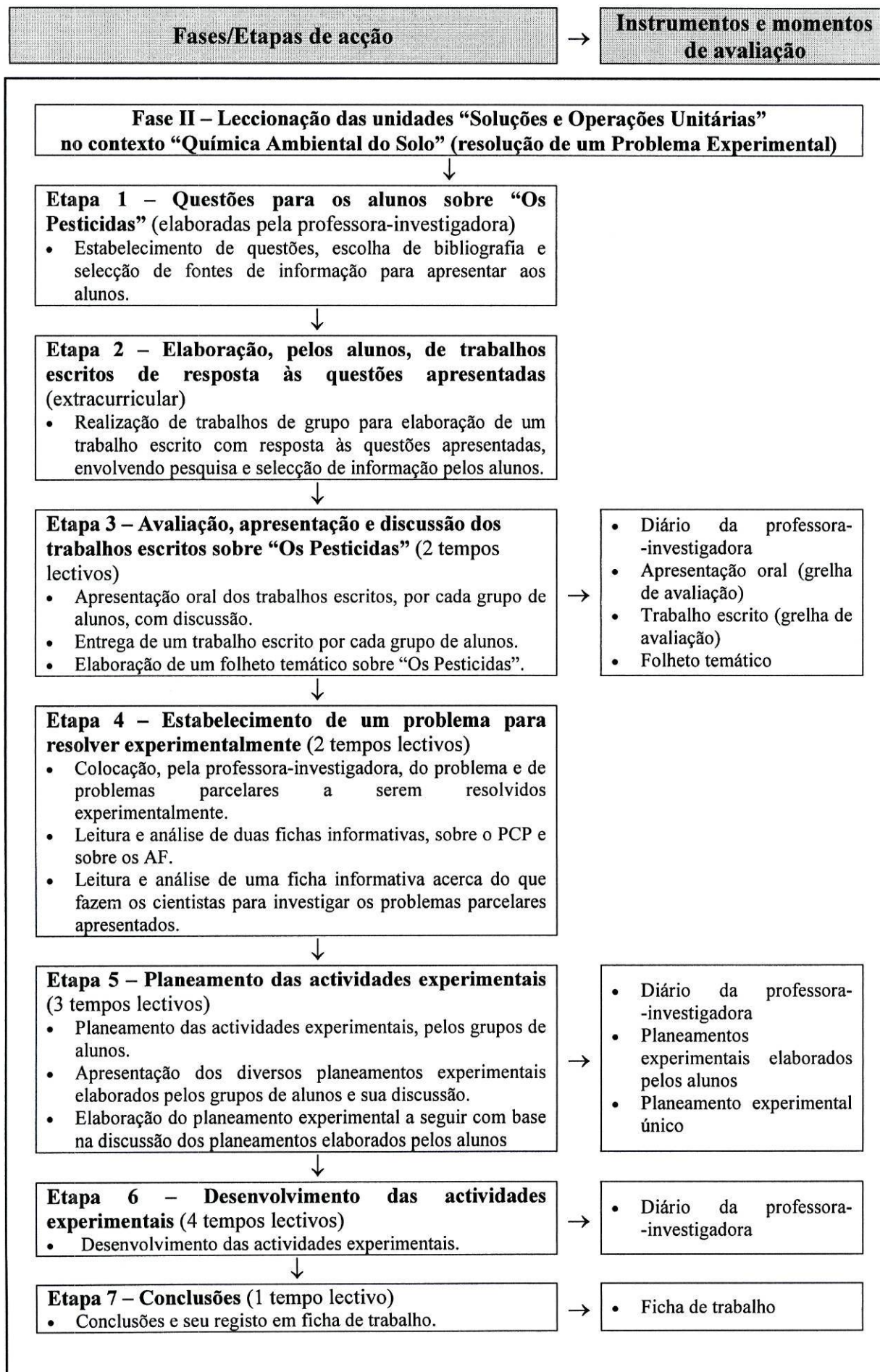


Fig. 4.3 – Etapas da Fase III – Avaliação final

No diagrama da Fig. 4.4 apresentam-se as diversas fases e respectivas etapas da estratégia desenvolvida, bem como os instrumentos e momentos de avaliação.





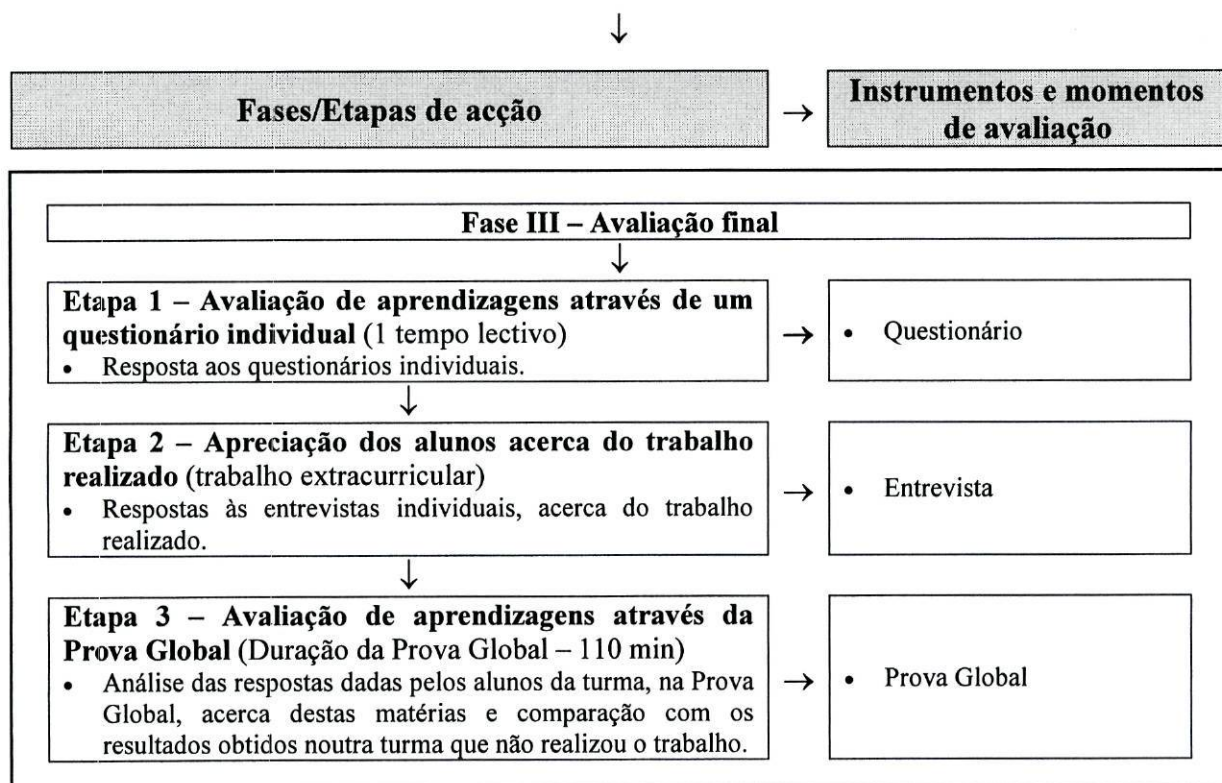


Fig. 4.4 – Fases/Etapas de acção, momentos e instrumentos de avaliação

Seguidamente fez-se uma descrição pormenorizada das fases/etapas desenvolvidas.

Fase I – O que os alunos pensam sobre os cientistas

Com esta fase pretendia-se conhecer algumas das ideias dos alunos acerca dos cientistas e de como trabalham.

Assim, foi elaborado, pela professora-investigadora, um questionário individual, baseado no questionário usado por Song e Kim (1999), o qual foi apresentado aos alunos para responderem em 30 minutos (Anexo B).

O questionário era constituído por seis perguntas, com as quais se pretendia identificar:

- na primeira pergunta, o que os alunos pensavam sobre a personalidade dos cientistas;
- na segunda pergunta, se os alunos tinham uma ideia estereotipada acerca dos cientistas;
- na terceira pergunta, se os alunos consideravam a personalidade dos cientistas semelhante à sua;

- na quarta pergunta, quais as fontes de informação que teriam influenciado os alunos na imagem que possuíam de um cientista;
- na quinta pergunta, se os alunos consideravam que conheciam alguma pessoa que fosse cientista;
- na sexta pergunta, se os alunos indicavam algum cientista que respeitassem, e de que cientistas se lembravam de ter ouvido falar.

Nenhum aluno se recusou a responder ao questionário, tendo mesmo mostrado bastante agrado em fazê-lo.

No final do tempo estipulado para responderem, recolheram-se os questionários para posterior análise.

Fase II – Leccionação das unidades “Soluções e Operações Unitárias” no contexto “Química Ambiental do Solo” (resolução de um Problema Experimental)

• Etapa 1 – Questões para os alunos sobre “Os Pesticidas”

Nesta etapa foram estabelecidas pela professora-investigadora questões a apresentar aos alunos, para a elaboração de um trabalho escrito sobre “Os Pesticidas”, de forma a envolvê-los activamente na busca de informação, desenvolver a sua capacidade de seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico essas informações e a familiarizá-los com a temática dos pesticidas.

Questões (escritas no quadro da sala de aula):

1. O que é um pesticida?
2. Quem utiliza os pesticidas?
3. Com que finalidade se utilizam os pesticidas?
4. Onde são aplicados os pesticidas?
5. Quais os perigos da utilização dos pesticidas?
6. Como é que os pesticidas podem chegar à nossa dieta alimentar?

A pesquisa dos alunos foi orientada pela professora-investigadora para o uso de:

- Internet;
- Jornais diários/semanais (casa);
- Revistas sobre o ambiente (biblioteca da escola);
- Manuais escolares (biblioteca da escola);

- o Livros científicos (biblioteca da escola).

Foi, também, fornecida documentação de apoio (Anexo C):

- o Sítios na Internet;
- o Documentação retirada da Internet;
- o Extractos de livros e revistas;
- o Desdobráveis.

- **Etapa 2 – Elaboração, pelos alunos, de trabalhos escritos de resposta às questões apresentadas**

Os alunos elaboraram, em grupo e em tempos extracurriculares, um trabalho escrito sobre “Os Pesticidas”, para darem respostas às questões estabelecidas. Este trabalho envolveu os alunos activamente na pesquisa e selecção de informação, e na troca de opiniões entre eles.

- **Etapa 3 – Avaliação, apresentação e discussão dos trabalhos escritos sobre “Os Pesticidas”**

Os alunos apresentaram oralmente os trabalhos realizados, numa aula de dois tempos lectivos. A cada grupo de alunos foram dispensados quinze minutos de aula.

Para cada questão a professora-investigadora incentivou a discussão e acrescentou, sempre que necessário, informações úteis, e esclareceu dúvidas surgidas. Ao longo da apresentação foram-se estabelecendo quais as respostas adequadas a cada questão que foram escritas por um aluno para isso designado. Essas respostas serviram para elaborar um folheto temático o qual foi redigido a computador e fotocopiado para os alunos (Anexo D) e publicado no jornal da escola (Anexo E), o que entusiasmou os alunos, por verem os seus trabalhos a serem divulgados/publicados.

A professora-investigadora usou uma grelha de observação para a apresentação oral (Tabela 4.3), como meio de avaliação, adaptada de Wetzel (1997), a qual foi fornecida aos alunos para estes saberem como iriam ser avaliados (Anexo L).

De seguida, cada grupo de alunos entregou um trabalho escrito, o qual foi avaliado pela professora-investigadora em grelha própria de avaliação, conforme é habitualmente

feita pelos professores na escola, adaptada do Guia do Professor “Química e Física”, do 9º ano de escolaridade, de Morais *et al.* (2000). Os critérios de avaliação constantes na grelha utilizada apresentam-se na Tabela 4.4.

Tabela 4.3 – Grelha de avaliação para a apresentação oral

Critérios de avaliação		Valores a atribuir						
		0	5	10	15	20	25	
Organização	Desorganização total	0	5	10	15	20	25	Muito organizado
Apresentação	Pouco audível	0	5	10	15	20	25	Audível
Clareza na apresentação	Confuso	0	5	10	15	20	25	Bem explicado
Uso de materiais de suporte à apresentação	Não	0					10	Sim
Cumprimento do tempo estipulado ^[2]	25, ou mais, minutos	0	3	6	9	12	15	15 minutos

^[2] desconto de 3 valores por cada 2 minutos excedidos em relação aos 15 estipulados.

Tabela 4.4 – Critérios de avaliação para o trabalho escrito

Critérios de Avaliação	Classificação
1. Qualidade do texto	
Ortografia e pontuação geralmente correctas	1 a 5
Frases completas	1 a 5
Apresentação feita por palavras próprias	1 a 5
2. Apresentação	
Clara	1 a 5
Inclusão de diagramas e/ou figuras	1 a 5
Uso da cor	1 a 5
Uso de títulos	1 a 5
3. Conteúdos/fontes	
Variedade de fontes usadas	1 a 5
Seleccção de material relevante	1 a 5
Seleccção de conteúdos relevantes	1 a 5
Resposta a todas as questões colocadas	1 a 5
Informação correcta	1 a 5

• **Etapa 4 – Estabelecimento de um problema para resolver experimentalmente**

Nesta etapa, desenvolvida em dois tempos lectivos, a professora-investigadora colocou o seguinte problema:

- Qual a interacção do pesticida PCP na água que consumimos?

A professora-investigadora colocou, também, os seguintes problemas parcelares:

- Os AF dissolvem-se na água, e fazem aumentar a solubilidade do pesticida em água?
- Soluções de diferentes concentrações de AF dissolvem diferentes massas de pesticida?

A professora-investigadora explicou aos alunos a razão da escolha do pesticida PCP, que teve em consideração:

- A sua grande utilidade na indústria, na conservação da madeira.
- A sua perigosidade relativa: apesar da elevada toxicidade deste pesticida, ele não é dos mais perigosos para o Homem, como acontece, por exemplo, com os pesticidas da categoria dos organofosforados que provocam efeitos irreversíveis.
- A possibilidade de determinação da solubilidade de PCP em soluções aquosas, baseada numa sequência de operações laboratoriais simples e numa técnica espectrofotométrica de ultravioleta, que se enquadram nos conteúdos programáticos da disciplina.

Para que estes se familiarizassem com o tema e orientassem as suas leituras para os aspectos focados nos problemas parcelares, foram fornecidas aos alunos três fichas informativas de apoio (Anexo F) sobre:

- As características de PCP e onde é aplicado, e respectiva ficha de segurança (Anexo A).
- As características da matéria orgânica: AF.
- O que fazem os cientistas para responderem aos problemas parcelares.

A professora-investigadora orientou a leitura atenta desta fichas com discussão dos conceitos/assuntos surgidos e esclarecimento de dúvidas.

Aos alunos foi, ainda, fornecida documentação acerca de solubilidade e soluções (Anexo G), que a professora-investigadora achou necessário para complementar o manual

escolar da disciplina (Simões *et al.*, *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I*, Porto Editora, Porto, 1999).

• **Etapa 5 – Planeamento das actividades experimentais**

Para darem resposta aos problemas parcelares apresentados, os alunos planearam as actividades experimentais, em dois tempos lectivos, organizados em grupos para que desta forma desenvolvessem capacidades de trabalho em grupo, capacidades de comunicação e confrontação/discussão de ideias.

A professora-investigadora acompanhou os grupos na elaboração dos seus planeamentos, esclarecendo as dúvidas e dificuldades levantadas.

Em dois tempos lectivos seguintes, e uma vez concluídos os planeamentos, estes foram apresentados por cada um dos grupos. Após discussão dos planeamentos, elaborou-se um planeamento experimental único a seguir, o qual foi registado no quadro da sala de aula. Posteriormente o planeamento experimental foi impresso e fotocopiado para ser distribuído pelos alunos (Anexo H).

Os planeamentos experimentais de cada grupo foram recolhidos pela professora-investigadora para posterior análise.

• **Etapa 6 – Desenvolvimento das actividades experimentais**

O planeamento estabelecido implicava uma sequência de operações laboratoriais que tinham por objectivo determinar a solubilidade do pesticida PCP em diferentes soluções de AF e qual a sua influência na contaminação das águas que consumimos.

No diagrama da Fig. 4.5 apresenta-se, de um modo geral, a sequência de operações laboratoriais desenvolvidas e os conteúdos programáticos correspondentes.

Os alunos, organizados em grupos e durante os quatro tempos lectivos disponibilizados para a realização das actividades laboratoriais, desenvolveram os seus trabalhos, seguindo o planeamento, com a supervisão da professora-investigadora, que prestou os esclarecimentos necessários para ultrapassar as dúvidas levantadas e que teve a preocupação de verificar que a prossecução dos trabalhos se fizesse cumprindo as regras de segurança laboratoriais.

Os alunos registaram no caderno de laboratório os resultados que iam obtendo.

Sequência de operações laboratoriais	Conteúdos programáticos
• Evaporação do etanol usado na dissolução de PCP	• Operação unitária: Vaporização
• Preparação laboratorial de soluções padrão de AF	• Compreensão de soluções e solubilidade • Preparação de soluções
• Determinação das concentrações das soluções padrão de AF	• Diferentes modos de exprimir a composição quantitativa de soluções
• Agitação para a preparação das soluções • Agitação para a dissolução de PCP nas soluções padrão de AF e na água	• Operação unitária: Agitação
• Extracção de PCP com n-hexano	• Operação unitária: Extracção
• Agitação para a extracção de PCP com n-hexano	• Operação unitária: Agitação
• Determinação da solubilidade de PCP nas diferentes soluções padrão de AF e na água.	• Diferentes modos de exprimir a composição quantitativa de soluções.

Fig. 4.5 - Relação entre as sequências de operações laboratoriais desenvolvidas e os conteúdos programáticos correspondentes

Por razões de segurança, e dada a inexperiência dos alunos, a professora-investigadora realizou as etapas do planeamento que envolvessem a utilização directa do PCP sólido.

A inexistência de espectrofotómetro UV/visível na Escola Secundária da Trofa, para analisar a absorvância das soluções preparadas pelos alunos, levou a que as etapas 10 (“Retirar, de cada frasco, um pouco de solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo.”) e 11 (“Traçar o espectro de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância a 302 nm nos espectros obtidos.”) fossem, também, realizadas pela professora-investigadora nos laboratórios de investigação da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Após a realização das actividades laboratoriais, a professora-investigadora forneceu aos alunos um gráfico (Anexo I) no qual se representou a absorvância máxima (302 nm) em função da concentração das diferentes soluções padrão de PCP em n-hexano (soluções essas que foram preparadas *a priori* pela professora-investigadora), e a respectiva recta de calibração. A professora-investigadora explicou aos alunos a noção de absorvância e a sua relação directa com a concentração, e como se efectua o traçado da recta de calibração.

A professora-investigadora demonstrou aos alunos o funcionamento do espectrofotómetro visível existente na escola e mostrou fotografias do espectrofotómetro usado pela professora-investigadora na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Fig. 4.6), para que os alunos pudessem concluir que eram aparelhos idênticos em termos de aspecto e de funcionamento ao que existia na escola, embora esse só servisse para analisar soluções coradas, e não incolores como era o caso das que eles tinham preparado.

A professora-investigadora esclareceu todas as dúvidas surgidas ao longo destas explicações.

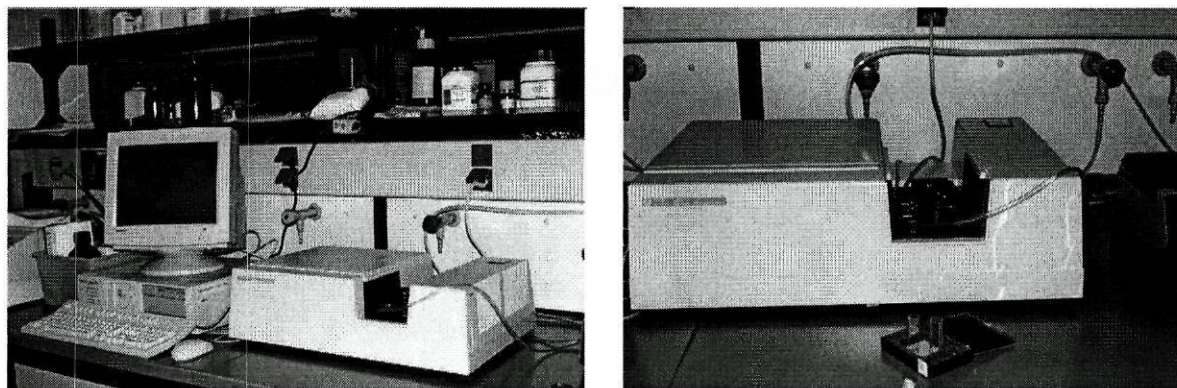


Fig. 4.6 – Fotografias do espectrofotómetro UV/Visível usado na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

A partir da recta de calibração e dos valores obtidos da absorvância para as diferentes soluções aquosas por eles preparadas laboratorialmente, os alunos determinaram por interpolação a concentração de PCP, ou seja, a sua solubilidade.

• **Etapa 7 – Conclusões**

Nesta etapa a professora-investigadora forneceu uma ficha de trabalho com duas questões (Anexo J). Com a primeira questão pretendia-se que os alunos registassem as conclusões a que tinham chegado com este trabalho experimental, e com a segunda questão que os alunos justificassem as conclusões apresentadas na primeira questão. As respostas dos alunos foram recolhidas pela professora-investigadora para posterior análise.

Fase III – Avaliação final

• Etapa 1 – Avaliação de aprendizagens através de um questionário individual

Nesta etapa pretendia-se avaliar a aprendizagem dos alunos acerca dos temas tratados, para isso a professora-investigadora elaborou um questionário individual (Anexo K).

É de salientar que nenhum dos alunos se recusou a responder ao questionário, contudo nem todos responderam à totalidade das questões apresentadas.

O questionário, que foi respondido pelos alunos num tempo lectivo, era composto por quinze questões:

- Cinco questões sobre conceitos químicos, tais como: solúvel, insolúvel, solução, soluto, solvente, solução aquosa e solução saturada.
- Duas questões focaram a operação unitária extracção.
- Seis questões abordaram os pesticidas e a sua utilização, os AF e a sua interacção com os pesticidas.
- Uma questão envolvia cálculos, para avaliar os alunos no que se referia a diferentes modos de exprimir a composição quantitativa de uma solução, tendo em vista a preparação de soluções.
- Uma questão onde eram apresentados dois problemas, adaptados de Radford (1998). No primeiro problema pretendia-se que os alunos se questionassem sobre os factores que podem afectar o tempo de fusão de cubos de gelo. Os alunos teriam de escolher uma das várias opções apresentadas. O segundo problema levava o aluno a imaginar nove frascos aparentemente iguais, em que oito deles tinham exactamente a mesma massa e o outro tinha uma massa ligeiramente maior. Usando apenas uma balança de dois pratos e fazendo apenas duas pesagens, o aluno teria de descobrir qual dos frascos tinha maior massa. Quanto a este último problema apresentado, os alunos manifestaram muita curiosidade e empenho para descobrirem a solução e propuseram colocar o problema no Jornal da Escola, o que veio a acontecer. Com esta questão pretendia-se apreciar o desenvolvimento de processos científicos nos alunos.

• **Etapa 2 – Apreciação dos alunos acerca do trabalho realizado**

Nesta etapa pretendia-se ter uma apreciação dos alunos de todo o trabalho realizado. Ou seja, pretendia-se avaliar o interesse e motivação de cada aluno pelo trabalho desenvolvido, que consciência os alunos tinham da sua aprendizagem, se consideravam que tinham mudado as suas ideias ao longo do trabalho e se conseguiam identificar as razões dessa mudança. Para isso foi realizada uma entrevista a todos os alunos, tendo sido elaborado um conjunto de questões orientadoras para a condução da entrevista:

- Gostaste de realizar este trabalho?
- O que mais gostaste?
- O que achas que aprendeste com este trabalho?
- Mudaste alguma ideia preconcebida ao realizares este trabalho?
 - a. Qual?
 - b. O que pensavas antes?
 - c. O que te fez mudar?
- Já tinhas realizado algum trabalho deste tipo?
- Em que foi diferente este trabalho dos que já realizaste?

É de salientar que todos os alunos se voluntariaram para a entrevista em tempos extracurriculares e mostraram muito interesse e curiosidade na realização desta, apesar de se mostrarem tímidos pelo facto da entrevista ser gravada. Após as entrevistas, os alunos mostraram curiosidade em ouvir o que disseram.

As entrevistas foram gravadas e depois transcritas para posterior análise.

• **Etapa 3 – Avaliação de aprendizagens através da Prova Global**

Nesta etapa pretendia-se dar resposta a uma crítica que por vezes surge nas escolas, referindo que actividades deste tipo prejudicam a aprendizagem dos conteúdos programáticos. Para isso, avaliou-se o comportamento dos alunos envolvidos neste trabalho e de alunos não envolvidos, numa questão da Prova Global que estava relacionada com os conteúdos leccionados através desta actividade experimental desenvolvida, prova essa que se realizava obrigatoriamente nas escolas no final do ano lectivo.

A questão da Prova Global avaliada foi:

4. O ácido nítrico comercial é vendido em solução aquosa com cerca de 60 % em massa e densidade 1,38.

ÁCIDO NÍTRICO
60%
(40° B_é, d. ~1,38)
quimicamente puro
HNO₃ Pm. = 63,01
MONTPLET & ESTEBAN SA
BARCELONA-MADRID

4.1 Os ácidos comerciais, como o ácido nítrico têm concentração elevada? Justifique a sua resposta apresentando o cálculo da concentração do ácido em mol/L. (18 pontos)

4.2. Supondo que pretende preparar 250 mL de uma solução de ácido nítrico 0,50 mol/L, a partir de uma solução de ácido nítrico comercial de concentração 13,0 mol/L.

4.2.1. Determine o volume de solução de ácido nítrico comercial que é necessário medir para preparar a referida solução. (5 pontos)

4.2.2. Media o volume de ácido comercial com uma: (2 pontos)

- A) Bureta de 20 ml.
- B) Pipeta graduada de 50 ml.
- C) Pipeta graduada de 10 ml.
- D) Gobelé de 50 ml.

Seleccione a alternativa correcta.

4.2.3. Uma vez que pretende preparar rigorosamente uma solução de HNO₃, media o volume final da solução com um(a): (2 pontos)

- A) Proveta de 250 ml.
- B) Gobelé de 250 ml.
- C) Bureta de 250 ml
- D) Balão volumétrico de 250 ml.

Seleccione a alternativa correcta.

4.1.6. Metodologia de recolha de dados

Neste estudo, optou-se pela técnica de Investigação-Ação. Esta técnica, muito desenvolvida nos últimos anos, tem por objectivo melhorar a qualidade do ensino/aprendizagem tendo em consideração as condições de trabalho das escolas. O professor reflecte sobre os problemas com que se depara e procura soluções para esses

mesmos problemas, experimentando, fazendo e partilhando as suas experiências e ideias com os alunos.

Cohen e Manion (1989) descrevem-na como sendo um procedimento essencialmente *in loco*, com vista a lidar com um problema do mundo real. Ou seja, é um processo que é constantemente controlado passo a passo durante períodos de tempo variáveis, através de diversos mecanismos (questionários, entrevistas, diários, etc.), de modo a que os resultados obtidos possam ser traduzidos em modificações, ajustes, redefinições, etc., que tragam vantagens ao próprio processo.

As características desta técnica, segundo Altrichter *et al.* (1993), são:

- a investigação-acção é levada a cabo pelas pessoas directamente envolvidas na situação que está a ser investigada, ou seja, na sala de aula são os professores que levam a cabo essa investigação;
- a investigação-acção começa a partir de questões práticas que se levantam no trabalho educacional do quotidiano;
- a investigação-acção tem de ser compatível com os valores educacionais da escola e com as condições de trabalho dos professores;
- a investigação-acção oferece um repertório de métodos e estratégias simples para a pesquisa e desenvolvimento da prática de ensino;
- a investigação-acção não se distingue por métodos ou técnicas específicas, mas antes, caracteriza-se por um esforço contínuo de interligar intimamente, relacionar e confrontar a acção e a reflexão, reflectir sobre o que fazemos consciente e inconscientemente no sentido de melhorar as nossas próprias acções, e actuar reflectidamente para assim desenvolver o próprio conhecimento;
- cada projecto de investigação-acção tem características que lhe são próprias, o que não é compatível com um modelo elaborado passo-a-passo. No entanto, há quatro etapas principais que se podem encontrar em qualquer processo de investigação-acção:
 1. encontrar o ponto de partida;
 2. clarificar a situação;
 3. desenvolver estratégias de acção, colocá-las em prática e reflectir ao longo de todo o processo;
 4. tornar público o conhecimento do professor.

A natureza essencialmente prática da resolução dos problemas de uma investigação-acção torna este tipo de metodologia atraente, uma vez que os professores-investigadores levam a cabo uma pesquisa que visa um maior entendimento e aperfeiçoamento do seu desempenho durante a intervenção. É claro que este tipo de metodologia não se limita a projectos levados a cabo por professores num contexto educacional (Bell, 1993). Adequase a qualquer situação, sempre que seja requerido um conhecimento específico para um problema específico num ambiente específico, ou sempre que se queira aplicar uma nova abordagem a um caso existente (Cohen e Manion, 1989).

Esta metodologia, assim como outras, necessita de ser planeada de forma sistemática, dependendo das metodologias de análise e de recolha de dados.

As características desta técnica apresentadas adaptavam-se às situações que o presente estudo envolvia, daí a sua escolha. Foram, também, usadas entrevistas e questionários e o registo diário do professor para identificar, recolher e analisar as ideias dos alunos.

4.1.7. Metodologia de análise e de recolha de dados

Nesta fase existiram seis tipos diferentes de momentos de recolha de dados a serem posteriormente analisados:

- Diário da professora-investigadora;
- Apresentações orais dos alunos;
- Documentos efectuados por escrito pelos alunos e recolhidos pela professora-investigadora;
- Respostas aos questionários abertos/fechados apresentados;
- Gravações áudio e transcrição das entrevistas semi-estruturadas;
- Respostas dadas na Prova Global.

O diário da professora-investigadora foi lido e analisado de forma a se extraírem das anotações feitas as ideias que os alunos apresentaram durante o desenvolvimento de todo o trabalho realizado.

Quanto às apresentações orais e aos documentos escritos pelos alunos e às respostas dadas na Prova Global, a professora-investigadora procedeu às suas classificações de acordo com critérios de avaliação presentes em grelhas próprias para o efeito.

Os questionários e as entrevistas são técnicas utilizadas neste trabalho, as quais compreendem vantagens, embora com algumas limitações, como se verificará a seguir.

A) Questionário

Nesta técnica são colocadas questões aos alunos, e conforme o tipo de respostas dadas os questionários são caracterizados em vários tipos:

- Questionários Fechados – Nestes questionários os inquiridos não podem apresentar justificações para as suas respostas nem compor as suas próprias explicações. Há várias tipologias para este tipo de questionários:
 1. Questionários onde os inquiridos devem classificar as afirmações que são apresentadas como verdadeiras ou falsas (questionário tipo verdadeiro/falso);
 2. Questionários onde os inquiridos devem escolher qual a afirmação que consideram correcta (questionário de escolha múltipla);
 3. Outro tipo de questionários que podem comportar outras coisas que não sejam questões em sentido restrito, podendo pedir-se aos inquiridos que ordenem objectos (objecto é aqui utilizado em sentido lato, podendo ser pessoas, opiniões, situações, etc.), atribuam notas, constituam categorias, estabeleçam correspondências, etc. (Ghiglione & Matalon, 1997).
 - Vantagens dos questionários fechados: este tipo de questionário permite obter uma grande variedade de comportamentos de um mesmo indivíduo, pode ser tratado quantitativamente e pode ser utilizado pelo professor na sala de aula.
 - Desvantagens dos questionários fechados: a interpretação das questões pelo aluno é dependente do uso da linguagem devido à possibilidade de leitura múltipla de uma mensagem e os alunos só podem considerar as propostas colocadas nos questionários (Ghiglione & Matalon, 1997).
- Questionários Abertos – permitem aos alunos dar explicações, livremente, acerca das questões colocadas.
 - Vantagens dos questionários abertos: podem ser administrados pelos professores na sala de aula como um exercício de papel e lápis, sem limitação de espaço para os alunos responderem.
 - Desvantagens dos questionários abertos: a interpretação das questões pelo aluno é dependente do uso da linguagem devido à possibilidade de leitura múltipla de uma mensagem (Ghiglione & Matalon, 1997); dificuldade na interpretação das descrições dos alunos por eles terem dificuldade em exprimirem as suas ideias; e respostas longas acarretam mais dificuldades no tratamento de dados.

- Questionários Abertos/fechados – permitem aos alunos dar explicações acerca das questões colocadas, mas limitados por um espaço reduzido para escreverem as suas respostas.
 - Vantagens dos questionários abertos/fechados: são fáceis de administrar, podem ser usados pelos professores na sala de aula e não necessitam de métodos complicados de tratamento de dados.
 - Desvantagens dos questionários abertos/fechados: a interpretação das questões pelo aluno é dependente do uso da linguagem devido à possibilidade de leitura múltipla de uma mensagem (Ghiglione & Matalon, 1997); dificuldade na interpretação das descrições dos alunos por eles poderem ter dificuldade em exprimirem as suas ideias.

Neste trabalho, foram usados dois questionários. Um questionário do tipo fechado de ordenação de objectos, questionário sobre os cientistas (Anexo B) e outro com questões do tipo aberto/fechado e do tipo fechado, questionário envolvendo conceitos químicos e desenvolvimento de processos científicos nos alunos (Anexo K).

A análise dos resultados dos questionários baseou-se na obtenção de “inventários conceptuais” (Erickson, 1979), procurando-se que o método escolhido pudesse vir a ser utilizado pelos professores na sua prática pedagógica, mas que permitisse também reconhecer a natureza semântica das relações entre conceitos presentes nas explicações dos alunos. Para cada aluno foi feita uma análise das explicações apresentadas em cada uma das questões colocadas, tendo em vista a identificação de expressões que pudessem ser consideradas como uma evidência das ideias do aluno. As expressões que se consideraram reflectirem as mesmas ideias foram agrupadas passando a constituir uma Categoria de Resposta. Algumas explicações pertenciam simultaneamente a duas ou mais categorias. Explicações para as quais não foi possível identificar ideias comuns a outras explicações foram agrupadas numa categoria a que se deu o nome de “Outras respostas”. Quando a análise das explicações deixou de fornecer informações pertinentes em relação a estes aspectos considerou-se que a categoria estava “saturada” (Spector, 1984) e deu-se por terminada a análise. A análise das entrevistas também se baseou na obtenção de inventários conceptuais.

B) Entrevista

Foi Piaget (1926 e 1929) quem primeiro usou a entrevista clínica para obter informações na pesquisa sobre aprendizagem, usando-a para descrever os procedimentos mentais. Posteriormente, as entrevistas clínicas foram utilizadas para investigar as ideias dos indivíduos acerca de qualquer conteúdo. Pines *et al.* (1978) fazem uma descrição detalhada sobre esta técnica na qual se presume que as respostas dos entrevistados reflectem as suas ideias naquele momento e naquela situação. O aluno é encorajado a falar abertamente dando respostas a questões colocadas oralmente (podendo envolver tarefas experimentais) enquanto o entrevistador vai confirmando o raciocínio do aluno.

A entrevista pode ser conduzida de diferentes maneiras, podendo ser classificada da seguinte forma:

- Entrevista não estruturada – A estrutura da entrevista não é pré-definida, uma vez proposto o tema o aluno é que determina o seguimento da entrevista e o entrevistador vai perseguindo as ideias do entrevistado. A principal desvantagem desta técnica é poder não se recolher dados respeitantes a todos os temas considerados à partida.
- Entrevista semi-estruturada – São estabelecidas previamente algumas questões, mas sem a preocupação de uma ordem de colocação rígida no seguimento da entrevista. O entrevistador segue as respostas do entrevistado, podendo surgir aspectos não considerados à partida, de forma a clarificar as ideias que este apresenta no que diz respeito aos conteúdos definidos à partida. No caso desses conteúdos não surgirem naturalmente durante a entrevista o entrevistador colocará questões no sentido de todos os conteúdos serem abordados.
- Entrevista estruturada – Este tipo de entrevista assemelha-se a um questionário oral. As questões são preparadas à partida, colocadas pela mesma ordem e formuladas do mesmo modo para todos os entrevistados. A informação produzida é mais pobre uma vez que não se perseguem ideias que os entrevistados podem apresentar durante a entrevista.

Com o objectivo de identificar as ideias dos alunos na área de conteúdo seleccionado, a entrevista semi-estruturada pareceu ser a técnica mais adequada a este estudo, à qual estão associadas várias vantagens, tais como:

- o aluno tem todas as oportunidades para expor o seu raciocínio;

- é adaptável ao aluno, por exemplo, no tipo de perguntas a colocar e no tempo de espera para ele responder;
- permite obter o máximo de informação, com um elevado grau de profundidade, confirmando explicações, esclarecendo o significado de termos usados e perseguindo ideias não esperadas;
- mantém o aluno participativo, revelando interesse nas suas respostas;
- cria situações de conflito quando o aluno não apresentar consistência nas suas ideias;
- o aluno não pode ignorar uma questão;
- e se a entrevista for gravada (como foi o caso deste estudo), o entrevistador não tem de tomar notas havendo mais rigor quanto ao que o aluno diz.

Contudo, a aplicação desta técnica conta com algumas limitações, tais como:

- é dependente da capacidade do entrevistador para orientar a entrevista e de ser capaz de inferir a ideia que está por trás daquilo que o aluno diz;
- é um método moroso, difícil de usar pelos professores no quotidiano da sua prática pedagógica (falta de tempo);
- as amostras têm que ser pequenas devido à morosidade da técnica;
- a análise dos dados é subjectiva e demorada;
- a ordem de colocação das questões pode influenciar os resultados.

É de salientar que o professor como entrevistador tentou manter sempre a ordem das questões preparadas à partida.

A forma de proceder para a análise das gravações áudio das entrevistas realizadas passou pela transcrição na totalidade das respostas dadas pelos alunos, e posterior análise destas.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados vão ser apresentados para cada fase.

Sempre que se verifique um número total de respostas superior à amostra (N=16), tal significa que existem respostas mistas.

4.2.1. Fase I – O que os alunos pensam sobre os cientistas

Relativamente a esta fase, os resultados obtidos irão ser apresentados para cada questão colocada no questionário “Os Cientistas” (Anexo B).

Questão 1 – Como achas que é um cientista?

Nesta questão os alunos apresentaram as suas ideias acerca das características da personalidade de um cientista, atribuindo um nível de classificação de 1 a 5, ou seja, de Mau a Muito Bom para cada característica.

Assim, os resultados foram categorizados e apresentam-se na Tabela 4.5.

Os resultados indicam que a maioria dos alunos considerou os cientistas muito cuidadosos, muito inteligentes, muito trabalhadores, com muita imaginação e muito responsáveis. Os alunos consideraram que os cientistas tinham alguma preocupação com a paz. As opiniões dos alunos divergiram quanto às outras características.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Song e Kim (1999).

Tabela 4.5 – Características da personalidade dos cientistas

		N.º de respostas					Sem resposta		
		1	2	3	4	5			
Descuidado	0	0	2	1	13	0	Cuidadoso		
Estúpido	0	0	1	3	12	0	Inteligente		
Preguiçoso	0	0	3	6	7	0	Trabalhador		
Sem imaginação	0	0	1	5	10	0	Imaginativo		
Egoísta	0	3	6	5	2	0	Atencioso		
Com espírito “fechado”	2	1	3	6	4	0	Com espírito “aberto”		
Aborrecido	0	4	2	5	4	1	Entusiástico		
Não artístico	4	1	2	2	6	1	Artístico		
Desumano	0	3	4	8	1	0	Humano		
Irresponsável	1	0	0	3	12	0	Responsável		
Sem religião	2	3	7	3	1	0	Religioso		
Não preocupado com a paz	0	0	7	5	4	0	Preocupado com a paz		

Questão 2 – Esboça o desenho de um cientista e, de acordo com o teu desenho, completa as alíneas a seguir, acerca de:

- A) Sexo (diferentes opções)
- B) Idade (diferentes opções)
- C) Características da sua aparência.
- D) O que é que o cientista está a fazer no teu desenho?
- E) Onde está o cientista no teu desenho?

Os resultados relativos à análise destas alíneas serão apresentados em separado.

2.A) Quanto ao sexo do cientista, os resultados apresentam-se na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Sexo dos cientistas

	Masculino	Feminino	Sem resposta
Sexo	12	3	1

A maioria dos alunos referiu que tinha desenhado um cientista homem. Nos desenhos podem identificar-se que os alunos representaram maioritariamente o homem.

2.B) Quanto à idade do cientista, os resultados apresentam-se na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Idade dos cientistas

	10 anos	20 anos	30 anos	40 anos	50 anos	60 anos
Idade	0	2	6	0	8	0

Metade dos alunos considerou os cientistas mais velhos (50 anos) e a outra metade considerou os cientistas mais novos (20 e 30 anos). A análise dos desenhos não permitiu identificar os cientistas mais velhos, pois nos desenhos os cientistas parecem ter um aspecto jovem.

2.C) As características da aparência do cientista, dadas pelos alunos foram categorizadas e encontram-se na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Aparência dos cientistas

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Aborrecido	1
Atento	2
Óculos	6
Descuidado de aparência	4
Careca	2
Bata branca	4
Cabelo branco	3
Meia-idade	1
Jovem	1
Simpático	4
Baixo	3
Alto	6
Magro	7
Gordo	1
Velho	2
Óculos de protecção	1
Máscara	1
Aparência diferente	2
Feio	1
Transmite segurança	1
Pensativo	1
Cuidado	1
TOTAL	55

Os resultados, de acordo com a Tabela 4.8, indicam que alguns alunos caracterizaram do seguinte modo a aparência dos cientistas: usam óculos, são descuidados na aparência, usam bata branca, têm cabelos brancos, são simpáticos, magros e altos. Os desenhos comprovaram algumas destas características, como mostra o exemplo presente na Figura 4.7.

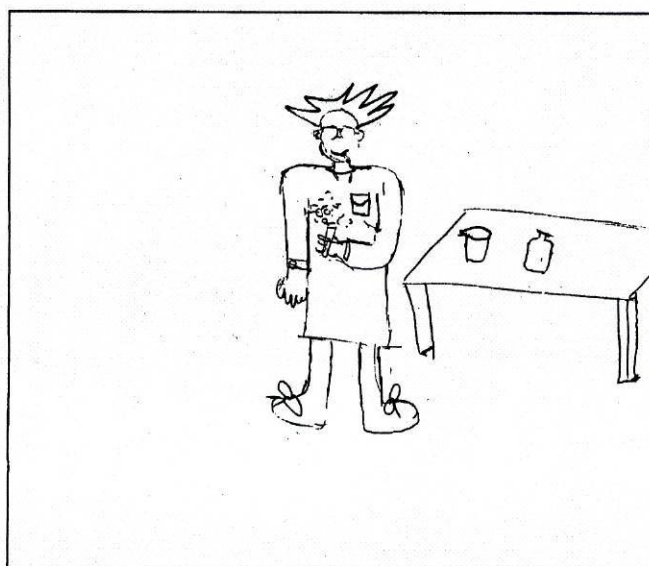


Fig. 4.7 - Desenho da Joana Sá, apresentando um cientista com bata branca e cabelo espetado

Alguns alunos referiram, também, que os cientistas são atentos, pensativos e que transmitem segurança. É de salientar que um aluno referiu que os cientistas usam máscara e outro que usam óculos de protecção (Tabela 4.8). Os desenhos comprovaram algumas destas características, como mostra o exemplo presente na Figura 4.8.



Fig. 4.8 – Desenho da Bárbara Pereira, apresentando um cientista com máscara

Um aluno caracterizou a aparência do cientista como sendo de meia-idade (Tabela 4.8). É de referir que este mesmo aluno havia atribuído, na alínea 2.B, 30 anos de idade ao cientista. Dois alunos caracterizaram a aparência dos cientistas como sendo velhos (Tabela

4.8). Estes alunos tinham atribuído anteriormente, na alínea 2.B, 50 anos de idade aos cientistas. É interessante identificar a noção de velho e de meia-idade para estes alunos.

2.D) Quanto ao que o cientista está a fazer, as respostas apresentadas pelos alunos foram categorizadas e encontram-se na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – O que o cientista está a fazer

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Investigação em doenças (ex.: SIDA, Lepra)	2
Está no laboratório	15
Experiências perigosas	1
A pensar	1
Experiências	13
Não responde	1
TOTAL	33

Os alunos referiram que os cientistas trabalham no laboratório e fazem experiências (Tabela 4.9). Estes resultados são coerentes com os desenhos dos alunos. A análise dos desenhos mostra que todos os alunos representaram o cientista no laboratório e a maioria representou-o a fazer experiências. Um aluno representou o cientista no laboratório, mas a pensar (Tabela 4.9). Dois alunos referiram que o cientista está a fazer investigação para curar doenças.

2.E) As respostas apresentadas pelos alunos quanto ao local onde se encontra o cientista foram categorizadas e encontram-se na Tabela 4.10.

Os resultados indicam que quase todos os alunos referiram que o cientista se encontrava no laboratório. Nos desenhos todos os alunos representaram o cientista no laboratório, como mostra o exemplo presente na Fig. 4.9.

Tabela 4.10 – Local onde se encontra o cientista

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Laboratório	14
Sala de trabalho	1
Casa	1
TOTAL	16

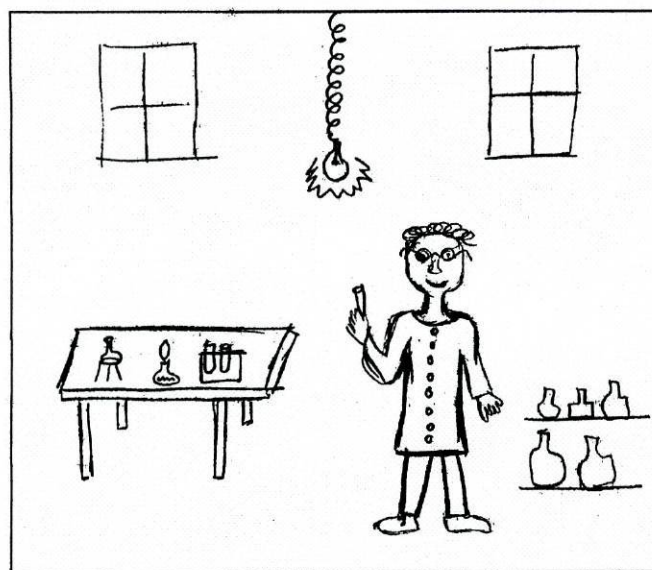


Fig. 4.9 – Desenho da Lília Conde, apresentando o cientista no laboratório

Questão 3 – Descreve-te a ti próprio, preenchendo uma grelha de características, como o fizeste para descrever um cientista.

Nesta questão os alunos fizeram uma auto-caracterização do ponto de vista da personalidade. Os resultados foram categorizados e apresentam-se na Tabela 4.11.

Os resultados indicam que os alunos se consideravam menos cuidadosos, menos inteligentes, menos trabalhadores, com menos imaginação e menos responsáveis do que os cientistas. Por outro lado, os alunos consideravam-se menos egoístas, com um espírito muito mais aberto, mais entusiásticos, muito mais humanos, e muito mais preocupados com a paz do que os cientistas.

Quanto às outras características as opiniões divergiram, assim como se verificou para as características dos cientistas, contudo é interessante observar que os alunos achavam-se mais religiosos do que os cientistas.

Tabela 4.11 – Auto-caracterização da personalidade dos alunos

	N.º de respostas					
	1	2	3	4	5	
Descuidado	0	0	5	10	1	Cuidadoso
Estúpido	0	0	7	7	2	Inteligente
Preguiçoso	3	3	4	4	2	Trabalhador
Sem imaginação	0	4	5	4	3	Imaginativo
Egoísta	0	0	1	6	9	Atencioso
Com espírito “fechado”	0	0	3	6	7	Com espírito “aberto”
Aborrecido	0	0	4	6	6	Entusiástico
Não artístico	2	2	6	3	3	Artístico
Desumano	0	0	1	4	11	Humano
Irresponsável	0	0	2	8	6	Responsável
Sem religião	1	1	2	6	6	Religioso
Não preocupado com a paz	0	0	2	3	11	Preocupado com a paz

Questão 4 – O que mais te influenciou na imagem que tens de um cientista?
(selecciona três opções)

Nesta questão os alunos seleccionaram três opções das onze apresentadas. Os resultados foram categorizados e apresentam-se na Tabela 4.12.

Os resultados indicam que os desenhos animados e os filmes foram considerados pelos alunos como os que mais os influenciaram na formação das imagens que possuíam acerca dos cientistas. Visitas de estudo, os professores, livros escolares e a televisão também foram considerados pelos alunos como contributos, em grande medida, para a imagem que possuíam dos cientistas. Quanto à televisão, os alunos indicaram o telejornal e programas de divulgação científica como os que mais os tinham influenciado.

Tabela 4.12 – O que influenciou a imagem que os alunos têm dos cientistas

Influência na imagem	N.º de respostas
Desenhos animados	8
Visitas de estudo	6
Professores	6
Filmes	10
Internet	1
Pais	0
Livros escolares	5
Jornais	3
Biografias de cientistas	3
Televisão	6
Outros	0

Um pequeno número de alunos considerou ter sido influenciado pelos jornais, biografia de cientistas e Internet. É de salientar que nenhum aluno assinalou a opção “Pais” como pessoas que os tivessem influenciado na imagem que possuíam dos cientistas.

Questão 5 – Conheces alguém que possas considerar “um cientista”? Quem? Porquê?

As respostas dos alunos sobre se conheciam alguém que pudesse ser considerado “um cientista” foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Os alunos conhecem alguém que possa ser considerado cientista?

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Sim	9
Não	7

Os resultados indicam que cerca de metade dos alunos referiu conhecer alguém que podia ser considerado um cientista. As respostas dos alunos indicando quem estava nessas condições foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.14. De entre os alunos que disseram conhecer alguém, a maioria referiu o “Professor” na identificação desse alguém.

Tabela 4.14 – Quem reconhecem os alunos como cientista?

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 9)
Professor	5
Todos	1
Avós	1
Pasteur	1
Não referiu nome	1
TOTAL	9

Os alunos explicaram as razões que os tinham levado à indicação de pessoas que podiam ser consideradas cientistas ou por que razões não indicaram ninguém que pudesse ser considerado cientista. As respostas foram categorizadas e os resultados encontram-se na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Razões apresentadas pelos alunos

Categorias de respostas	N.º de respostas
Razões por que indicaram pessoas que consideravam cientistas (N = 9)	
Têm conhecimentos	1
Trabalham em grupos de investigação	5
Experimentam e descobrem coisas novas	4
São responsáveis, imaginativas e trabalhadoras	1
São cuidadosas	1
São inteligentes	2
TOTAL	14
Razões por que não indicaram ninguém (N = 7)	
Não investigam nem descobrem coisas	1
Não tentam explicar tudo	1
Não estão todo o dia no laboratório	1
Não têm entusiasmo	1
Outras	3
TOTAL	7

Os resultados indicam que os alunos consideraram como critérios para indicarem se conheciam cientistas: a realização de trabalhos de investigação, a realização de experiências e a descoberta de coisas novas.

Os alunos que referiram não conhecer nenhum cientista, apresentaram razões diversas.

É interessante referir que uma aluna referiu os avós como cientistas que conhece, porque o avô estudou Geologia e foi professor universitário, e a avó era licenciada em Biologia.

Questão 6 – Há algum cientista que respeitas? Porquê?

As respostas dos alunos acerca dos cientistas que respeitam foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Cientistas que os alunos indicaram que respeitavam

Categorias de respostas	Exemplos de resposta	N.º de respostas (N = 16)
Marie e Pierre Curie	“Marie e Pierre Curie, uma vez que foram responsáveis por várias descobertas, como antibióticos.”	1
Marie Curie	“Marie Curie, porque foi uma pioneira, como mulher, no mundo da ciência.”	1
Pasteur	“Pasteur, penso que este homem merece respeito, pois foi graças a ele que as muitas pessoas vivem e viveram, foi ele que deu um passo para que a humanidade avançasse.” “Foi Pasteur que inventou a vacina que só nos veio fazer bem.”	2
Albert Einstein	“Albert Einstein, porque é o mais falado.” “Albert Einstein, porque admiro muito tudo que fez pela história das ciências e todas as experiências que realizou pela história da vida que ainda hoje tem muita influência.”	2
Não	“Nunca pensei no assunto.” “Não me interessa por conhecer e me informar sobre os cientistas.” “Não conheço nenhum.”	10
TOTAL		16

Os resultados indicam que cerca de metade dos alunos referiu um cientista que respeitava, dando como exemplos o casal Marie e Pierre Curie, Pasteur e Albert Einstein.

Tendo por base indicadores que caracterizam a imagem do cientista como estereotipada (Chambers, 1983) – utilizar bata; usar óculos; ter barba, bigodes ou suíças;

apresentar símbolos de investigação científica: instrumentos e equipamentos de laboratório; apresentar símbolos de conhecimentos: livros e estantes – os resultados deste estudo indicam que os alunos apresentaram uma ideia estereotipada de cientista.

É também de referir que os alunos consideraram os cientistas maioritariamente do sexo masculino, cujas características predominantes da personalidade eram: muito cuidadosos, muito inteligentes, muito trabalhadores, com muita imaginação, muito responsáveis e, ainda, com alguma preocupação com a paz.

Os filmes e os desenhos animados foram considerados pelos alunos como os que mais os influenciaram na imagem que possuíam do cientista.

Os alunos mostraram ter um conhecimento limitado dos cientistas que contribuíram para a Ciência Contemporânea.

Estes resultados são semelhantes aos indicados na literatura (Chambers, 1983; Schibeci, 1986; Palmer, 1997; Matthews e Davies, 1999; Ryder e Leach, 1999; Song e Kim, 1999).

4.2.2. Fase II – Leccionação das unidades “Soluções e Operações Unitárias” no contexto “Química Ambiental do Solo” (resolução de um Problema Experimental)

A professora-investigadora colocou questões aos alunos que deveriam ser respondidas com base na análise de bibliografia por ela fornecida e sugerida. Os alunos elaboraram, em grupo, um trabalho escrito acerca da temática dos pesticidas. Estes trabalhos foram apresentados oralmente e discutidos, e entregues à professora-investigadora para avaliação.

Por não estarem familiarizados com o tipo de actividade proposta, os alunos apresentaram algumas dificuldades na elaboração do trabalho, sem, no entanto, se mostrarem desencorajados para o realizar.

A) Apresentação oral e discussão do trabalho escrito sobre “Os Pesticidas”

Os trabalhos elaborados foram apresentados oralmente. Inicialmente os alunos encontravam-se nervosos por terem de falar para os colegas da turma/turno, mas aos poucos mostraram-se cada vez mais descontraídos e confiantes no trabalho que realizaram. As apresentações foram avaliadas segundo uma grelha adaptada de David Wetzel (1997) (Anexo L).

Os resultados da avaliação feita pela professora-investigadora apresentam-se na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 – Avaliação da apresentação oral

Critérios de Avaliação	Cotação Máx.	Avaliação aos Grupos de Alunos					
		G1	G2	G3	G4	G5	G6
Organização	25	20	15	10	15	20	15
Apresentação	25	20	15	20	20	20	20
Clareza na apresentação	25	15	10	10	20	20	15
Uso de materiais de suporte à apresentação	10	0	0	0	0	0	10
Cumprimento do tempo estipulado	15	15	15	15	15	15	15
Cotação total	100	70	55	55	70	75	75
Avaliação qualitativa	---	Bom	Suficiente	Suficiente	Bom	Bom	Bom

Os resultados da avaliação indicam que os pontos fracos dos alunos foram falta de clareza na apresentação, nervosismo e a não utilização de materiais de suporte à apresentação. Os alunos optaram por ler os documentos previamente escritos, o que não é de admirar pela falta de experiência dos alunos em situações semelhantes.

Nenhum dos trabalhos apresentados continha incorrecções nas informações, apenas se detectou informações incompletas e, em alguns casos, “excesso” de informação, para o que a professora-investigadora chamou a atenção e sobre isso discutiu com os alunos, por forma a obter-se respostas correctas e sucintas. A partir destas estabeleceram-se respostas únicas a cada uma das questões apresentadas, para elaboração do folheto temático (Anexo D). Após publicação/divulgação no Jornal da Escola (Anexo E), este teve críticas positivas pelos professores do Departamento de Ciências Físico-Químicas. Foi também divulgado num trabalho realizado pelo Clube do Ambiente da Escola no âmbito do programa/iniciativas de grupo, pelo Instituto Português de Juventude.

B) Avaliação do trabalho escrito sobre “Os Pesticidas”

Os trabalhos escritos foram avaliados segundo a grelha adaptada do Guia do Professor “Química e Física”, do 9º ao de escolaridade (Morais *et al.*, 2000). Os critérios de avaliação e respectiva cotação dada pela professora-investigadora a cada grupo de alunos apresentam-se na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 – Avaliação dos trabalhos escritos

Critérios de Avaliação	Cotação Máx.	Avaliação aos Grupos de Alunos					
		G1	G2	G3	G4	G5	G6
1. Qualidade do texto							
Ortografia e pontuação geralmente correctas	5	4	4	4	4	5	5
Frases completas	5	4	4	4	4	5	5
Apresentação feita por palavras próprias	5	3	3	3	3	4	4
2. Apresentação							
Clara	5	4	4	3	3	5	5
Inclusão de diagramas e/ou figuras	5	4	2	3	0	5	4
Uso da cor	5	3	3	4	0	4	3
Uso de títulos	5	4	4	4	3	5	4
3. Conteúdos/fontes							
Variedade de fontes usadas	5	4	3	4	3	5	4
Seleção de material relevante	5	4	3	3	3	5	5
Seleção de conteúdos relevantes	5	4	3	3	3	5	5
Resposta a todas as questões colocadas	5	5	4	4	4	5	5
Informação correcta	5	5	4	4	4	5	5
Classificação – nível 1 a 5	5	4	3	4	3	5	5

Na avaliação efectuada pela professora-investigadora os trabalhos escritos foram considerados bons. A justificação para os dois grupos que apresentaram um nível médio 3 prende-se, no caso do Grupo 2, com o facto de os alunos serem de rendimento baixo e, no caso do Grupo 4, com o baixo empenho demonstrado, e confirmado pelos próprios alunos em auto-avaliação.

É de salientar que a aluna Carla, apesar de ter habitualmente baixas classificações, melhorou significativamente a sua classificação neste trabalho devido ao seu empenho e ao apoio dado pelas colegas de grupo. A aluna referiu que estava muito motivada para o trabalho, que a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química era aquela de que estava a gostar mais porque estava a fazer algo diferente do que estava habituada.

C) Planeamento das actividades experimentais

A professora-investigadora propôs aos alunos um problema para resolver experimentalmente: “Qual a interacção do pesticida PCP na água que consumimos?”,

fornecendo fichas informativas de apoio. A partir da leitura e análise das fichas informativas os alunos deveriam planear as actividades experimentais que levariam à resolução do problema colocado através da resolução dos dois problemas parcelares, também apresentados: “Os AF dissolvem-se na água, e fazem aumentar a solubilidade do pesticida em água?”; “Soluções de diferentes concentrações de AF dissolvem diferentes massas de pesticida?”.

O planeamento das actividades experimentais foi feito pelos alunos, em grupo. Cada grupo apresentou o seu planeamento experimental oralmente e com base na discussão foi elaborado um planeamento experimental único (Anexo H).

Durante a elaboração dos planeamentos experimentais, os elementos de cada grupo de alunos conversavam entre si e formulavam várias hipóteses e, após discussão entre eles, redigiram o planeamento experimental do grupo. Ao longo deste trabalho/discussão surgiram dúvidas, que foram esclarecidas pela professora-investigadora. Na Tabela 4.19 apresentam-se os diversos passos que devem ser considerados no planeamento experimental dos alunos, indicando-se o número de grupos que referiram esses mesmos passos.

Tabela 4.19 – Passos do planeamento experimental apresentados pelos alunos

Passos do Planeamento Experimental	N.º de Grupos (N = 6)
1. Colocar a mesma quantidade de pesticida e em excesso em diferentes frascos de vidro de cintilação.	6
2. Preparar uma solução aquosa concentrada de AF, a partir do sólido pesado rigorosamente.	6
3. Preparar as soluções aquosas de AF, por diluição rigorosa da solução preparada anteriormente, directamente nos frascos de vidro de cintilação que conterão o pesticida.	6
4. Adicionar às misturas preparadas (pesticida + soluções aquosas de AF) um solvente extractor.	3
5. Determinar a concentração em massa de pesticida presente no solvente extractor, utilizando um espectrofotómetro.	3
TOTAL	24

Todos os planeamentos experimentais apresentados pelos grupos de alunos referiram a colocação da mesma quantidade de pesticida e em excesso em diferentes frascos de vidro de cintilação (passo 1), a preparação da solução aquosa concentrada de AF (passo 2) e a preparação de soluções aquosas de AF por diluição da solução anterior (passo 3). Os passos 4 e 5 foram apresentados por apenas metade dos grupos. Isto poderá dever-se ao

facto dos alunos ainda não terem adquirido conhecimentos acerca do conceito de extracção e nunca terem utilizado o espectrofotómetro.

Após a apresentação e discussão dos planeamentos experimentais dos alunos, foi necessário completar aspectos que não estavam contemplados nos diversos planeamentos, atendendo a que não tinha sido dada a informação nas fichas informativas fornecidas. Essas informações foram então dadas e tiveram por base o trabalho de investigação realizado pela professora-investigadora.

A pormenorização dos passos, constantes na Tabela 4.19, foi realizada para incluir no planeamento experimental a ser seguido por toda a turma. Para isso, a professora-investigadora conduziu um debate em torno de cada um desses passos, por forma a especificá-los pormenorizadamente.

C.1) Passo 1 (*Colocar a mesma quantidade de pesticida e em excesso em diferentes frascos de vidro de cintilação*)

A professora-investigadora (PI) iniciou a discussão com a seguinte questão:

PI: “Como garantir que a massa pesada de pesticida seja exactamente igual para os diversos frascos?”

Ao que os alunos (AL) responderam prontamente:

AL: “Pesamos na balança analítica com muito cuidado até obter o mesmo valor.”

PI: “E como evitar o contacto directo com o PCP durante o seu manuseamento, devido à sua toxicidade?”

AL: “Usávamos luvas, óculos de protecção e máscara respiratória.”

A professora-investigadora referiu que o contacto com o pesticida sólido deve ser o menor possível e que mesmo havendo muitos cuidados de segurança um pequeno descuido pode ser fatal. Por esta razão a professora-investigadora referiu aos alunos que não iriam ter contacto directo com o pesticida sólido. Para isso a professora-investigadora iria preparar uma solução de pesticida e desta cada grupo de alunos, com a devida segurança, iria pipetar para cada frasco de vidro de cintilação a mesma quantidade de solução preparada. Explicou que a solução preparada de PCP seria efectuada com um solvente que dissolvesse bem o pesticida e que fosse bastante volátil, para que depois de pipetada a solução para os frascos de vidro de cintilação este evaporasse e ficasse em cada frasco de vidro de cintilação o pesticida sólido, como pretendido, obtendo-se a mesma quantidade em todos frascos.

De seguida, foi questionado qual o solvente a usar. Surgiram ideias como: ser volátil, pouco tóxico, barato, existente no laboratório e que dissolvesse bem o pesticida. Rapidamente os alunos referiram o etanol, a única dúvida era se o pesticida era solúvel neste. A professora-investigadora confirmou a solubilidade do pesticida no etanol.

A professora-investigadora questionou:

PI: “Como garantir que a quantidade de pesticida estivesse em excesso para se verificar se a solubilidade do pesticida aumentava com a presença dos AF?”

Um aluno sugeriu que fossem 10 mg a quantidade a ficar no frasco, uma vez que o valor da solubilidade de PCP em água é de 10 mg/L, a 20 °C (valor fornecido aos alunos na Ficha de Segurança do PCP – Anexo A).

A professora-investigadora referiu ter de se usar um pequeno volume de solução do pesticida para que o solvente se evaporasse mais depressa e que seria necessário garantir os 10 mg dentro do frasco, após evaporação do etanol. Assim, efectuaram-se os cálculos para a preparação da solução, após o que se elaborou as etapas a seguir, respeitantes ao passo 1.

Como resultado definiram-se as seguintes etapas:

A realizar pela professora-investigadora

1. Preparar, rigorosamente, 50 mL de uma solução de PCP em etanol de concentração $2,0 \times 10^4$ mg/L.
 - 1.1. Calcular a massa de PCP necessária para preparar a solução;
 - 1.2. Medir, rigorosamente, dentro de um gobelé de 50 mL, a massa necessária à preparação da solução;
 - 1.3. Adicionar cerca de 25 mL de água desionizada;
 - 1.4. Agitar com uma vareta de vidro, até dissolução completa;
 - 1.5. Transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL, lavar a vareta, o gobelé e o funil com pequenas porções de água desionizada e transferir estas águas de lavagem para o balão;
 - 1.6. Completar o volume até ao traço de referência com água desionizada e agitar para homogeneizar;
 - 1.7. Transferir a solução obtida para um frasco previamente preparado e rotulado.

A realizar por cada grupo de alunos

2. Pipetar 0,5 mL desta solução para vários frascos de vidro de cintilação numerados de 1 a 7.
3. Deixar vaporizar totalmente o etanol dos frascos colocados dentro de uma hotte (aproximadamente 24 h), ficando uma mesma quantidade de PCP depositado às paredes dos frascos. Este procedimento garante, de uma forma mais eficaz e rápida, que a mesma

quantidade de pesticida é colocada em todos os frascos. Assim, há apenas a necessidade de uma só pesagem do pesticida, evitando menor contacto com este concentrado.

C.2) Passo 2 (*Preparar uma solução aquosa concentrada de AF, a partir do sólido pesado rigorosamente*) e **Passo 3** (*Preparar as soluções aquosas de AF, por diluição rigorosa da solução preparada anteriormente, directamente nos frascos de vidro de cintilação que conterão o pesticida*)

A professora-investigadora iniciou o debate para a preparação das diversas soluções aquosas de AF. O valor escolhido para a concentração mais elevada de AF foi de 200 mg/L, uma vez que foi esse o valor apresentado, a título de exemplo, numa ficha informativa fornecida.

Após discussão, chegou-se à conclusão que seria necessário preparar 250 mL de uma solução aquosa concentrada de AF. Optou-se pela preparação de apenas uma solução concentrada de AF já que o laboratório só disponha de uma balança analítica. O volume de 250 mL foi calculado de modo que a solução fosse suficiente para que todos os grupos de alunos a pudessem usar na preparação das diversas soluções diluídas. Essas soluções seriam colocadas nos frascos de vidro de cintilação com PCP.

A professora-investigadora deu a indicação de que o pH da solução concentrada de AF teria de ser ajustado a 6, pois esse é o valor do pH de um solo natural.

Efectuaram-se os cálculos para a preparação das diversas soluções de AF. Como resultado definiram-se as várias etapas para os passos 2 e 3:

A realizar pela Turma

4. Preparar, rigorosamente, 250 mL de uma solução aquosa concentrada de ácidos fúlvicos 200 mg/L.
 - 4.1. Calcular a massa de AF necessária para preparar a solução;
 - 4.2. Medir, rigorosamente, dentro de um gobelé de 250 mL, a massa necessária à preparação da solução;
 - 4.3. Adicionar cerca de 100 mL de água desionizada;
 - 4.4. Agitar com uma vareta de vidro, até dissolução completa;
 - 4.5. Transferir a solução para um balão volumétrico de 250 mL, lavar a vareta, o gobelé e o funil com pequenas porções de água desionizada e transferir estas águas de lavagem para o balão;

- 4.6. Completar o volume até ao traço de referência com água desionizada e agitar para homogeneizar;
- 4.7. Ajustar o pH da solução a 6 (pH de um solo natural);
- 4.8. Transferir a solução obtida para um frasco previamente preparado e rotulado.

A realizar por cada grupo de alunos

5. Preparar, rigorosamente, 20 mL de soluções aquosas diluídas de ácidos fúlvicos de concentrações variáveis entre 0 mg/L a 200 mg/L, directamente nos frascos de vidro de cintilação que continham o PCP sólido.

Frascos	V _{sol. conc. AF} (mL)	V _{H₂O} (mL)	V _{total} (mL)	[AF] (mg/L)
1			20	200
2			20	100
3			20	50
4			20	25
5			20	10
6			20	5
7			20	0

Nota: no frasco 7 pretende-se fazer o estudo da solubilidade de PCP apenas em água.

- 5.1. Calcular o volume necessário de solução concentrada para as referidas diluições;
- 5.2. Medir, com uma pipeta volumétrica, o volume de solução concentrada necessário, e transferir para o respectivo frasco de vidro de cintilação contendo o PCP;
- 5.3. Medir com uma pipeta volumétrica o volume de água necessário para completar o volume de 20 mL e transferir para o respectivo frasco;
- 5.4. Tapar os frascos e agitar para homogeneizar a solução.
6. Tapar os frascos e agitar, deixar em repouso num banho termostático a 25 °C durante aproximadamente 24 h.

C.3) Passo 4 (*Adicionar às misturas preparadas (pesticida + soluções aquosas de AF) um solvente extractor*) e **Passo 5** (*Determinar a concentração em massa de pesticida presente no solvente extractor, utilizando um espectrofotómetro*)

Neste passo era necessário determinar a quantidade de pesticida que se solubilizaria nas diferentes soluções aquosas de AF. Para isso, seria necessário recorrer à extracção de PCP, dissolvido nas referidas soluções, para um solvente em que o PCP fosse mais solúvel e o qual não fosse detectado pelo aparelho a usar, espectrofotómetro, o qual detecta a presença de PCP. Os alunos mostraram muitas dificuldades em descrever estes passos.

Desta forma, a professora-investigadora foi explicando aos alunos como efectuar estes mesmos passos.

Como resultado foram elaboradas as etapas a seguir, respeitantes aos passos 4 e 5:

A realizar por cada grupo de alunos

7. Pipetar 10,00 mL de cada um dos frascos de vidro de cintilação para outros devidamente limpos e secos e numerados da mesma forma (com o cuidado de não pipetar PCP sólido que possa existir em suspensão).
8. Adicionar 10,00 mL de n-hexano (solvente extractor – fica na parte de cima por ser menos denso que a água), com o objectivo de extrair o PCP para a fase orgânica.
9. Tapar os frascos e agitar, deixar em repouso num banho termostático a 25 °C durante aproximadamente 24 h.

A realizar pela professora-investigadora

10. Retirar, de cada frasco, um pouco de solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo.
11. Traçar o espectro de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância a 302 nm nos espectros obtidos.
12. Traçar a recta de calibração espectrofotométrica para o PCP em n-hexano.
 - 12.1. Preparar, rigorosamente, 10 mL de uma solução concentrada de PCP em n-hexano 1000 mg/L;
 - 12.2. Preparar por diluição rigorosa, a partir da solução concentrada, cinco soluções de PCP em n-hexano com as seguintes concentrações: 25,0, 50,0, 100,0, 150,0 e 200,0 mg/L;
 - 12.3. Transferir 10,00 mL de cada uma das soluções padrão diluídas para frascos de vidro de cintilação, numerados de 1 a 5;
 - 12.4. Adicionar aos cinco frascos anteriores 10,00 mL de água desionizada;
 - 12.5. Tapar os frascos e deixar a agitar à temperatura de 25°C durante aproximadamente 24 h;
 - 12.6. Retirar, de cada um dos cinco frascos, um pouco do solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo.
 - 12.7. Traçar os espectros de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância para o comprimento de onda de 302 nm, para as várias soluções de diferentes concentrações;
 - 12.8. Traçar a recta de calibração para as soluções de PCP em n-hexano.

A realizar por cada grupo de alunos

13. Determinar, a partir dos valores obtidos da absorvância das soluções, e por interpolação na recta de calibração, a quantidade de PCP dissolvida na fase aquosa. Este valor corresponde à

solubilidade de PCP nas diferentes soluções de ácidos fúlvicos (solubilidade aparente) e na água (solubilidade).

Assim foi redigido um planeamento experimental único (Anexo H) para que todos os grupos de alunos desenvolvessem as actividades experimentais.

D) Desenvolvimento das actividades experimentais

Iniciou-se a realização experimental recolhendo todo o material e reagentes necessários, passando-se, de seguida, ao desenvolvimento das actividades experimentais contempladas no planeamento único estabelecido.

No desenvolvimento das actividades, a professora-investigadora foi solicitada pelos diversos grupos de alunos para prestar esclarecimentos em diferentes questões: alguns alunos mostraram dificuldades no manuseamento das pipetas graduadas, em particular no que respeita às suas escalas, por serem demasiado pequenas; mostraram, também, dificuldades nas divisões das fracções da escala; alguns alunos necessitaram de ajuda na elaboração dos cálculos das concentrações em massa das soluções aquosas de AF.

A professora-investigadora teve de alertar diversas vezes os alunos para que agitassem muito bem as soluções, pois observou várias vezes que os alunos não o estavam a fazer correctamente.

No decorrer das actividades, todos os alunos, em grupo, realizaram os cálculos a seguir apresentados.

D.1) Cálculos para a preparação da solução rigorosa de PCP em etanol

$$V_{\text{grupo}} = n_{\text{frascos}} \times V_{\text{frasco}} = 7 \times 0,5 = 3,5 \text{ mL}$$

$$n_{\text{grupos}} \times V_{\text{grupo}} = 6 \times 3,5 = 21 \text{ mL} \Rightarrow \text{balão volumétrico de 50 mL}$$

$$m_{\text{PCP teórica}} = 10 \times (50 / 0,5) = 1000 \text{ mg}$$

$$m_{\text{PCP pesada}} = 1000,0 \text{ mg}$$

$$[\text{PCP}]_{\text{etanol}} = \frac{1000,0}{0,05000} = 2,000 \times 10^4 \text{ mg/L}$$

D.2) Cálculos para a preparação, rigorosa, da solução aquosa concentrada de AF 200 mg/L

$$m_{\text{teórica}} = [\text{AF}] \times V = 200 \times 0,250 = 50 \text{ mg} = 0,050 \text{ g}$$

$$m_{\text{pesada}} = 0,0513 \text{ g}$$

$$[\text{AF}] = \frac{m}{V} = \frac{51,3}{0,25000} = 205 \text{ mg/L}$$

D.3) Cálculos para a preparação, rigorosa, das soluções aquosas diluídas de AF

Com base na seguinte expressão, efectuaram-se os cálculos para a determinação das diferentes concentrações das soluções de AF, como se apresenta na Tabela 4.20.

$$[\text{AF}] = \frac{[\text{AF}]_{\text{conc.}} \times V_{\text{sol. conc. AF}}}{V_{\text{total}}} \text{ (mg/L)}$$

Tabela 4.20 – Soluções de AF

Frascos	$V_{\text{sol. conc. AF}}$ (mL)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	V_{total} (mL)	[AF] (mg/L)
1	20,00	0,00	20,00	205
2	10,00	10,00	20,00	102
3	5,00	15,00	20,00	51,2
4	2,50	17,50	20,00	25,6
5	1,00	19,00	20,00	10,2
6	0,50	19,50	20,00	5,12
7	0,00	20,00	20,00	0

Nota: no frasco 7 pretendia-se fazer o estudo da solubilidade de PCP apenas em água.

D.4) Cálculos para a preparação de uma solução rigorosa concentrada de PCP em n-hexano

$$m_{\text{teórica}} = [\text{PCP}] \times V = 1000 \times 0,010 = 10 \text{ mg}$$

$$m_{\text{pesada}} = 11,90 \text{ mg}$$

$$[\text{PCP}]_{\text{n-hexano}} = \frac{m}{V} = \frac{11,90}{0,01000} = 1190 \text{ mg/L}$$

D.5) Cálculos para a preparação de soluções rigorosas diluídas de PCP em n-hexano

Com base na seguinte expressão, efectuaram-se os cálculos para a determinação das diferentes concentrações das soluções de PCP em n-hexano, como se apresenta na Tabela 4.21.

$$[\text{PCP}] = \frac{[\text{PCP}]_{\text{conc.}} \times V_{\text{sol. conc. PCP}}}{V_{\text{total}}} \text{ (mg/L)}$$

Tabela 4.21 – Soluções de PCP em n-hexano

Frasco	$V_{\text{sol. conc. PCP}}$ (mL)	$V_{\text{água}}$ (mL)	V_{total} (mL)	[PCP] (mg/L)
1	1,68	8,32	10,00	200,0
2	1,26	8,74	10,00	150,0
3	0,84	9,16	10,00	100,0
4	0,42	9,58	10,00	50,0
5	0,21	9,79	10,00	25,0

D.6) Obtenção da recta de calibração para as soluções de PCP em n-hexano

Esta determinação foi realizada pela professora-investigadora na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Os valores obtidos experimentalmente para a absorvância das soluções preparadas de PCP em n-hexano ($\lambda_{\text{máx.}} = 302 \text{ nm}$) apresentam-se na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 – Valores obtidos, experimentalmente, para a absorvância, das soluções preparadas de PCP em n-hexano ($\lambda_{\text{máx.}} = 302 \text{ nm}$)

Frasco	[PCP] (mg/L)	Absorvância
1	200,0	1,874
2	150,0	1,270
3	100,0	0,869
4	50,0	0,412
5	25,0	0,289

O traçado da recta de calibração para as soluções de PCP em n-hexano apresenta-se na Fig. 4.10.

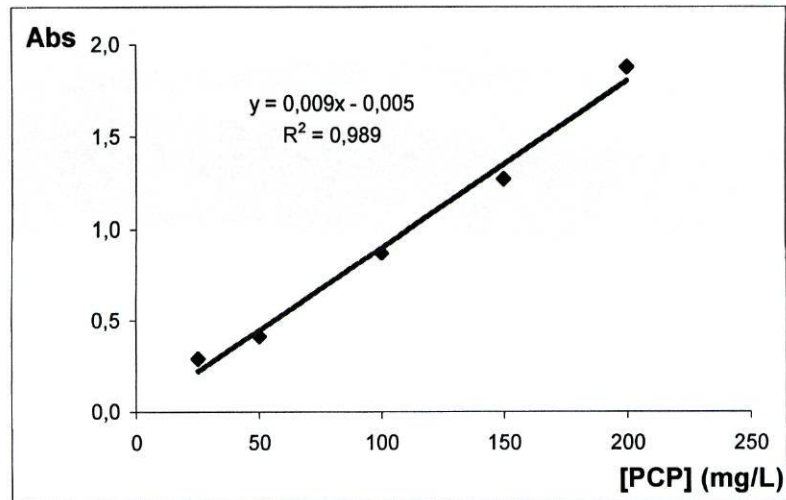


Fig. 4.10 – Recta de calibração da absorvância em função das [PCP] em n-hexano

D.7) Determinação experimental da absorvância para as soluções de AF

Os resultados experimentais obtidos pelos vários grupos de alunos apresentam-se na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 – Resultados obtidos, experimentalmente, para a absorvância, das soluções preparadas em AF por cada grupo de alunos ($\lambda_{\text{máx.}} = 302 \text{ nm}$)

Frasco	[AF] (mg/L)	Absorvância					
		G1	G2	G3	G4	G5	G6
1	205	0,604	0,734	0,674	0,572	0,438	0,587
2	102	0,352	0,348	0,354	0,294	0,261	0,256
3	51,2	0,247	0,226	0,233	0,168	0,171	0,200
4	25,6	0,168	0,182	0,167	0,152	0,156	0,140
5	10,2	0,135	0,159	0,126	0,115	0,112	0,102
6	5,12	0,123	0,136	0,113	0,090	0,111	0,117
7	0	0,095	0,072	0,085	0,072	0,088	0,098

Nota: frasco 7 – solubilidade de PCP em água.

D.9) Determinação experimental da concentração de PCP dissolvido nas diferentes soluções de AF

Na Tabela 4.24 encontram-se os valores da concentração de PCP em n-hexano, ou seja, a solubilidade de PCP nas diferentes soluções de AF. Estes valores foram obtidos por interpolação da recta de calibração.

Tabela 4.24 – Resultados obtidos para a concentração de PCP dissolvida nas soluções preparadas em AF por cada grupo de alunos

Frasco	[AF] (mg/L)	Solubilidade de PCP (mg/L)					
		G1	G2	G3	G4	G5	G6
1	205	67,50	81,82	75,23	63,92	49,01	65,56
2	102	39,48	39,09	39,77	33,09	29,49	28,94
3	51,2	27,88	25,56	26,35	19,21	19,52	22,64
4	25,6	19,17	20,69	19,09	17,42	17,88	16,03
5	10,2	15,54	18,13	14,52	13,28	12,97	11,80
6	5,12	14,12	15,58	13,07	10,50	12,84	13,53
7	0	11,12	8,55	9,98	8,58	10,27	11,39

Nota: frasco 7 – solubilidade de PCP em água.

Após o cálculo destes valores pelos respectivos grupos, foi entregue a todos os alunos uma ficha de trabalho (Anexo J) para estes registarem as suas conclusões.

Comparando o resultado obtido experimentalmente, pelos grupos de alunos, para a solubilidade de PCP em água, a 25 °C, com o obtido pela professora-investigadora ($7,133 \pm 0,664$ mg/L) no estágio que realizou no Laboratório de Investigação da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pode concluir-se que os grupos de alunos obtiveram, curiosamente, valores mais próximos do valor tabelado (14 mg/L – Marques, 2000). Atendendo à baixa solubilidade de PCP em água, o resultado obtido experimentalmente poderá ser considerado razoável o que mostra que a metodologia usada é válida e adequada à determinação da solubilidade de substâncias pouco solúveis em água.

E) Conclusões

Os alunos apresentaram as conclusões numa ficha de trabalho (Anexo J). Responderam a duas questões:

1. Quais as conclusões que obtiveste acerca do trabalho experimental realizado?
2. Justifica as conclusões apresentadas na questão anterior.

Com a primeira questão pretendia-se que os alunos fossem capazes de concluir que a solubilidade dos compostos orgânicos pouco solúveis é aumentada pela presença de matéria orgânica dissolvida, aumentando a sua mobilidade ambiental e consequente prejuízo no meio ambiente. Os alunos deveriam ainda concluir acerca do valor obtido experimentalmente da solubilidade de PCP em n-hexano, a 25 °C, por comparação com o valor tabelado.

Com a segunda questão pretendia-se que os alunos justificassem as conclusões que apresentaram na questão 1, baseando-se na comparação dos valores obtidos experimentalmente para as concentrações de PCP (recta de calibração) com os valores das concentrações de AF.

As respostas dos alunos foram categorizadas para cada questão.

Para a questão 1, os resultados apresentam-se na Tabela 4.25.

Para a questão 2, os resultados apresentam-se na Tabela 4.26.

Tabela 4.25 – Conclusões obtidas

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Os AF dissolvem-se em água	6
O PCP dissolve-se melhor em soluções de AF do que em água	5
Quanto maior a concentração dos AF maior a solubilidade de PCP	15
O valor da solubilidade de PCP em água é próximo do valor tabelado	4
A dissolução de PCP é prejudicial para o Homem e para os Animais	1
TOTAL	31

Os resultados foram satisfatórios, uma vez que um grande número de alunos (quinze) concluiu que quanto maior a concentração das soluções de AF maior será a solubilidade do pesticida. Nenhum aluno referiu a maior mobilidade ambiental do pesticida. Mas é de

salientar que um aluno referiu que o aumento da dissolução de PCP seria prejudicial ao Homem e aos Animais. É interessante referir que quatro alunos compararam o valor obtido experimentalmente para a solubilidade de PCP em água com o valor tabelado, concluindo que foram próximos.

Tabela 4.26 – Justificação das conclusões

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Comparação dos valores obtidos das concentrações de PCP com os das concentrações de AF	11
Comparação dos valores obtidos das concentrações de PCP com os valores de absorvância	4
Comparação dos valores obtidos das absorvâncias com as concentrações de AF	1
Uso da recta de calibração	5
TOTAL	21

Os resultados indicam que a maioria dos alunos (onze) compararam os valores obtidos experimentalmente para a concentração de PCP com os valores das diferentes concentrações de AF preparadas, concluindo que o aumento da quantidade de PCP dissolvida é devido ao aumento da concentração de AF.

É de referir cinco alunos que disseram ter usado para comparação os valores obtidos para a absorvância e outros cinco disseram ter recorrido à recta de calibração para poderem concluir quanto aos resultados das actividades experimentais.

4.2.3. Fase III – Avaliação final

A avaliação final desenvolveu-se em três etapas e irão ser analisados os resultados para cada etapa.

A) Avaliação de aprendizagens através de um questionário individual

Para avaliar a aprendizagem dos alunos relativamente aos conteúdos envolvidos, foi apresentado um questionário com quinze questões (Anexo K). Serão apresentados os resultados para cada uma das questões do referido questionário.

Questão 1 – Comenta a seguinte afirmação: “... é praticamente insolúvel em água, embora solúvel em numerosos solventes.”

Nesta questão pretendia-se que os alunos referissem a existência ou não de afinidade de um soluto com um solvente.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.27.

Tabela 4.27 – Comentários dos alunos

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Um soluto não se dissolve em água mas pode dissolver-se noutros solventes	3
Um soluto que não tem afinidade com a água não se dissolve, mas se tem afinidade com outros solventes dissolve-se nesses	10
Soluto é uma substância que não se mistura com a água mas que se mistura noutros solventes	2
Não respondeu	1
TOTAL	16

Os resultados indicam que a maioria dos alunos referiu a existência ou não de afinidade de um soluto com um solvente. É de salientar que três alunos referiram como exemplo o PCP, o qual “não é solúvel em água mas que em álcool se dissolve”. Outro aluno referiu o solvente extractor como aquele em que o soluto é dissolvido.

Exemplo de resposta:

“São compostos que não são solúveis em água, não têm afinidade para a água e que se dissolvem noutros solventes chamados muitas vezes solventes extractores.”

Questão 2 – Diz o que significa “solubilidade de um soluto num determinado solvente”.

Nesta questão pretendia-se que os alunos apresentassem a definição de solubilidade, ou seja, que indicassem que era a quantidade máxima de soluto que é possível dissolver numa certa quantidade de solvente, a uma dada temperatura.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.28.

Tabela 4.28 – Noção de solubilidade

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Capacidade do solvente em dissolver o soluto	8
O soluto num determinado solvente mistura-se com muita facilidade	3
Quantidade máxima de soluto que se dissolve num determinado solvente	6
Quantidade máxima de soluto que se dissolve num determinado solvente a uma dada temperatura	3
Não respondeu	1
TOTAL	21

A maioria dos alunos apresentou uma definição de solubilidade, mas apenas três alunos deram importância ao valor da temperatura.

Exemplo de resposta:

“É a quantidade máxima de soluto possível de ser dissolvida num determinado solvente, que varia consoante a temperatura.”

Metade dos alunos ainda se referiu à solubilidade como a capacidade do solvente dissolver o soluto, como se a solubilidade fosse uma qualidade do solvente.

Exemplo de resposta:

“O solvente tem capacidade de dissolver o soluto pois tem afinidade.”

Questão 3 – Dá exemplos de solventes.

Nesta questão pretendia-se que os alunos dessem exemplos de solventes e que referissem alguns dos solventes usados neste trabalho.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.29.

Todos os alunos referiram a água como solvente e muitos alunos referiram o álcool (ambos os solventes foram usados nos trabalhos realizados ao longo do ano lectivo, e em particular no trabalho realizado para este estudo).

Tabela 4.29 – Exemplos de solventes

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Água	16
Álcool / Etanol	12
Metanol	3
Acetona	1
Lixívia	1
Óleo de cozinha	1
Azeite	1
AF	2
TOTAL	37

Os resultados mostram que nenhum aluno referiu o solvente extractor usado (n-hexano) como exemplo de solvente. Dois alunos referiram os AF como exemplo de solvente, talvez porque concluíram, com este trabalho, que a dissolução destes na água influenciava a dissolução de PCP.

Questão 4 – O que é uma “solução aquosa”?

Nesta questão pretendia-se que os alunos definissem solução aquosa como uma mistura homogénea de duas ou mais substâncias, em que o solvente é a água.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.30.

Tabela 4.30 – Noção de solução aquosa

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
O Solvente é a água	9
A água está em maior quantidade	5
Outras	2
TOTAL	16

Os resultados indicam que a maioria dos alunos considerou que numa solução aquosa o solvente é a água. Alguns alunos referiram que uma solução aquosa é aquela em que a água está em maior quantidade. Esta situação nem sempre é verdadeira.

É de salientar que nenhum aluno referiu que se tratava de uma mistura homogénea.

Questão 5 – Explica o significado de uma “solução estar saturada”.

Pretendia-se que os alunos explicassem a noção de solução saturada como sendo aquela em que não é possível dissolver-se mais soluto.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.31.

Tabela 4.31 – Noção de solução saturada

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Não se consegue dissolver mais soluto	16
Todos os espaços vazios do solvente estão ocupados	2
TOTAL	18

Todos os alunos responderam que uma solução saturada é aquela em que não é possível dissolver mais soluto.

Exemplo de resposta:

“Uma solução saturada é uma solução em que o solvente não tem mais capacidade para dissolver o soluto, o solvente já atingiu o seu ponto máximo de saturação.”

Dois alunos referiram ainda que o soluto não se dissolve mais porque todos os espaços vazios do solvente estão ocupados.

Exemplo de resposta:

“Solução saturada é quando todos os espaços vazios do solvente estão ocupados e não há mais possibilidade do soluto se dissolver.”

Este modelo de dissolução tem surgido como um dos modelos que os alunos usam para explicar o processo de dissolução (Veiga, 2002).

Questão 6 – Para que serve uma extracção?

Nesta questão pretendia-se que os alunos referissem que uma extracção é um processo de separação de um ou mais solutos entre duas fases líquidas nas quais são diferentemente solúveis.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.32.

Tabela 4.32 – Noção de extracção

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
É um meio de separação	3
Permite separar dois líquidos imiscíveis	3
Permite remover o soluto	2
Permite separar uma substância de outras com um líquido extractor com o qual tem mais afinidade	8
TOTAL	16

Os resultados indicam que metade dos alunos explicou adequadamente o que é uma extracção.

Exemplo de resposta:

“Para extrair o soluto de uma solução, juntando a essa solução um solvente imiscível que tenha afinidade com o soluto da primeira solução.”

Três alunos referiram que a extracção se trata apenas de um método de separação.

Exemplo de resposta:

“É um meio de separação.”

Três alunos parecem confundir a extracção com decantação de funil.

Exemplo de resposta:

“A extracção serve para separar diferentes solventes.”

Para dois alunos a extracção corresponde apenas à remoção do soluto, não referindo ser um processo de separação entre duas fases líquidas nas quais o soluto é diferentemente solúvel.

Exemplo de resposta:

“Para remover o soluto.”

Questão 7 – Dá um exemplo de uma extracção.

Nesta questão pretendia-se que os alunos dessem exemplos de extracções e que referissem a extracção efectuada neste trabalho.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.33.

Tabela 4.33. – Exemplos de extracção

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Extracção do pesticida da solução de AF com o solvente extractor	9
AF	2
Água e azeite	2
Sólido-líquido	2
Líquido-líquido	1
TOTAL	16

Como exemplo de extracção, nove alunos referiram a extracção do pesticida da solução de AF (trabalho que realizaram). Dois alunos referiram apenas AF, o que mostra que se lembraram do trabalho efectuado mas não o souberam dar correctamente como exemplo.

É de salientar que três alunos referiram genericamente extracção sólido-líquido e líquido-líquido, não dando nenhum exemplo concreto.

Dois alunos confundiram extracção com decantação em funil, como já tinham feito na questão anterior (os mesmos alunos).

Questão 8 – O que é um pesticida?

Pretendia-se que os alunos referissem a toxicidade apresentada por este produto químico e a sua utilização.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.34.

Tabela 4.34 – Noção de pesticida

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
É um produto tóxico	9
Pode matar pessoas	4
Tem a capacidade de matar pragas (exemplos apresentados: insectos, ervas, fungos, bactérias, ratos, ...)	16
É prejudicial ao ambiente	1
É um produto químico	5
Serve para tratar vestuário	1
É utilizado na indústria farmacêutica e alimentar	1
TOTAL	37

Todos os alunos referiram o pesticida como aquele que tem capacidade de matar pragas. Um grande número de alunos referiu que é um produto tóxico.

Exemplo de resposta:

“Um pesticida é um produto químico tóxico que serve para matar pragas, insectos, fungos ou para atenuar a sua presença.”

Apenas quatro alunos disseram que o pesticida pode matar pessoas, e apenas um que é prejudicial ao ambiente.

Exemplo de resposta:

“Pesticida é um material que ajuda a matar insectos e que nos faz mal, mas não só a nós, também aos animais. Os pesticidas combatem as pestes, mas são prejudiciais ao ambiente em que vivemos.”

As respostas dadas pelos alunos indicam que a maioria achou o pesticida útil para o Homem, não referindo implicações do seu uso para o ambiente.

Questão 9 – O que significa ter alta capacidade biocida?

Nesta questão pretendia-se que os alunos avaliassem a “alta capacidade biocida” pela toxicidade directa ou indirecta de combater pragas, doenças,

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.35.

Tabela 4.35 – Noção de capacidade biocida

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Capacidade que o pesticida tem em matar pragas	6
Alta capacidade para matar	10
Muito mais prejudicial para o Homem	1
Tem grande toxicidade	3
TOTAL	20

Todos os alunos referiram a capacidade biocida como a capacidade para matar, e apenas três alunos aliam essa capacidade à grande toxicidade.

Exemplo de resposta:

“Significa ter alta capacidade para matar os seres vivos e, para isso, têm de ser possuidores de grande toxicidade.”

A maioria dos alunos referiu a capacidade biocida como a capacidade de matar pragas. Alguns alunos, em vez de pragas, indicam “bichos”, “seres vivos” e um referiu mesmo “vida”.

Exemplos de resposta:

“Devido à toxicidade dos pesticidas estes têm a capacidade de matar os bichinhos que nos incomodam.”

“Quer dizer que é altamente capaz de eliminar os seres vivos, a vida.”

Questão 10 – Quais os perigos da utilização dos pesticidas?

Pretendia-se, com esta questão, que os alunos indicassem alguns dos perigos que derivam da utilização dos pesticidas, tais como: a contaminação do ser humano; destruição de espécies animais e vegetais chegando mesmo à sua extinção (os quais não são alvo do pesticida aplicado); contaminação ambiental afectando as cadeias alimentares; etc..

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.36.

As respostas dadas pelos alunos foram bastante completas. Verificou-se uma maior preocupação dos alunos no que se refere ao ser humano, uma vez que as suas respostas são maioritariamente viradas para o prejuízo do Homem.

Tabela 4.36 – Perigos da utilização dos pesticidas

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Matar o Homem	2
Contaminar o Homem	7
Contaminar o Homem através da cadeia alimentar	10
Contaminar o Homem através da água	7
Contaminar o Homem através do solo	6
Contaminar o Homem através do ar	4
Contaminar o Ambiente	1
Destruir os animais	5
Destruir as plantas	3
Provocar doenças	6
Afectar a saúde	2
Afectar os seres vivos	1
TOTAL	54

Os alunos referiram que o Homem pode ser contaminado com pesticidas através do ar, quando “os pesticidas são espalhados por avionetas”, através das águas que consumimos, através dos solos que contaminam os alimentos, ou então, “quando chove as águas da chuva arrastam os pesticidas do solo até à água que bebemos”. A cadeia alimentar pode, também, levar à contaminação do Homem pelos pesticidas “ao aplicarmos pesticidas nas ervas, os animais comem as ervas com pesticidas, nós comemos esses animais e podemos um dia mais tarde ter problemas de saúde”. Alguns alunos afirmaram, também, que os pesticidas provocam doenças: “os perigos da utilização dos pesticidas é a inalação ou mesmo ingestão de pesticida pelo Homem, o que pode provocar doenças cancerígenas, por exemplo”.

Questão 11 – Interpreta a seguinte afirmação: “A solubilidade dos pesticidas em água afecta de forma directa a sua mobilidade nos sistemas aquosos e solos”.

Nesta questão os alunos deveriam referir que quanto maior a solubilidade dos pesticidas em água, maior a sua presença nos lençóis de água, rios, mares, solos, etc., pois estes são mais facilmente arrastados.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.37.

Tabela 4.37 – Interpretação dos alunos

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Quanto maior a solubilidade dos pesticidas em água, maior a sua presença nos sistemas aquosos e/ou solos	9
Quanto maior a solubilidade dos pesticidas em água, maior a velocidade com que atravessam os sistemas aquosos e/ou solos	6
Não respondeu	1
TOTAL	16

Após analisadas as respostas dos alunos, verificou-se que nove alunos relacionaram correctamente a solubilidade dos pesticidas em água com a sua presença nos sistemas aquosos e solos. Alguns alunos referiram, ainda, que através das águas da chuva os pesticidas chegam até aos lagos e mares, contaminando os peixes, que em seguida “vão para o mercado para as pessoas comprarem e ingerirem”.

Seis dos alunos interpretaram esta afirmação dizendo apenas que “quanto maior a solubilidade do pesticida maior a velocidade com que atravessa os solos e as águas”. Apenas um aluno não respondeu à questão.

Os resultados indicam que grande parte dos alunos tiveram a noção de que um aumento da solubilidade de um pesticida tem implicações no ambiente no que se refere à sua mobilidade/rapidez nos solos e na água.

Questão 12 – O que são os ácidos fúlvicos?

Pretendia-se, com esta questão, que os alunos definissem AF como sendo compostos orgânicos de origem biológica, geralmente de cor amarela, castanha ou preta, e solúveis em soluções aquosas.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.38.

Tabela 4.38 – Conceito de AF

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
É matéria orgânica	12
Extraem-se do solo	6
Encontram-se no solo	8
Influenciam a solubilidade dos pesticidas	3
Não respondeu	1
TOTAL	30

A maioria dos alunos referiu que os AF são matéria orgânica e que se encontram nos solos e daí podem ser extraídos. É de referir que nenhum aluno referiu a cor destes nem que são solúveis em água. É de salientar que três alunos indicaram que os AF influenciam a dissolução dos pesticidas.

Exemplos de resposta:

“São compostos orgânicos presentes no solo que aumentam a solubilidade dos pesticidas no solo.”

“São matéria orgânica muito fininha extraída dos solos.”

Questão 13 – Como interactivam os ácidos fúlvicos com os pesticidas?

Pretendia-se, nesta questão, que os alunos indicassem como interactivam os AF com os pesticidas, referindo que quanto maior a quantidade de AF presentes em soluções aquosas, maior a solubilidade dos pesticidas.

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.39.

Tabela 4.39 – Interação dos AF com os pesticidas

Categorias de respostas	N.º de respostas (N = 16)
Quanto maior a concentração de AF maior a solubilidade dos pesticidas	3
Os AF ajudam a dissolução dos pesticidas	8
Os pesticidas dissolvem-se mais rapidamente nos AF do que em água	3
Não respondeu	2
TOTAL	16

A maioria dos alunos referiu que os AF ajudam a dissolução dos pesticidas, mas apenas três alunos referiram que quanto maior a concentração de AF maior a solubilidade dos pesticidas.

Três alunos confundiram a importância da existência dos AF no aumento da solubilidade em água com diferentes solubilidades de pesticida nos AF e na água.

Exemplo de resposta:

“Os pesticidas dissolvem-se mais rapidamente nos ácidos fúlvicos do que na água.”

Questão 14 – Num rótulo de um frasco lê-se, entre outras coisas:

Ácidos Fúlvicos
[AF] = 500 ppm
Conteúdo – 1,5 L

A massa de AF, em gramas, no conteúdo do frasco é de ...?

Nesta questão pretendia-se avaliar os alunos na execução de cálculos de concentrações de soluções. O aluno, perante os dados fornecidos, teria de efectuar os seguintes cálculos:

$$[\text{AF}] = 500 \text{ ppm} = 500 \text{ mg/L}$$

$$m_{\text{AF}} = [\text{AF}] \times V_{\text{frasco}} = 500 \times 1,5 = 750 \text{ mg} = 0,750 \text{ g}$$

As respostas dos alunos foram corrigidas e avaliadas como correcta, incompleta, incorrecta e não respondeu, e os resultados apresentam-se na Tabela 4.40.

Tabela 4.40 – Respostas dadas pelos alunos

Respostas dadas pelos alunos	N.º de respostas (N = 16)
Correcta	11
Incompleta	2
Incorrecta	0
Não respondeu	3
TOTAL	16

Onze alunos responderam correctamente à questão proposta. Dois alunos tiveram a resposta incompleta, pois apresentaram apenas um erro na conversão de ppm para mg/L, dizendo que ppm = g/L.

Questão 15 – Tenta resolver os seguintes problemas:

15.1. - O João questiona-se sobre o que afecta o tempo que os cubos de gelo levam a fundir. Ele decide testar se a forma do cubo de gelo tem influência. Como é que ele podia testar esta sua ideia? (escolhe uma das seguintes opções)

- A) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter formas e pesos diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, todos à mesma temperatura. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.
- B) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter a mesma forma, mas pesos diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, todos à mesma temperatura. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.
- C) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter o mesmo peso, mas formas diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, todos à mesma temperatura. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.
- D) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter o mesmo peso, mas formas diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, a diferentes temperaturas. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.

Nesta questão pretendia-se avaliar o raciocínio e habilidade do aluno na escolha de uma opção para dar resposta ao problema apresentado, o que está relacionado com competências no uso de processos científicos.

As respostas dos alunos foram agrupadas em correcta e incorrecta e os resultados encontram-se na Tabela 4.41.

Tabela 4.41 – Opção escolhida pelo aluno

Opção escolhida pelo aluno	N.º de respostas (N = 16)
Correcta – Opção C	16
Incorrecta	0
TOTAL	16

Os resultados indicam que todos alunos responderam com sucesso à questão colocada. Os alunos mostraram entusiasmo e habilidade na resolução deste problema, como é referido, também, na literatura (Radford, 1998).

15.2. - Imagina que tens nove frascos aparentemente iguais. Oito deles têm exactamente a mesma massa e o outro tem uma massa ligeiramente maior. Usando uma balança de pratos e fazendo apenas duas pesagens, como poderias descobrir qual dos frascos tem maior massa?

Pretendia-se, também, com esta questão avaliar as competências dos alunos no uso de processos científicos. Neste caso terá de ser o aluno a dar a resposta ao problema, não havendo opções de escolha.

As respostas dos alunos, foram analisadas e classificadas em solução correcta, incompleta, incorrecta e não respondeu, e os resultados apresentam-se na Tabela 4.42.

Tabela 4.42 – Solução ao problema apresentado

Solução ao problema apresentado	N.º de respostas (N = 16)
Correcta	0
Incompleta	4
Incorrecta	0
Não respondeu	12
TOTAL	16

Nenhum aluno conseguiu dar resposta a este problema. Os alunos alegaram falta de tempo e de concentração na resolução do problema. Ficou, então, decidido que cada aluno iria pensar em casa na solução mais viável e que na aula seguinte se discutiria a solução do problema. Na literatura (Radford, 1998) refere-se que os participantes tentaram responder ao problema individualmente no quarto e só depois é que discutiram a solução, ou seja, o problema era de resolução morosa.

Na aula seguinte a professora-investigadora verificou que nenhum aluno tinha encontrado a solução correcta/completa do problema. Os alunos referiram que até os pais tentaram resolver o problema. Este aspecto merece algum relevo. Problemas deste tipo podem ser uma forma de envolver os pais na vida escolar do aluno e contribuir para aumentar o interesse da comunidade pela Ciência.

É de referir que os alunos não queriam que a professora-investigadora fornecesse a solução. Após algum tempo de reflexão sobre o problema proposto a professora-investigadora deu uma pequena ajuda aos alunos: “começa-se por pesar três frascos em

cada prato e não quatro como estão a tentar”. Com esta ajuda, os alunos chegaram rapidamente à solução do problema.

Solução do problema: *Distribuir os frascos em 3 grupos de 3 frascos cada. Colocar na balança de pratos um grupo de cada lado; se estiver desequilibrada, descobre-se logo a que grupo pertence o de maior massa. Se a balança estiver equilibrada, estes têm a mesma massa, o que significa que o de maior massa está no grupo que ficou de fora. Coloca-se, então, 2 dos frascos do grupo que contém o de maior massa, um em cada prato da balança; se houver desequilíbrio, um dos dois é o de maior massa, se não houver desequilíbrio é o que ficou de fora.*

Os alunos gostaram tanto do problema que propuseram que este fosse divulgado no Jornal de Escola, o que se verificou.

B) Apreciação dos alunos acerca do trabalho realizado

Para avaliar a apreciação dos alunos acerca do trabalho realizado foram realizadas entrevistas individuais. As entrevistas foram transcritas e as respostas dadas pelos alunos às questões colocadas pela professora-investigadora, foram analisadas e os resultados serão apresentados para cada uma das questões.

Questão 1 – Gostaste de realizar este trabalho?

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.43.

Tabela 4.43 –Gostaste de realizar este trabalho?

Categorias de respostas	Nº de respostas (N=16)
Sim	16
Não	0
TOTAL	16

Todos os alunos referiram que tinham gostado de realizar o trabalho.

Exemplos de resposta:

“Gostei, foi muito bom para o nosso aproveitamento e aproveitamos para fazer algo diferente.”

“Sim, logo no primeiro ano de Técnicas ter esta oportunidade, foi muito bom.”

“Sim, foi motivador, foi uma experiência para o futuro, acho que se devia realizar mais vezes.”

“Sim, foi um trabalho de investigação que me ensinou muito.”

Questão 2 – O que mais gostaste?

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.44.

Tabela 4.44 – O que mais gostaste?

Categorias de respostas	Nº de respostas (N=16)
Da autonomia na realização do trabalho	3
De elaborar o procedimento	3
De realizar todo o trabalho	4
De pipetar	1
De realizar trabalho experimental	9
De aprender coisas novas	1
De trabalhar com o PCP	3
De pesquisar	1
De realizar trabalho rigoroso	3
De realizar trabalho difícil	1
Da disciplina em si	1
TOTAL	30

A maioria das respostas dadas pelos alunos referiu a realização de trabalho experimental como o que gostaram mais de fazer. É de referir que alguns alunos apresentaram razões tais como: “termos sido autónomos”; “não ser o professor a dizer tudo”; “o facto de termos sido nós a elaborar tudo, em vez de vir escrito”; “fazer o procedimento, a parte experimental, o trabalho, a execução, um pouco de tudo”; “trabalhar com mais rigor”; “trabalhar com o PCP”. Alguns alunos referiram ter gostado de todo o trabalho e da disciplina em si.

Questão 3 – O que achas que aprendeste com este trabalho?

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.45.

Tabela 4.45 – O que achas que aprendeste com este trabalho?

Categorias de respostas	Nº de respostas (N=16)
O que é um pesticida	5
Preparar soluções	8
Trabalhar com mais rigor	5
Que os pesticidas dissolvem-se em matéria orgânica	3
Manusear material	3
Regras de segurança no laboratório	4
Que a solubilidade de PCP é tanto maior quanto maior a [AF]	8
Organizar trabalho em grupo	1
O que é o PCP e os perigos da sua utilização	8
O que são AF	5
Técnica de extracção	4
Elaborar um procedimento experimental	3
Aprofundar os conhecimentos	6
Trabalhar como cientista	3
Passar da teoria à prática	2
TOTAL	68

A maioria dos alunos referiu ter aprendido a preparar soluções, trabalhar com mais rigor, o que é o PCP e os perigos da sua utilização e que a solubilidade de PCP é tanto maior quanto maior a concentração de AF. Alguns alunos referiram, ainda, que o trabalho lhes permitiu aprofundar conhecimentos, trabalhar como cientista, elaborar um procedimento experimental, o que é a técnica de extracção, o que são AF, o que é um pesticida e que os pesticidas se dissolvem em matéria orgânica.

Neste estudo a estratégia utilizada pretendia desenvolver competências deste tipo no trabalho dos alunos.

Questão 4 – Mudaste alguma ideia preconcebida ao realizares este trabalho?

As respostas dos alunos foram inicialmente categorizadas em sim e não e os resultados apresentam-se na Tabela 4.46.

Tabela 4.46 – Mudaste alguma ideia preconcebida ao realizares este trabalho?

Categorias de respostas	Nº de respostas (N=16)
Sim	15
Não	1
TOTAL	16

Apenas um aluno disse não ter mudado qualquer das ideias que tinha.

No caso de resposta afirmativa à questão anterior, a entrevista foi orientada para que o aluno respondesse, ainda, às questões: O que pensas?; O que pensavas antes?; O que te fez mudar? Estas respostas foram analisadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.47.

Tabela 4.47 – O que pensas, o que pensavas antes e o que te fez mudar?

Ideias actuais	Ideias anteriores	Razões da mudança	Nº de respostas (N=16)
– Os cientistas têm de ser rigorosos	– Que os cientistas não eram tão rigorosos	– Trabalhar como cientista	1
– Os alunos também podem ser cientistas	Que um cientista é aquele que: – descobre – é conhecido – é genial – sabe muito	– Trabalhar como cientista – Os professores também são cientistas – Um cientista é qualquer pessoa que investiga	10
– Os pesticidas dissolvem-se na matéria orgânica em maior quantidade	– Que não se dissolviam tanto	– Ter realizado esta experiência	1
– Como pipetar correctamente	– Não sabia	– Ter pipetado muitas vezes	1
– Os pesticidas também são aplicados no vestuário e farmácia	– Que só se aplicavam nas indústrias e na agricultura	– Realizar o trabalho	2
– É importante ser mais rigoroso	– Que não era necessário ser rigoroso	– O empenho necessário para obter resultados rigorosos	3
– Encarar de forma diferente a utilização dos pesticidas	– Nem sequer lia as instruções – Não sabia que o PCP era tão perigoso	– Cuidados que tive na utilização de PCP	5
– O que são AF	– Não sabia	– Realizar o trabalho	1
TOTAL			24

Questão 5 – Já tinhas realizado algum trabalho deste tipo?

As respostas dos alunos foram categorizadas em sim e não e os resultados apresentam-se na Tabela 4.48.

Tabela 4.48 – Já tinhas realizado algum trabalho deste tipo?

Categorias de respostas	Nº de respostas (N=16)
Sim	0
Não	16
TOTAL	16

Verificou-se que todos os alunos disseram nunca ter realizado um trabalho deste tipo.

Exemplos de resposta:

“Com tanta responsabilidade não.”

“Experiências sim, mas não desta forma, a sermos nós a estabelecer o procedimento e com tanto rigor.”

“Não e foi muito bom.”

Questão 6 – Em que foi diferente este trabalho dos que já realizaste?

As respostas dos alunos foram categorizadas e os resultados apresentam-se na Tabela 4.49.

É importante referir que os alunos tiveram consciência de que este trabalho teve características diferentes das actividades actuais e que foi tão positivo. Os alunos referiram ainda que este tipo de trabalho lhes permitiu uma aprendizagem mais eficaz.

Exemplos de resposta:

“Houve um maior empenho individual e de grupo. A elaboração do protocolo foi importante, porque fomos levados a pensar mais, precisava de rigor. Foi importante, mais disciplinado, aprendi mais desta forma.”

“Nestas disciplinas deveria haver pelo menos um destes trabalhos para os alunos terem uma maior percepção, uma melhor ideia do que é um trabalho experimental. Trabalhei como uma cientista, senti isso.”

“Foi diferente. Fizemos tudo sozinhos. Tivemos mais responsabilidade. Ajudou-nos a interiorizar melhor os conceitos.”

“Foi mais rigoroso, porque havia a necessidade de provar o que havíamos pesquisado, de chegar a um resultado certo. Tive mais cuidados de segurança, porque o trabalho envolvia mais riscos.”

“Foi útil para a nossa formação como cientistas, e também cívica.”

Tabela 4.49 – Em que foi diferente este trabalho dos que já realizaste?

Categorias de respostas	Nº de respostas (N=16)
Mais interessante	4
Aprendi mais	6
Trabalho novo	3
Não foi só seguir um procedimento	2
Fomos nós a preparar tudo	4
Fomos nós a preparar o procedimento	11
Fez-nos pensar mais	2
Mais rigor	7
Mais motivador	5
Trabalhei como cientista	5
Trabalho sério	1
Exigiu mais de nós	2
Mais trabalhoso	3
Mais produtivo	1
Pesquisamos	6
Enriquecedor	1
Envolveu situações do dia-a-dia	4
Maior responsabilidade	1
Mais fácil pô-lo em prática	3
Foi útil	2
Maior empenho	1
Foi diferente em tudo	1
TOTAL	75

C) Avaliação de aprendizagens através da Prova Global

A avaliação foi efectuada com base numa questão, colocada na Prova Global, referente às unidades programáticas envolvidas na realização deste trabalho. A Prova Global é uma prova obrigatória e é efectuada no final de cada ano lectivo (com todas as matérias leccionadas) e tem um peso na nota final do aluno, a esta disciplina, de 25 %.

A avaliação dos alunos foi comparada com a avaliação obtida na mesma questão feita a alunos de outra turma que não realizaram este trabalho e que tinham outra professora.

A questão da Prova Global alvo de comparação era apenas referente à unidade programática “Soluções”, uma vez que não existia na prova qualquer questão sobre a operação unitária extracção (referente à unidade programática “Operações Unitárias”).

Os resultados dos alunos, de ambas as turmas, à questão da Prova Global apresentam-se na Tabela 4.50 e na Tabela 4.51.

Tabela 4.50 – Alínea 1 da questão da Prova Global

Resposta à alínea 1 da questão da Prova Global, que envolvia cálculos de concentrações de soluções	Turma I (N = 16)		Turma II (N = 24)	
	N.º	%	N.º	%
Correcto	7	43,8	4	16,6
Incompleto	6	37,5	13	54,2
Incorrecto / Não respondeu	3	18,7	7	29,2
TOTAL	16	100	24	100

Tabela 4.51 – Alínea 2 da questão da Prova Global

Resposta à alínea 2 da questão da Prova Global, que envolvia a preparação de soluções	Turma I (N = 16)		Turma II (N = 24)	
	N.º	%	N.º	%
Correcto	6	37,5	6	25,0
Incompleto	7	43,8	11	45,8
Incorrecto / Não respondeu	3	18,7	7	29,2
TOTAL	16	100	24	100

Os resultados indicam que os alunos envolvidos neste trabalho obtiveram melhores resultados nesta questão da Prova Global, ou seja, nas alíneas relacionadas com o cálculo de concentrações de soluções e com a preparação de soluções e material utilizado.

É importante referir que a implementação deste trabalho não prejudicou os alunos na aprendizagem destes conteúdos programáticos.

Seis alunos envolvidos neste trabalho referiram não terem estudado muito para a Prova Global, uma vez que já sabiam que iam reprovar o ano (tinham três ou mais negativas). Contudo, nenhum destes alunos obteve classificação negativa a esta disciplina e mostraram, durante a realização deste trabalho, interesse nas actividades laboratoriais, assim como, nas aulas teóricas.

4.3. CONCLUSÕES

Os alunos foram confrontados com um trabalho experimental no sentido de lhes proporcionar uma melhor compreensão de como se faz ciência e como trabalham os cientistas. Ao longo da sua realização foi-lhes possível identificar dificuldades neste tipo de trabalho e serem capazes de o levar a cabo. O trabalho envolveu diferentes etapas, e permitiu obter resultados sobre os quais se apresentam conclusões nos parágrafos seguintes.

A) Pesquisa de informação

Os resultados indicam que os alunos, por não estarem familiarizados com o tipo de actividade proposta, apresentaram algumas dificuldades na pesquisa e recolha de informação relevante para a elaboração do trabalho, sem, no entanto, se mostrarem desencorajados para o realizar.

B) Apresentações orais e escritas

Os resultados indicam que os alunos são melhores a apresentar trabalhos escritos do que a fazê-lo oralmente. Como pontos fracos dos alunos na apresentação oral detectou-se a falta de clareza na apresentação, o nervosismo e a não utilização de materiais de suporte à apresentação. Verificou-se que os alunos optaram por ler os documentos previamente escritos pela falta de experiência em situações semelhantes.

Nenhum dos trabalhos apresentados oralmente ou por escrito continham incorrecções. Apenas se detectou informações incompletas e, em alguns casos, “excesso” de informação.

C) Actividades experimentais

A elaboração do planeamento experimental revestiu-se de algumas dificuldades, tendo-se verificado que os alunos conseguem planear melhor as suas experiências em assuntos que já conhecem, o que se deve, sobretudo, ao facto de ser uma experiência nova e que, por isso, acarreta dificuldades naturais.

Os alunos conseguiram dar resposta aos problemas parcelares apresentados, concluindo experimentalmente que quanto maior a concentração das soluções de AF, maior será a solubilidade do pesticida, chegando mesmo, alguns alunos, a comparar o valor obtido experimentalmente para a solubilidade de PCP em água com o valor tabelado. Contudo, não relacionaram estas conclusões com o problema global (Qual a interacção do pesticida PCP na água que consumimos?), ou seja, não referiram a mobilidade ambiental do pesticida PCP.

Os alunos não revelaram dificuldades especiais na execução laboratorial do planeamento.

É de referir que a maioria dos alunos indicou a realização deste trabalho como o que mais gostaram de fazer ao longo do ano lectivo, apresentando razões tais como: “termos sido autónomos”; “não ser o professor a dizer tudo”; “o facto de termos sido nós a elaborar tudo, em vez de vir escrito”; “fazer o procedimento, a parte experimental, o trabalho, a execução, um pouco de tudo”; “trabalhar com mais rigor”; “trabalhar com o PCP”.

D) Cálculos de concentrações de soluções

Na realização de cálculos, os alunos revelaram pouca segurança no tratamento matemático das equações e na redução das unidades, solicitando com frequência a ajuda da professora-investigadora.

E) Conteúdos científicos

A maioria dos alunos definiu com relativa facilidade os conceitos de: solubilidade; solução (aquosa, saturada, ...); solvente; soluto; solúvel e insolúvel.

O mesmo não se verificou quanto à noção de extracção, sobre a qual apenas metade dos alunos conseguiu apresentar uma definição correcta, tendo os restantes dado respostas confusas, fazendo, em alguns casos, confusão com o conceito de decantação em funil.

Sobre os pesticidas e sua utilização verificou-se que os alunos ficaram bastante sensibilizados para o tema, percebendo estes como úteis para o Homem, desde que correctamente aplicados.

Os alunos revelaram conhecer os AF, percebendo a sua interacção com os pesticidas.

A maioria dos alunos referiu ter aprendido a preparar soluções, trabalhar com mais rigor, o que é o PCP e os perigos da sua utilização e que a solubilidade de PCP é tanto

maior quanto maior a concentração de AF. Alguns alunos referiram, ainda, que o trabalho lhes permitiu aprofundar conhecimentos, trabalhar como cientistas.

F) Prova Global

Os resultados indicam que os alunos envolvidos neste trabalho, em comparação com alunos não envolvidos, obtiveram melhores resultados numa questão da Prova Global relacionada com o cálculo de concentrações de soluções e com a preparação de soluções e material utilizado.

É importante referir que a implementação deste trabalho não prejudicou os alunos na aprendizagem destes conteúdos programáticos.

G) Apreciação dos alunos acerca do trabalho

A apreciação dos alunos ao trabalho foi bastante positiva.

É interessante salientar algumas afirmações de alunos, tais como: “foi muito bom para o nosso aproveitamento ... foi motivador, foi uma experiência para o futuro, acho que se devia realizar mais vezes”; “foi um trabalho de investigação que me ensinou muito”; “termos sido autónomos”; “não ser o professor a dizer tudo”; “o facto de termos sido nós a elaborar tudo, em vez de vir escrito”; “fazer o procedimento, a parte experimental, o trabalho, a execução, um pouco de tudo”; “trabalhar com mais rigor”.

A maioria dos alunos referiu ter aprendido a preparar soluções, o que é o PCP e os perigos da sua utilização e que a solubilidade de PCP é tanto maior quanto maior a [AF]. Alguns alunos referiram, ainda, que o trabalho lhes permitiu aprofundar conhecimentos, trabalhar como cientista.

Neste estudo a estratégia utilizada pretendia desenvolver competências deste tipo no trabalho dos alunos.

H) Transferibilidade para o ensino secundário do trabalho de investigação

Os resultados mostram que é possível transferir para a sala de aula aspectos que tinham sido tratados na investigação da professora-investigadora, tais como: conceito de pesticida; conceito de AF; desenvolvimento experimental semelhante integrado no programa da disciplina, dando relevância à perspectiva predominantemente prática, não

deskorando o suporte científico teórico; pesquisa e organização do trabalho laboratorial; capacidade de comunicação e de trabalho de grupo; rigor e espírito crítico na apresentação de resultados.

5. CONCLUSÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

5. CONCLUSÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Este capítulo refere as conclusões finais do trabalho desenvolvido pela professora, as implicações educacionais e uma reflexão pessoal da professora como investigadora.

Após a conclusão de todo este trabalho, não restam dúvidas de que ele foi bastante enriquecedor para a professora-investigadora e alunos envolvidos na investigação. Todos chegaram ao seu término convencidos das suas vantagens e com vontade de o repetir, quer aplicando-o às mesmas unidades, quer a outras unidades da disciplina ou a outros níveis de escolaridade.

A) Aprendizagens e desenvolvimento de competências de investigação

Os alunos, para resolverem o problema apresentado – Qual a interacção do pesticida PCP na água que consumimos? – desenvolveram todo um conjunto de actividades características do trabalho realizado pelos cientistas: analisaram bibliografia, com base nessa análise desenvolveram planeamentos experimentais, realizaram actividades laboratoriais, e tiraram as suas conclusões. O desenvolvimento desse trabalho ajudou-os a consolidar as ideias acerca dos conteúdos programáticos relacionados.

Os alunos aprenderam os conteúdos programáticos cobertos por este trabalho de investigação, e o desenvolvimento deste trabalho não prejudicou essa aprendizagem, antes pelo contrário, melhorou o comportamento dos alunos na Prova Global.

Os professores através do desenvolvimento de actividades de investigação podem desenvolver competências que lhes permitirá, com segurança, propor actividades escolares capazes de contribuir para o desenvolvimento dessas competências nos alunos. A reflexão da professora-investigadora, autora deste estudo é disso um exemplo.

É de referir que experiências deste tipo parecem ser úteis para que os alunos fiquem motivados, enriqueçam a construção do conhecimento e desenvolvam atitudes positivas relativamente à Ciência. É necessário que este tipo de actividades se torne comum e aconteça ao longo da vida escolar do aluno, pois só com a continuidade os alunos podem, de uma forma sustentada, desenvolver este tipo de competências.

A professora também desenvolveu competências investigativas. O trabalho desenvolvido no estágio vai ser proposto para publicação em revista da especialidade e, por

outro lado, permitiu o desenvolvimento de propostas pedagógicas que envolveram os alunos em actividades inovadoras no desenvolvimento de competências. Segue-se uma reflexão pessoal feita pela professora-investigadora.

Como professora de Química (licenciada em Química pela FCUP), por opção, tirar um Mestrado em Química para o Ensino sempre foi do meu interesse. Isto, porque sempre gostei de me manter actualizada no que se refere aos avanços da Química e às práticas educativas inovadoras que têm surgido para um ensino cada vez mais eficiente e relevante nos processos de aprendizagem dos alunos. Ou seja, o mestrado serve para completar e actualizar a minha formação científica em áreas específicas do domínio da Química e das Ciências de Educação e contribuir para a minha progressão na carreira.

O Mestrado foi uma grande oportunidade para fazer investigação em Ciência, aprender novos conteúdos e novos conhecimentos pedagógicos.

Para mim, o professor como elemento activo da escola não se pode limitar ao desempenho tradicional de transmissor ou simples executante de tarefas, mas procurar desenvolver o acto pedagógico na sua multiplicidade e riqueza. Tem, pois, que se actualizar permanentemente, para poder cumprir a sua missão de educador e de agente de mudança.

Partindo do programa definido pelo Ministério da Educação fica-se a conhecer as finalidades propostas para o ensino. Com base nessas indicações, cabe ao professor elaborar um plano de ensino em que os objectivos, estratégias e técnicas de avaliação estejam de tal forma relacionados que formem um todo coerente e forneçam uma indicação precisa para o desenvolvimento do processo ensino/aprendizagem.

É aqui que “entra” o meu trabalho de investigação que efectuei na Faculdade com a ajuda dos meus orientadores.

A escolha do tema para a minha dissertação teve várias hesitações, sabia apenas que queria trabalhar na parte ambiental (gosto próprio) e só após a atribuição dos orientadores aos mestrandos e posterior reunião é que optei trabalhar com pesticidas.

A minha experiência como investigadora foi bastante enriquecedora, não só pelas competências que adquiri como também pelas dificuldades que senti, e que foram sendo ultrapassadas com o meu empenho/dedicação/gosto pelas actividades que ia realizando.

Para o desenvolvimento do meu trabalho foi-me colocado o seguinte problema a ser resolvido:

- Qual a interacção de um pesticida (poluente químico) no meio ambiente, no que se refere ao seu destino e mobilidade ambiental?

- Qual o papel que a matéria orgânica natural que existe em todas as águas e solos, tem na mobilidade destes compostos?

Inicialmente, comecei com um trabalho de pesquisa bibliográfica sobre pesticidas (Qual escolher? Quais as suas características?), seguida da obtenção de informação sobre os pesticidas seleccionados e respectivas solubilidades, e sobre as técnicas a aplicar no trabalho que ia desenvolver. Esta pesquisa foi efectuada na Internet, livros científicos, teses de mestrado e artigos publicados.

O papel dos orientadores foi preponderante para a evolução no trabalho que fui desenvolvendo. Senti em mim, ao longo desta actividade, o desenvolvimento de novas aptidões, maior experiência na prática laboratorial, interesse para resolver um problema, criatividade, curiosidade, pensar diferente!

Os colegas que estavam no mesmo laboratório a desenvolver os seus trabalhos foram também grandes ajudas para mim, pois estavam sempre dispostos a ajudar em dificuldades com que me ia deparando. O ambiente do laboratório era bastante sereno/sossegado, havendo respeito mútuo por parte de todos os que trabalhavam neste. Estavam a ser desenvolvidos vários trabalhos, nos quais todos se empenhavam no que faziam.

Trabalhei num ambiente agradável, num local onde me senti bem, e foi gratificante para mim o que desenvolvi, no prazo previsto.

Nunca senti vontade de desistir, pelo contrário, sempre tive vontade de ir para o laboratório continuar a minha pesquisa.

Gostei muito de realizar este trabalho, pois proporcionou-me uma oportunidade para adquirir experiência na tomada de decisões, num crescimento da minha autonomia profissional e no seu estímulo. O facto de trabalhar na parte ambiental contribuiu bastante para o meu sucesso nesta investigação, pois é um tema que gosto imenso de tratar, uma vez que todos nós directa ou indirectamente estamos a poluir. Por isso, temos também um contributo activo a dar para inverter esta tendência destruidora. Isto exige estarmos melhor informados, por forma a poder informar também quem nos rodeia. Gosto do bem-estar das pessoas, e isso só é possível se tivermos um ambiente limpo, e se o preservarmos para melhor garantirmos uma vida futura saudável (ambiente cuidado, harmonioso, verde, sem poluição 'ou melhor, com a menor possível'). É importante educar para o futuro, ou seja, contribuímos para um melhor ensino.

Como professora que sou, por opção, gosto de dar resposta à necessidade de que as aprendizagens sejam o mais significativas possíveis e que o conhecimento adquirido pelo aluno seja rigoroso e com profundidade, pois o alvo é o aluno e as suas necessidades educativas, ele é o protagonista do ensino.

É importante valorizar a aprendizagem pela descoberta, evidenciar a preocupação com a aprendizagem dos elementos essenciais da cultura e o desenvolvimento de competências.

O papel do professor deverá consistir em orientar, encorajar e apoiar os alunos na utilização dos materiais de aprendizagem; desenvolver nos alunos espírito investigativo, hábitos de pesquisa, iniciativa e de formação, trabalho individual e em equipa, de forma a construírem um percurso de

formação que se adequê às suas características e motivações pessoais e de tomarem decisões de forma mais autónoma.

O professor deve assumir um papel de investigador, facilitador, inovador, coordenador, ..., deve ser responsável pela fomentação do processo de ensino/aprendizagem, criando o ambiente mais apropriado para os alunos alcançarem os objectivos a que se propuseram.

Numa tentativa de reforçar a mudança conceptual, surge o trabalho experimental com carácter investigativo em substituição das actividades práticas de laboratório usadas de forma rotineira e demonstrativa. Este permitirá também desenvolver atitudes científicas e modificar processos metodológicos, o que se torna cada vez mais importante para preparar o aluno para a cidadania, para que tenha uma participação activa e informada nos processos de decisão.

B) Limitações do Estudo

As limitações inerentes ao estudo realizado ficaram a dever-se aos seguintes aspectos:

Questionários

Os questionários podem apresentar algumas limitações pelo facto de os alunos poderem ter dificuldades na interpretação das questões e na expressão das suas ideias por escrito. Por outro lado, a interpretação das explicações dadas pelos alunos pode ser difícil para o professor-investigador.

Entrevistas

As entrevistas podem, também, apresentar limitações pelo facto de serem dependentes da capacidade do entrevistador para orientar a entrevista e de serem capazes de inferir a ideia que está por trás daquilo que o aluno diz. É um método moroso, difícil de usar pelos professores no quotidiano da sua prática pedagógica (neste trabalho, estas tiveram de ser efectuadas em tempos extracurriculares), e as amostras têm de ser pequenas devido a essa morosidade. A análise dos dados pode ser subjectiva e demorada, assim como a ordem de colocação das questões pode influenciar os resultados.

Equipamento disponível

O facto de haver apenas uma balança analítica na escola e desta não estar equipada com um espectrofotómetro de UV-Vis, fez com que alguns procedimentos laboratoriais fossem realizados pela professora-investigadora e não pelos alunos.

C) Implicações Educacionais

A importância da realização de actividades experimentais na escola

Este trabalho dá relevância à importância do trabalho experimental com elaboração dos planeamentos experimentais e análise de bibliografia de apoio pelos alunos.

Neste âmbito, o trabalho experimental não deve ser uma simples rotina ou mera ilustração de aspectos teóricos. É indispensável que ele se torne numa autêntica experiência, pela qual os alunos se interessem verdadeiramente e que os motive para construir um pensamento crítico, tornando-se capazes de interpretar autonomamente os resultados obtidos. O trabalho experimental deve proporcionar aos alunos oportunidades de explorarem a consistência das suas ideias e oferecer estímulos adequados que facilitem a mudança conceptual, uma vez que a aprendizagem é um processo activo em que os alunos constroem e reconstróem o seu conhecimento.

Seria útil que na prática pedagógica das escolas houvesse pelo menos algumas situações ao longo do percurso escolar dos alunos em que eles estivessem em situações deste tipo, para que os alunos tenham um maior sucesso na resolução de problemas, adquiram maior confiança, autonomia, prática, e conhecimentos.

A importância de apresentações orais de trabalhos, pelos alunos, nas salas de aula

Este trabalho mostra que os alunos revelaram dificuldades na apresentação oral dos trabalhos realizados. Detectou-se a falta de clareza na apresentação, o nervosismo e a não utilização de materiais de suporte à apresentação. Verificou-se, também, que os alunos optaram por ler os documentos previamente escritos pela falta de experiência em situações semelhantes. É importante que os alunos tenham mais experiências deste tipo, para colmatar as falhas detectadas.

A importância da colaboração entre as universidades e as escolas

Os resultados deste trabalho parecem indicar a importância de promover a colaboração das escolas com as universidades na realização de trabalho experimental e na utilização de equipamentos que não existem nas escolas. Promover esta cultura de colaboração é uma finalidade importante para a melhoria do ensino e aprendizagem das Ciências.

A importância dos currículos em permitir alguma autonomia aos professores para realizarem este tipo de actividades

Pelas razões expostas seria de explicitar nos programas o princípio de colaboração das escolas com universidades e centros de investigação acompanhado de uma orientação do Ministério da Ciência e da Tecnologia do Ensino Superior no sentido de que as universidades e centros de investigação estivessem abertos e promovessem essa mesma colaboração.

6. BIBLIOGRAFIA

6. BIBLIOGRAFIA

Altrichter, H. *et al.* (1993) – *Teachers investigate their work*, Routledge, Londres e Nova Iorque, 1993.

Anderson, K. *et al.* (1999) – *Integrating Teaching with Field Research in The Wagon Rock Project*, Journal of Geoscience Education, v. 47, 1999, pp. 227-235.

Baird, C. – *Environmental Chemistry*, 2ª edição, W. H. Freeman and Company, Nova Iorque, 1999, pp. 294-326.

Bell, J. – *Como Realizar um Projecto de Investigação*, Gradiva Publicações, Lisboa, 1997.

Belos Aires – Guia do Bem-Estar, Expresso e Notícias Médicas, pp. 8-9.

Berquist, W.; Heikkinen, H. (1990) – *Students Ideas regarding Chemical equilibrium*, Journal of Chemical Education, vol. 67, n.º 12, 1990, pp. 1000-1003.

Bodner, G. (1990) – *Why good teaching fails and hard-working students don't always succeed*, Spectrum, vol. 28, n.º 1, 1990, pp. 27-30.

Buck, P. – *Authentic Research Experience for Nevada High School Teachers and Students*, Journal of Geoscience Education, vol. 51, n.º 1, 2003, pp. 48-53.

Budavari, S. *et al.* – *The Merck Index*, 11ª edição, Merck & Co., Inc., Rahway, N. J., 1989, p. 1126.

Carapeto, Cristina – *Poluição das Águas: Causas e Efeitos*, Universidade Aberta, Lisboa, 1999, pp. 67-91.

Chambers, D. (1983) – *Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test*, Science Education, vol. 67, n.º 2, 1983, pp. 255-265.

Chiou, C. *et al.* (1986) – *Water Solubility Enhancement of Some Organic Polluants and Pesticides by Dissolved Humic and Fulvic Acids*, Environment Science Technology, vol. 20, n.º 5, 1986, pp. 502-508.

Cohen, L.; Manion, L. – *Research Methods in Education*, 4ª Edição, Routledge, Londres e Nova Iorque, 1994.

Cruz, M. – *O Trabalho Experimental e a Formação dos Professores de Química*, Ensino em Química, 2000.

Dias, A. – *Química para Químicos e Química para Cidadãos*, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, n.º 20, 1985, pp. 35-36.

Erickson, G. (1979) – *Children's conceptions of heat and temperature*, Science Education, vol. 63, n.º 2, 1979, pp. 221-230.

Esteves da Silva, J. – *Química do Solo e da Água*, Acção de formação CCPFC/ACC – 9627/98, Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 1998.

Fernández, C. *et al.* (1998) – *Intoxicación por pentaclorofenol. Descripción de cuatro casos y revisión de la literatura*, Anales de Medicina Interna, Aran Ediciones, vol. 17, n.º 5, 2000, pp. 257-260

Ficha de Segurança do PCP, Preparada no contexto de cooperação entre o PISQ e a CCE, Programa Internacional de Segurança Química – Comunidades Europeias, 1992

Folheto Informativo da AGROBIO, com o apoio do Instituto de Promoção Ambiental (IPAmb), Associação Portuguesa de Agricultura Biológica (AGROBIO), Lisboa.

Ghiglione, R.; Matalon, B. (1997), *O inquérito. Teoria e Prática*, Celta Editora, 1997.

Gosselin, D. *et al.* (2003) – *Using Earth Science Research Projects to Develop Collaboration between Scientists at a Research University and K-12 Educators: Insights for Future Efforts*; Journal of Geoscience Education, vol. 51, n.º 1, 2003, pp. 114-120.

Intoxicações por Agrotóxicos – Efeitos sobre a Saúde, Instituto de Saúde do Paraná [consult 2002-01-17]. Disponível em:

http://www.saude.pr.gov.br/Saude_ambiental/Agrotoxicos/efeitos.htm

Intoxicações por Pesticidas [consult 2001-10-31]. Disponível em:

<http://www.farmacia.med.br/pesticidas.htm>

Jackson, W. – *Dynamic Growing with Humic Acids for Master Gardeners* [consult 2002-04-22]. Disponível em:

<http://www.unifiedsystems.com/humicacids.htm>

Jarret, O.; Burnley, P. (2003) – *Engagement in Authentic Geoscience Research: Evaluation of Research Experiences of Undergraduates and Secondary Teachers*, Journal of Geoscience Education, vol. 51, n.º 1, 2003, pp. 85-90.

Lazarowitz, R.; Tamir, P. (1994) – *Research on Using Laboratory Instruction in Science*, Handbook of research science teaching and learning, Gabel, D.; Macmillan, S.; Macmillan, S., Nova Iorque, 1994.

Lima, J. (2001) – *Interacção de Pesticidas da Família dos Carbamatos com Ácidos Fúlvicos*, Tese de Mestrado não publicada, Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2001.

Marques, A. *et al.* – *Toxicologia de Grupo* [consult 2001-10-31]. Disponível em:

<http://www.fmv.utl.pt/democ/sft/sem9798/g016/g016.html>

Marques, M. (2000) – *Interacção de Ácidos Fúlvicos com Pentaclorofenol e Pireno*, Tese de Mestrado não publicada, Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2000.

Matthews, B.; Davies, D. (1999) – *Changing Children's Images of Scientists: Can Teachers Make a Difference?*, School Science Review, vol. 80, n.º 293, 1999, pp. 79-85.

Morais, A. *et al.* – *Química e Física – Guia do Professor*, Ciências Físico-Químicas 9º Ano, Porto Editora, Porto, 2000, p. 5.

O'Neal, M. (2003) – *Field – Based Experience in Earth Science Teacher Education*, Journal of Geoscience Education, vol. 51, n.º 1, 2003, pp. 64-70.

Palmer, D. (1997) – *Investigating Students' Private Perceptions of Scientists and their Work*, Research in Science and Technological Education, vol. 15, n.º 2, 1997, pp. 173-183.

Pentachlorophenol (PCP), EXTTOXNET – Extension Toxicology Network, Oregon State University [consult 2002-01-03]. Disponível em:

<http://www.jaraguadosul.com.br/prefeitura/meioambiente/pentachl.htm>

Pentaclorofenol [consult 2002-01-17]. Disponível em:

<http://www.farmacia.med.br/pentaclorofenol.htm>

Pereira, M. – *A relevância da Química para o Cidadão*, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, n.º 20, 1985, pp. 41-47.

Pesticides [consult 2002-01-17]. Disponível em:

<http://pested.unl.edu/study04.htm>

Piaget, J. (1926) – *The language and thought of the child*, London Routledge and Kegan Paul, 1926.

Piaget, J. (1929) – *The child's conception of the world*, New York: Harcourt, Brace, 1929.

Pines, A. et al. (1978) – *The clinical interview: a method for evaluating cognitive structure*, Department of Education, College of Agriculture and Life Science, Cornell University, 1978.

Pinto, H. et al. – *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I*, Texto Editora, Lisboa, 1997.

Poluição e Resíduos [consult 2001-10-31]. Disponível em:

<http://planeta.clix.pt/adventistas/prpolorg.htm>

Pombeiro, A. – *Técnicas e Operações Unitárias em Química Laboratorial*, 4ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2003.

Portaria n.º 968/94 de 28 de Outubro [consult 2002-01-17]. Disponível em:

<http://pt.osha.eu.int/legislation/p96894.stm>

Programa de Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I, Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, Componente de Formação Técnica, Porto, 1993.

Químicos utilizados na agricultura [consult 2001-10-31]. Disponível em:

<http://www.deco.proteste.pt/sabordosaber/cap4/pesticidas.htm>

Radford, D. (1997) – *Transferring Theory into Practice: A Model for Professional Development for Science Education Reform*, Journal of Research in Science Teaching, vol. 35, n.º 1, 1998, pp. 73-88.

Ramos, M. *et al.* – *Da Ciência à Tecnologia*, Química 9º Ano, Escolar Editora, Lisboa, 1995, p. 159.

Raphael, J. *et al.* (1999) – *Research Experience as a Component of Science and Mathematics Teacher Preparation*, Journal of Science Teacher Education, vol. 10, n.º 2, 1999, pp. 147-158.

Ryder, J.; Leach, J. (1999) – *University science students' experiences of investigative project work and their images of science*, International Journal of Science Education, vol. 21, n.º 9, 1999, pp. 945-956.

Salomon, J. (1991) – *Group discussion in the classroom*, SSR, vol. 72, n.º 261, 1991, pp. 29-34.

Santos, S. – *A Química dos Insecticidas (parte I)*, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, n.º 85, 2002, pp. 43-47.

Schibeci, R. (1986), *Images of Science and Scientists and Science Education*, Science Education, vol. 70, n.º 2, 1986, pp. 139-149.

Simões, J. *et al.*, *Guia do Laboratório de Química e Bioquímica*, Lidel – Edições Técnicas, Porto, 2000.

Simões, T. *et al.* – *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I*, Porto Editora, Porto, 1999.

Simões, T. *et al.* – *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco III*, Porto Editora, Porto, 1998.

Slootmaekers, P. – *Alguns aspectos da Inovação do Ensino da Química*, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 1.º Encontro Internacional sobre Educação em Química, 1978, pp. 55-76.

Song, J.; Kim, K. (1999) – *How Korean students see scientists: the images of the scientist*, International Journal of Science Education, vol. 21, n.º 9, 1999, pp. 957-977.

Spector, B. (1984) – *Qualitative research: data analysis framework generating grounded theory applicable to the crisis in science education*, Journal of Research in Science Teaching, vol. 21, n.º 5, 1984, pp. 459-467.

Teixeira, H. *et al.* (2003) – *Pesticide intoxications in the Centre of Portugal: three years analysis*, Forensic Science International, 2004, *in press*.

Tipos de Pesticidas [consult 2001-10-31]. Disponível em:

<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/09ProdQui/112TiposPest.htm>

van Zee, E. (1998) – *Preparing Teachers as Researchers in Courses on Methods of Teaching Science*, Journal of Research in Science Teaching, vol. 35, n.º 7, 1998, pp. 791-809.

Veiga, A. (2002) – *Concepções dos alunos do 11º Ano sobre soluções e processos de dissolução*, Tese de Mestrado não publicada, Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2002.

Westerlund, J. *et al.* (2002) – *Summer Scientific Research for Teachers: The Experience and its Effects*, Journal of Science Teacher Education, vol. 13, n.º 1, 2002, pp. 63-83.

Wetzel, D. (1997) – *Independent Student Research*, The Science Teacher, 1997, pp. 40-43.

ANEXO A

Ficha de Segurança do PCP

PENTACLOROFENOL

ICSC: 0069

N.º CAS 87-86-5
 N.º RETSQ SM6300000
 N.º FISQ 0069
 N.º ONU 2020
 N.º das CE 604-002-00-8

C_5Cl_5OH
 Massa molecular: 266,4

SÍMBOLOS DE PERIGO
 Consultar
 legislação nacional

TIPOS DE RISCOS/EXPOSIÇÃO	PERIGOS AGUDOS/SINTOMAS	PREVENÇÃO	PRIMEIROS SOCORROS/AGENTES EXTINTORES
INCÊNDIO	Não combustível.	NÃO fazer chama livre, NÃO provocar faíscas, NÃO fumar.	No caso de incêndio nas proximidades: são permitidos todos os agentes extintores.
EXPLOSÃO			

EXPOSIÇÃO		EVITAR A DISPERSÃO DE POEIRAS! HIGIENE RIGOROSA!	EM QUALQUER CASO CONSULTE UM MÉDICO!
Inalação	Transpiração, tosse, tonturas, sonolência, dor de cabeça, respiração difícil, garganta inflamada, espirros, sede, febre.	Exaustão local ou protecção respiratória.	Ar fresco, repouso, posição semideitada, respiração artificial, caso seja indicada, arrefecimento, e recorra a cuidados médicos.
Pele	PODE SER ABSORVIDA! Rubor, queimaduras da pele, sensação de ardor (para mais informações, ver Inalação).	Luvas de protecção, vestuário de protecção.	Dispa as roupas contaminadas, lave abundantemente a pele com água e sabão, e recorra a cuidados médicos.
Olhos	Rubor, dor, perda de visão.	Óculos de protecção contra produtos químicos ou viseira.	Em primeiro lugar, lave abundantemente com muita água durante vários minutos (remova as lentes de contacto, se for fácil) e leve, em seguida, o ferido a um médico.
Ingestão	Cãibras abdominais, tosse, diarreia, náusea, respiração ofegante, inconsciência, vômito, fraqueza (para mais informações, ver Inalação).	Não coma, não beba e não fume durante o trabalho.	Lave a boca, dê muita água a beber, provoque o vômito (APENAS EM PESSOAS CONSCIENTES!) (ver Notas).

TRATAMENTO DE DERRAMES	ARMAZENAMENTO	EMBALAGEM E ETIQUETAGEM
Evacue a área de perigo, varra a substância que vazou para um contentor fechado, recolha cuidadosamente os restos, depois remova para um lugar seguro (protecção individual suplementar: aparelho de protecção respiratória com filtro P2 para partículas nocivas).	Dispositivo para conter o efluente formado a partir da extinção do fogo; separado de oxidantes fortes; manter numa sala bem ventilada.	Haz Class da ONU: 6.1 Pack Group da ONU: III INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE A ETIQUETAGEM: Consultar legislação nacional

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

VER INFORMAÇÃO IMPORTANTE NO VERSO

ICSC: 0069 V 1.1
 ADVERTÊNCIA LEGAL IMPORTANTE NO VERSO

Preparado no contexto de cooperação entre o PISQ e a CCE
 (C) Programa Internacional de Segurança Química — Comunidades Europeias, 1992.

DADOS IMPORTANTES	<p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO CRISTAIS INCOLORES TIPO AGULHA OU SÓLIDOS EM VÁRIAS FORMAS, COM ODOR CARACTERÍSTICO</p> <p>PERIGOS QUÍMICOS: A substância decompõe-se por aquecimento forte acima de 200°C, produzindo fumos e gases tóxicos (ácido clorídrico — Ver FISQ #0163, dioxinas, fenóis clorados). Reage violentamente com oxidantes e com água, causando perigo de incêndio e de explosão.</p> <p>VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL: VLMA: 0,5 ppm (como MPT) (pele) (ACGIH 1989-1990).</p> <p>VIAS DE EXPOSIÇÃO: A substância pode ser absorvida pelo corpo por inalação ou através da pele, e por ingestão.</p>	<p>EFEITOS DA EXPOSIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO: A substância irrita os olhos e a pele. A substância é corrosiva para o aparelho respiratório. A inalação desta substância pode causar edema pulmonar (ver Notas). A exposição poderá causar paragem cardíaca levando à morte. Os efeitos podem ser retardados. É indicada a observação por um médico.</p> <p>EFEITOS DA EXPOSIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO OU DE DURAÇÃO REPETIDA: O contacto repetido ou prolongado com a pele pode causar dermatite. A substância pode afectar o sistema nervoso central, os pulmões, o fígado e os rins.</p>
	<p>PROPRIEDADES FÍSICAS</p> <p>Ponto de ebulição (decompõe-se): 309°C Ponto de fusão: 191°C Densidade relativa (água = 1): 1,98 Solubilidade em água, g/100 ml a 20°C: 0,001 Pressão de vapor, Pa a 20°C: 0,02 Densidade relativa do vapor (ar = 1): 9,2 Densidade relativa da mistura de vapor/ar a 20°C (ar = 1): 1,00</p>	<p>O coeficiente de partição octanol/água como log P_{ow}: 5,01</p>
	<p>DADOS AMBIENTAIS</p> <p>Esta substância pode ser perigosa para o ambiente; deverá ser dada uma atenção especial ao ar interior, ao meio ambiente aquático e às águas subterrâneas.</p>	
NOTAS		
<p>O produto comercial (que pode encontrar-se numa solução) contém impurezas muito tóxicas (dioxinas). Frequentemente, os sintomas de edema pulmonar só se manifestam passadas algumas horas e são agravados devido a esforços físicos. Por essa razão, é essencial repouso e observação médica. Deverá considerar-se a administração imediata de um medicamento apropriado, em vaporizador, feita por um médico ou pessoa por ele autori-</p>	<p>zada. O cheiro é insuficiente quando o valor limite de exposição é ultrapassado!</p> <p>Pele/PRIMEIROS SOCORROS: Use luvas de protecção durante a administração de primeiros socorros.</p> <p>Ingestão/PRIMEIROS SOCORROS: use luvas de protecção quando provocar vômitos, e recorra a cuidados médicos. NÃO dê aspirina.</p>	<p>Nota: NÃO PROVOQUE O VÔMITO SE O PENTACLOROFENOL TIVER SIDO DISSOLVIDO EM DERIVADOS DE PETRÓLEO.</p> <p>Código da NFPA: H 3; F 0; R 0 (Informação apenas para Na sal).</p>
INFORMAÇÕES ADICIONAIS		
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>		
ICSC: 0069	© Programa Internacional de Segurança Química — Comunidades Europeias, 1992	PENTACLOROFENOL
<p>ADVERTENCIA LEGAL Nem a CCE nem o PISQ nem nenhuma pessoa actuando em nome da CCE ou do PISQ são responsáveis pelo uso que possa ser feito desta informação. Esta ficha traduz a opinião colectiva da Comissão Internacional de Higiene do PISQ e pode nem sempre reflectir os requisitos de legislação nacional relativa a esta matéria. O utilizador deve, pois, verificar se as fichas estão conformes com a legislação nacional respectiva.</p>		

ANEXO B

Questionário – “Os Cientistas”

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Questionário OS CIENTISTAS

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

1. Como achas que é um cientista?
(preenche a seguinte grelha de características)

	1	2	3	4	5	
Descuidado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cuidadoso
Estúpido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inteligente
Preguiçoso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Trabalhador
Sem imaginação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Imaginativo
Egoísta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Atencioso
Com espírito “fechado”	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Com espírito “aberto”
Aborrecido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Entusiástico
Não artístico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Artístico
Desumano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Humano
Irresponsável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Responsável
Sem religião	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Religioso
Não preocupado com a paz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Preocupado com a paz

2. Esboça o desenho de um cientista e, de acordo com o teu desenho, completa as alíneas a seguir.

- Sexo: M F
- Idade: 10 20 30 40 50 60 (anos)

• Características da sua aparência: _____

• O que é que o cientista está a fazer no teu desenho?

• Onde está o cientista no teu desenho?

3. Descreve-te a ti próprio, preenchendo a seguinte grelha de características, como o fizeste para descrever um cientista.

	1	2	3	4	5	
Descuidado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cuidadoso
Estúpido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inteligente
Preguiçoso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Trabalhador
Sem imaginação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Imaginativo
Egoísta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Atencioso
Com espírito "fechado"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Com espírito "aberto"
Aborrecido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Entusiástico
Não artístico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Artístico
Desumano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Humano
Irresponsável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Responsável
Sem religião	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Religioso
Não preocupado com a paz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Preocupado com a paz

4. O que é que mais te influenciou na imagem que tens de um cientista? (selecciona três opções)

- | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Desenhos animados | <input type="radio"/> | Filmes | <input type="radio"/> | Livros escolares | <input type="radio"/> |
| Visitas de estudo | <input type="radio"/> | Internet | <input type="radio"/> | Jornais | <input type="radio"/> |
| Professores | <input type="radio"/> | Pais | <input type="radio"/> | Biografias de cientistas | <input type="radio"/> |
| Televisão | <input type="radio"/> | (diz qual o programa) : _____ | | | |
| Outros | <input type="radio"/> | : _____ | | | |

5. Conheces alguém que possas considerar “um cientista”? Porquê? (se não conheceres alguém, escreve ninguém e diz porquê)

Quem: _____

Porquê: _____

6. Há algum cientista que respeitas? Porquê?

Cientista: _____

Porquê: _____

ANEXO C

Bibliografia fornecida aos alunos sobre os pesticidas

o Sites na Internet:

<http://www.deco.proteste.pt/sabordosaber/cap4/pesticidas.htm>

<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/09ProdQui/112TiposPest.htm>

<http://www.farmacia.med.br/pesticidas.htm>

o Extractos de livros e revistas:

Belos Ares – Guia do Bem-Estar, Expresso e Notícias Médicas, pp. 8-9.

Carapeto, Cristina – *Poluição das Águas: Causas e Efeitos*, Universidade Aberta, Lisboa, 1999, pp. 67-91.

Ramos, M. *et al.* – *Da Ciência à Tecnologia*, Química 9º Ano, Escolar Editora, Lisboa, 1995, p. 159.

o Folheto Informativo da AGROBIO

(ver páginas 3 e 4 deste anexo)

o Documentação retirada da Internet

(ver páginas 5 a 24 deste anexo)

SOBRE AGRICULTURA BIOLÓGICA

A Agricultura Biológica tem como objectivos:

Produzimentos de elevada qualidade nutritiva, sem resíduos de produtos químicos tóxicos.



Manter e melhorar a longo prazo a fertilidade dos solos.



Evitar todas as formas de poluição agrícola;



Reduzir ao mínimo o consumo de energia fóssil e utilizar os recursos locais;



Permitir aos agricultores uma melhor valorização das suas produções e uma dignificação da sua profissão;



Praticar métodos de pecuária que tenham em conta as necessidades fisiológicas dos animais, e princípios éticos.



Existem actualmente técnicas que permitem conseguir em agricultura biológica boas produções tanto em quantidade como em qualidade.

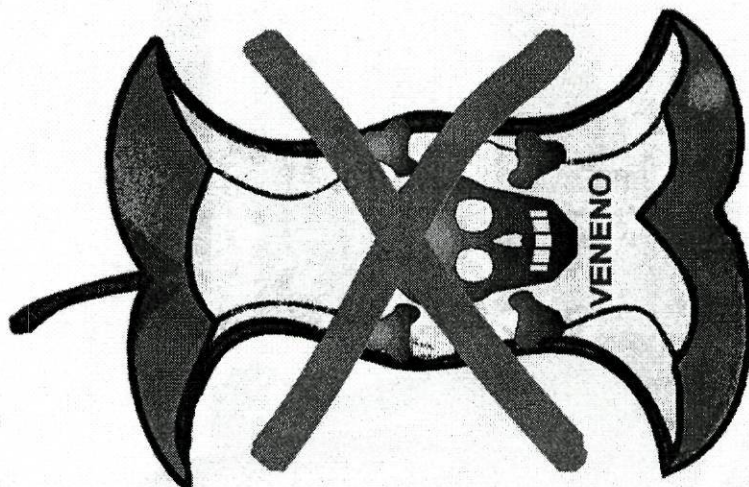
AGROBIO

Associação Portuguesa de Agricultura Biológica
Calçada da Tapada, 48, R/C, D.º - 1300 LISBOA
TELEFONES: (01) 3641354 / 3623585. FAX: 3623586



apoio / IPAmb
Instituto de Promoção Ambiental

MENOS PESTICIDAS



MAIS VIDA

O QUE É UM PESTICIDA?

É chamada de pesticida toda a substância que pela sua toxicidade directa ou indirecta, combate as pragas, as doenças e as infestantes das culturas agrícolas.

No entanto a sua toxicidade não se limita aos inimigos das culturas onde é aplicado, mas estende-se igualmente a outros organismos, auxiliares e predadores, espécies cinegéticas e inclusive ao próprio Homem.

Em Portugal são comercializados 679 pesticidas (produtos comerciais) tendo como base cerca de 230 substâncias activas.

ONDE SE APLICA

Os pesticidas actualmente são aplicados em quase todos os tipos de cultura agrícola, desde a cultura de alfalfa até aos pomares, passando pelos trigais e milheirais, entre outros.

Em Portugal são aplicados anualmente, cerca de 23000 toneladas de pesticidas, sendo o nosso país o 5º maior consumidor a nível mundial.

QUAIS OS PRINCIPAIS RISCOS

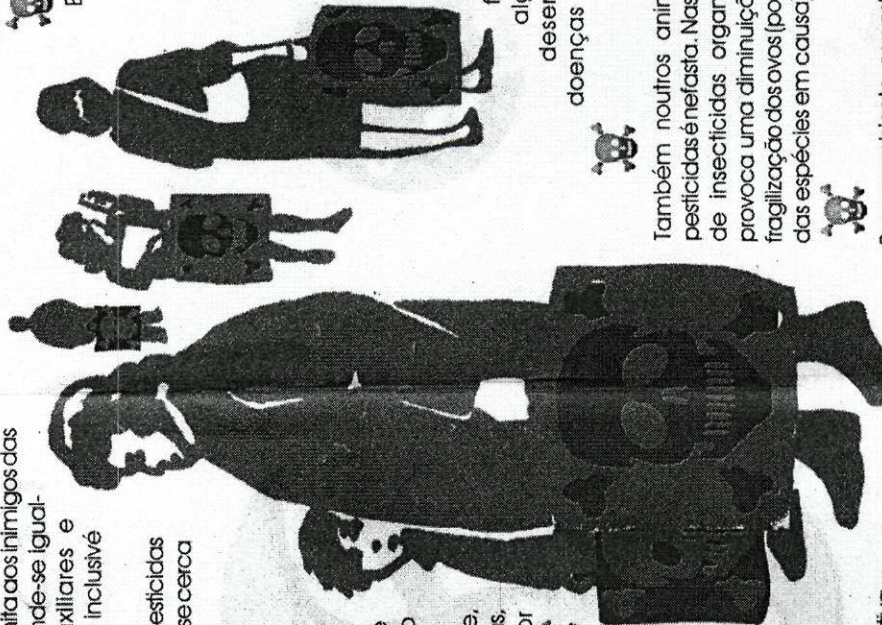
O perigo de alguns dos pesticidas ainda comercializados em Portugal, é o de terem uma elevada toxicidade, logo a partir de quantidades muito reduzidas intoxica ou mesmo mata.

O pesticida mais tóxico (substância activa aldicarbe) comercializado em Portugal e comum nas explorações agro-pecuárias, uma grama chegaria para provocar a morte de 18 homens, com 60 kg de peso, por ingestão, se o homem tiver a mesma sensibilidade ao aldicarbe que o rato em que o pesticida é testado.

Entanto, não só a morte é provocada pela ingestão por contacto com pesticidas. Ao aplicá-los estamos a contaminar o meio envolvente; assim estamos a introduzir pesticidas em todas as cadeias alimentares, havendo uma crescente acumulação da erva para o animal e deste para o Homem.



Está cientificamente provado que a exposição a pesticidas, além de provocar malformações nos fetos e reduzir algumas funções biológicas, quer a adultos quer a adolescentes, provoca perda de defesa contra algumas doenças, a diminuição da acentuada da fertilidade, e em alguns casos até o desenvolvimento de doenças cancerígenas.



Também noutros animais a presença de pesticidas é nefasta. Nas aves, a concentração de insecticidas organoclorados (Ex. DDT), provoca uma diminuição das posturas e uma fragilização dos ovos (podendo levar à extinção das espécies em causa).

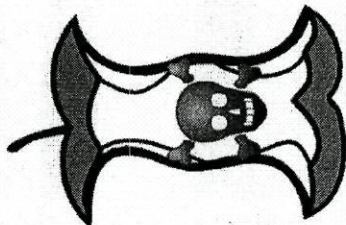


Para o ambiente, os pesticidas têm igualmente uma influência bastante prejudicial. Por exemplo, o brometo de metilo (usado para desinfeção de solos de estufas) é 30 vezes mais nocivo que os CFC's (presentes nos aerossóis, frigoríficos, etc.) para a camada de ozono, julgado responsável pela destruição até à data de cerca de 10% desta.

LISTA DOS MAIS TÓXICOS

Nesta tabela apresentam-se alguns dos nomes das substâncias activas de pesticidas altamente tóxicos. Estas podem ser identificadas em qualquer rótulo.

Substância activa	Dose Letal Oriz mg/kg	Dose Letal Derman (peles) mg/kg
aldicarbe	0,93	5
metilrite	4	4
paratibo	4	7
carbolfuto	5	665
foraltes	6	150
conferência	10	31
carfios	11	220
metilrite	17	1600
endosulfão	18	74
metiramidas	18,9	118



ALGUMAS SOLUÇÕES

- utilizar os pesticidas sempre segundo as indicações recomendadas no rótulo;
- não usar mais quantidade que a recomendada, porque isto provoca as chamadas "resistências", fazendo com que nas próximas aplicações o pesticida não seja eficiente.
- cumprir o intervalo de segurança após a aplicação dos pesticidas;
- a aplicação da Agricultura Biológica, sem o uso de pesticidas químicos de síntese e o combate às pragas, doenças e infestantes através da Luta Biológica;
- a aplicação da protecção integrada e da agricultura sustentável, com reduções importantes do uso de pesticidas.

www.cdpr.ca.gov

Pesticide

info

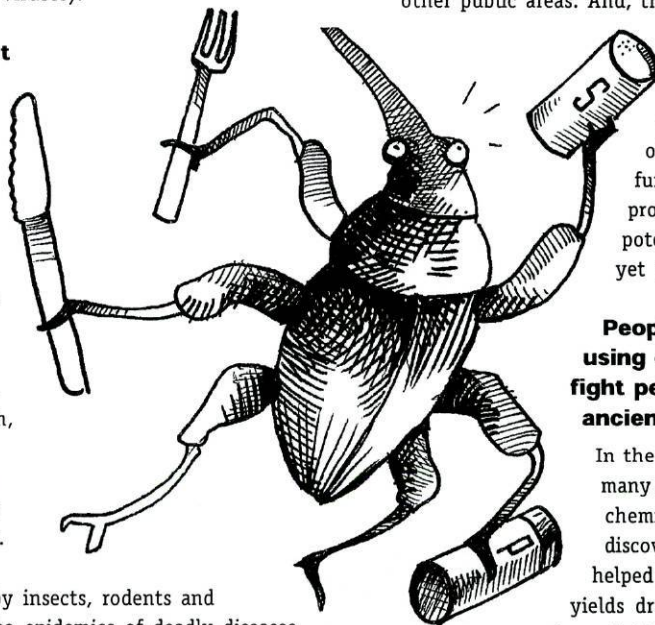
WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

What is a pesticide?

People often think pesticide means insecticide. Actually, pesticide refers to not only insecticides but many other kinds of chemicals. A pesticide is any substance intended to control, destroy, repel, or attract a pest. Any living organism that causes damage or economic loss or transmits or produces disease may be the target pest. Pests can be animals (like insects or mice), unwanted plants (weeds), or microorganisms (like plant diseases and viruses).

Throughout history, pests have caused problems.

Dinosaurs may be extinct but a prehistoric creature of another sort, the cockroach, has been crawling the earth for 350 million years. Diseases transmitted by insects, rodents and bacteria led to epidemics of deadly diseases like bubonic plague and yellow fever. Famines resulted when locusts, molds and other pests destroyed crops. During Ireland's great potato famine 150 years ago, a third of the nation's population died. It was caused by a fungus that pesticides can now control.



Pesticides may be natural or synthetic.

They may even be living, pest-destroying organisms such as *Bacillus thuringiensis*. Many household products also contain pesticides. They can include toilet bowl cleaner, disinfectant, cleanser, mildew remover, and ant and roach spray. Herbicides are pesticides used to control weeds on lawns and along roadways, in parks and other public areas. And, thanks to

fungicides, food today is virtually free of mold and other types of fungi. (Some fungi produce the most potent carcinogens yet discovered.)

People have been using chemicals to fight pests since ancient times.

In the late 1940s, many new kinds of chemicals were discovered. They helped increase crop yields dramatically and made available plentiful grains and a bountiful variety of inexpensive fruits and vegetables. However, during the 1960s, we became aware that pesticide use had its costs. Concern increased about potential health effects, environmental



California Department of
Pesticide Regulation
1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and
Environmental Monitoring
916-445-3980

BRANCHES:
Environmental Monitoring
916-324-4100

Pest Management
and Licensing
916-324-4100

Pesticide Enforcement
916-445-3920

Division of Registration
and Health Evaluation
916-445-3984

BRANCHES:
Worker Health and Safety
916-445-4222

Medical Toxicology
916-445-4233

Pesticide Registration
916-445-4400

Division of
Administrative Services
916-445-4140

Information Technology
916-445-4110

Personnel
916-322-4553

contamination, and effects on wildlife. Some pests became immune to many pesticides. This all led to stricter pesticide regulation nationally and in California. In the 1980s and 1990s we have seen more widespread use of biological, cultural, and physical pest controls combined with judicious pesticide use. The goal is to combine them in a way that minimizes economic, health, and environmental risks.

Because most pesticides are designed to be toxic to their target pest – and because any substance can be harmful if used improperly – pesticide use is strictly controlled. The California Department of Pesticide Regulation (DPR) protects human health and the environment by regulating pesticide sales and use and by fostering reduced-risk pest management. The Department's strict oversight includes product evaluation and registration, environmental monitoring, residue testing of fresh produce, and local use enforcement administered by the county agricultural commissioners.

Here are some common kinds of pesticides:

Algicides. Control algae in swimming pools, lakes, canals, and water used industrially or stored.

Attractants. Attract pests (for example, lure an insect or rodent to a trap). Pheromones are chemical sex attractants often used to confuse mating behavior of insects.

Biocides. Kill microorganisms.

Disinfectants and sanitizers. Kill or inactivate disease-producing microorganisms (bacteria, viruses, etc.) on inanimate objects

Fungicides. Kill fungi (many of which can infect and cause diseases in plants, animals, and people; examples of disease-causing fungi: rusts, mildews, blights, and molds).

Fumigants. Produce gas or vapor intended to destroy insects, fungi, bacteria, or rodents, used to disinfest interiors of buildings as well as soil before planting.

Herbicides. Kill weeds and other plants that grow where they are not wanted.

Insecticides. Kill insects and other "bugs".

Miticides. Also called acaricides, kill mites that feed on plants and animals.

Microbials. Microorganisms that kill, inhibit, or outcompete pests, including insects or other microorganisms.

Molluscicides. Kill snails and slugs.

Nematicides. Kill nematodes (microscopic, wormlike organisms that feed on plant roots).

Ovicides. Kill eggs of insects and mites.

Repellents. Repel pests, including birds and insects (for example, mosquitoes, fleas or ticks).

Rodenticides. Control mice and other rodent pests.

The term pesticide also includes related substances:

Defoliants. Cause leaves or foliage to drop from a plant, usually to facilitate harvest.

Desiccants. Promote drying of living tissues – unwanted plant tops or insects, for example.

Insect growth regulators. Disrupt the action of insect hormones controlling molting, maturity from pupal stage to adult, or other life processes.

Plant growth regulators. Substances (excluding fertilizers or other plant nutrients) that alter the expected growth, flowering, or reproduction rate of plants through hormonal rather than physical action.

Because any substance can be harmful if used improperly, pesticide use is strictly controlled.



**California Department of
Pesticide Regulation**

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300
www.cdpr.ca.gov

**Division of Enforcement
and Environmental Monitoring**

916-445-3980

BRANCHES:

Enforcement

916-324-4100

Environmental Monitoring

916-324-4100

**Pest Management
and Licensing**

916-324-4100

**Division of Registration
and Health Evaluation**

916-445-3984

BRANCHES:

Worker Health and Safety

916-445-4222

Medical Toxicology

916-445-4233

Pesticide Registration

916-445-4400

**Division of
Administrative Services**

916-445-4140

Information Technology

916-445-4110

Personnel

916-322-4553

WHAT YOU NEED TO KNOW about

CALIFORNIA DEPARTMENT OF PESTICIDE REGULATION

Assessing the health risk of pesticides

THE MISSION of Cal/EPA's Department of Pesticide Regulation (DPR) is to ensure that people and the environment are protected from adverse (harmful) effects that may be associated with pesticide use. Determining what those impacts might be and under what circumstances they can occur is essential to an effective regulatory program. When this information is known, measures can be taken to limit exposures so that adverse effects can be avoided.

There are more than 865 active ingredients registered as pesticides, which are formulated into thousands of pesticide products available in the marketplace. About 350 pesticides are used on the foods we eat and to protect our homes and pets.

DPR scientifically evaluates the hazards of pesticides before they can be sold in California. Chemicals already in use are also subject to periodic reevaluation. Risk assessment plays a critical role in this process and is often the driving force behind new regulations and other use restrictions. DPR takes a multimedia approach to risk assessment and assesses potential dietary, workplace, residential, and ambient air exposures.

What is risk assessment?

Toxicity is an inherent property of all substances. All chemical substances can produce adverse health effects at some level of exposure. In this context, risk is the likelihood that an adverse health effect will result from an exposure (or exposures) to a particular amount (dose) of a chemical. Therefore, risk is a function of both toxicity and exposure. Risk assessment is a process designed to answer questions about how toxic a chemical is, what exposure results from its various uses, what is the probability that use will cause harm, and how to characterize that risk.

A 1997 evaluation of Cal/EPA risk assessment policies and practices said that although "risk assessment is known to have considerable uncertainty, and there are difficulties in applying this imperfect process to decision-making, ... (it) helps prevent arbitrary decisions by providing a systematic means of incorporating scientific information into decision-making." In this light, DPR conducts health risk assessments on pesticide active ingredients to find out if they are being used (or can be used under modified conditions) in a way that is safe for both users and the general population.

DPR: A Department of the California Environmental Protection Agency

The 1997 review concluded that DPR's risk assessment practices are generally consistent with the systematic scientific framework used by the U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) and similar regulatory agencies. Where differences exist, they mostly arise from differences in law, or from situations where California differs significantly from the average for the U.S., such as in diet, climate, agricultural practices, or population demographics.

How are risk assessments conducted?

DPR, like U.S. EPA and other agencies, views risk assessment as consisting of four elements:

- Hazard identification
- Dose-response assessment
- Exposure assessment
- Risk characterization

Hazard identification involves the review and evaluation of a chemical's toxic properties - the extent and type of adverse health effects. Laboratory studies on animals are generally used to define the types of toxic effects caused by a chemical and the exposure levels (doses) at which these effects may be seen. In evaluating chemicals, scientists must determine the exposure level at which adverse effects would not be expected to occur.

Dose-response assessment considers the toxic properties of a chemical and determines the lowest dose of the chemical that results in an adverse effect. State and federal tests require that laboratory animals receive high enough doses to produce toxic effects. Animals receive a wide range of exposures, including doses that may be much higher than those to which people might be exposed. There also are doses at which no ill effects occur in the test animals. Within that range of doses, the highest tested dose that does not cause adverse effects is the "no observed effect level" (NOEL).

Uncertainty factors are mathematical adjustments used when scientists have some but not all information. One way they are used in risk assessments is to compensate for uncertainties in the process that estimates the dose level in humans at which there is reasonable certainty that the identified adverse effects will not occur. As a default, if the toxicity studies are based on animals, we generally use an uncertainty factor of 10 to account for assumed differences in sensitivity between humans and experimental animals to a chemical (an assumption that the least sensitive humans are 10 times more sensitive than the most sensitive animal species). An additional uncertainty factor of 10 is used to address differences in sensitivity among humans (this assumes that the most sensitive human is 10 times more sensitive than the least sensitive human). This results in a total uncertainty factor of 100.

Exposure assessment is the process of finding out how people come into contact with the pesticide, how often and for how long they are in contact with the substance, and how much of the substance they are in contact with. It includes an estimate of people's potential exposure to a chemical at work, at home, or in their diets.

Exposure may be of short duration (acute, occurring once or for a short time), intermediate duration (subchronic, generally one to three months), or long-term (chronic, generally one year to lifetime). Rates of exposure are determined for breathing (inhalation), eating or drinking (ingestion), or contact with the skin (dermal absorption), depending on the chemical and the ways people may be exposed to it.

Risk characterization quantifies the results of the risk assessment. Risk characterization combines hazard identification and dose-response assessment (generally based on animal studies) with exposure assessment (based on estimated human exposure).

Risk assessment is a process designed to answer questions about how toxic a chemical is, what exposure results from its various uses, what is the probability that use will cause harm, and how to characterize that risk.

For example, characterizing the risk to pesticide applicators requires estimating what dose of the chemical causes what effects (that is, the dose-response assessment), and what dose workers are exposed to (the exposure assessment). The results are often expressed in one of two ways. The first is as a margin of exposure, which is calculated by dividing the NOEL by the estimated human exposure. If the NOEL is based on a study using experimental animals, the benchmark margin of exposure would be 100 to assure that there is reasonable certainty that the effect will not occur in exposed people.

For cancer effects, risk is often expressed another way, as how much more likely it is that cancer will result from exposure to a chemical. Often, this is simplified in a kind of scientific shorthand, for example, a cancer risk of "one in a million" in a given population. This can give the inaccurate impression that science can determine that exactly one person in a million will develop cancer, that we can determine and measure the causes of all cancers. The inherent uncertainty in risk assessment means that risk assessors can only predict the probability of risk.

How does DPR collect the information used to assess risk?

DPR evaluates and registers pesticides before they are sold or used in California. The statutory guidelines require companies who wish to sell pesticides in California to submit tests and studies to DPR for evaluation. DPR's requirements for this data are very similar to those of U.S. EPA, although DPR sometimes requires some additional specific data (for example, on worker exposure, or potential to contaminate ground water). Registrants may conduct the studies themselves or hire laboratories to do testing.

Pesticide registration data requirements provide scientists with an extensive repository of information from which to make evaluations and draw conclusions. (This is not required for any other class of industrial chemicals; only pharmaceuticals are this extensively studied before use is allowed.) DPR scientists also research the entire scientific literature to locate additional information on pesticides, to ensure that their conclusions are based on the most accurate, timely information on potential hazards to human health.

Do other scientists review DPR's risk assessments?

Yes, DPR's risk assessments are subject to rigorous peer review by objective, nongovernmental scientists with expertise in the scientific disciplines covered in the assessment. DPR presents the four components of the risk assessment in a risk characterization document (RCD). The RCDs also contain a risk appraisal section, which delineates the limitations, assumptions, and uncertainties in the risk assessment. The initial RCD draft undergoes internal departmental peer review by DPR scientists. After completing departmental review, the RCD currently undergoes peer review by scientists at the Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA), another branch of Cal/EPA, and by scientists at U.S. EPA. DPR also uses other scientific experts for additional external peer review (e.g., scientists from the University of California). External peer review provides critical information for DPR on the scientific completeness of its documents. DPR reviews the comments, responds to the reviewers, and makes changes as appropriate. In addition, as new data become available, DPR may update the RCD with appendices.

How does DPR use the results of a risk assessment?

DPR management reviews the results of the risk assessment and determines if the calculated risks are unacceptable (that is, an inadequate margin of exposure or a significant cancer risk). If risks are unacceptable, DPR then determines if risks can be controlled or mitigated. This is part of the risk management process.

Risk managers use risk assessment as an important tool to determine the acceptability of a level of exposure and then reduce exposures to that level. Risk management, unlike risk assessment, is not based solely on scientific considerations, since it also involves social, economic, and legal considerations to make regulatory and policy decisions.

The process of risk assessment

is separate from
risk management.

Risk assessment often drives
risk management, but risk
management cannot and does
not drive risk assessment .

What is risk management?

Risk management is the evaluation and selection of mitigation options. Risk managers use risk assessment as an important tool to determine the acceptability of a level of exposure and then reduce exposures to that level. Unlike risk assessment, risk management is not based solely on scientific considerations, since it also involves social, economic, and legal considerations to make regulatory and policy decisions. DPR considers these factors in analyzing the possible regulatory responses to potential health hazards. The process is necessarily subjective in that it requires value judgments on the acceptability of risks and the reasonableness of control measures. However, the bottom line is simple: DPR will not allow a chemical to be used unless it can be used safely.

The process of risk assessment is separate from risk management. Risk assessment often drives risk management, but risk management cannot and does not drive risk assessment at DPR. Risk assessments and risk management options are developed by separate DPR branches and are described in separate formal documents.

The National Academy of Sciences (NAS) seminal 1983 report, *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*, formed the foundation for the risk assessment process in general and for regulatory agencies in particular. In this report, the NAS specifically addressed the separation of risk assessment and risk management. Contrary to oft-repeated misinterpretations, the report did not recommend an organizational separation of risk assessment and risk management (that is, placing the two processes in separate organizations). Rather, the report recommended the maintenance of a "clear conceptual distinction between assessment of risks and consideration of risk management alternatives; that is, the scientific findings and policy judgments embodied in risk assessments should be explicitly distinguished from the political, economic, and technical considerations that influence the design and choice of regulatory strategies."

What other departments conduct risk assessment and risk management activities?

DPR is not the only State agency that conducts both. The Department of Toxic Substances Control assesses exposure to various hazardous chemicals and manages the associated risks. The Department of Fish and Game assesses ecological toxicology and exposure of aquatic and terrestrial organisms to various chemicals, and jointly manages the associated risks with the State and Regional Water Boards; and the Department of Health Services determines human exposure to chemicals in drinking water and manages the associated risks. OEHHA conducts risk assessments and has a statutorily mandated "joint and mutual responsibility" with DPR for the development of regulations regarding pesticides and worker safety. The development of regulations relating to worker safety is a risk management activity.

What is the reputation of DPR's risk assessment activities?

DPR's current risk assessment activities are state of the art and widely recognized to be world-class and scientifically sound. DPR separates its risk management activities from its risk assessment function, so that risk management decisions are made transparently, using the recommendations from the risk assessors. Additionally, risk assessments are subjected to rigorous peer review by academic experts both within and outside of California.



Single copies of this
handout are available
from DPR by calling
916-445-3974,
or can be downloaded
from DPR's Web site,
www.cdpr.ca.gov,
"Consumer Fact Sheets."

DPR: A Department of the California Environmental Protection Agency

RA 5-03

www.cdpr.ca.gov

Pesticide

info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Emergency! What to do when accidents happen



California Department of
Pesticide Regulation
1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and
Environmental Monitoring
916-445-3980

BRANCHES:
Environmental Monitoring
916-324-4100

Pest Management
and Licensing
916-324-4100

Pesticide Enforcement
916-445-3920

Division of Registration
and Health Evaluation
916-445-3984

BRANCHES:
Worker Health and Safety
916-445-4222

Medical Toxicology
916-445-4233

Pesticide Registration
916-445-4400

Division of
Administrative Services
916-445-4140

Information Technology
916-445-4110

Personnel
916-322-4553

Despite what many of us might think, no substance is inherently safe or unsafe. Any substance – even the most innocuous – can be harmful if you are exposed to too much of it. Pesticides are designed to be toxic to the target pest while being safe to the people that use these chemicals. However, accidents and misuse occur and they can cause illness or injury. The potential for a pesticide to cause injury depends upon several factors:

- **Toxicity.**

Toxicity is the potential a chemical, such as a pesticide, has for causing harm. Some pesticides have low human toxicity while others are extremely toxic.

- **Dose.**

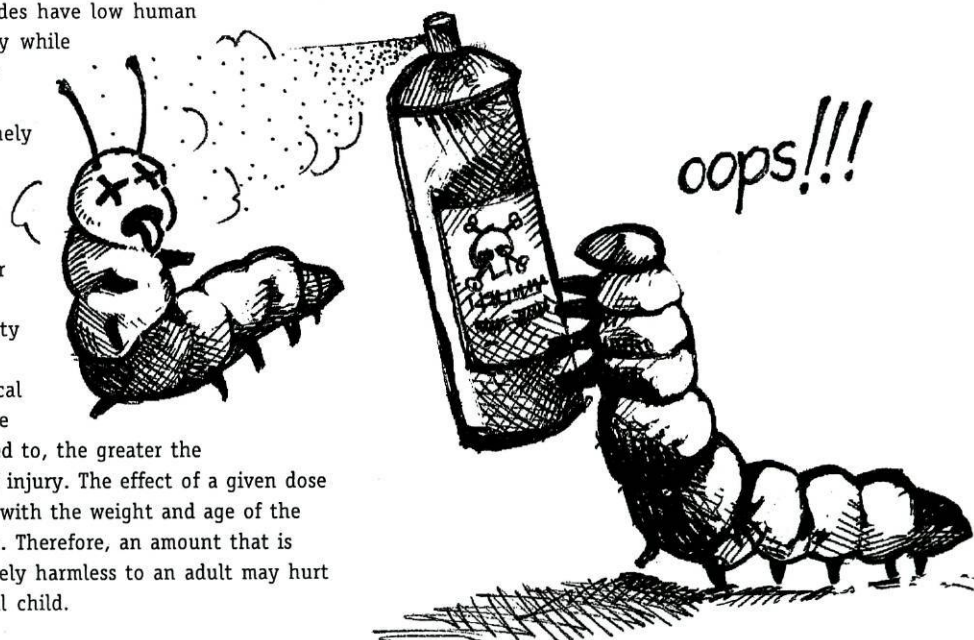
The greater the quantity of a chemical you are exposed to, the greater the risk of injury. The effect of a given dose varies with the weight and age of the person. Therefore, an amount that is relatively harmless to an adult may hurt a small child.

- **Route of absorption.**

How a body comes in contact with chemicals. Some common routes of exposure are dermal (skin), oral (by mouth), and inhalation (breathing). Swallowing a pesticide usually creates the most serious problem. However, the most common route of absorption of pesticides is through the skin.

- **Duration of exposure.**

The longer a person is exposed, the more chemical their body absorbs.



After you have administered first aid, you should get medical help immediately. If someone develops symptoms after using or being around pesticides, call toll-free 1-800-876-4766. This will connect you to the closest Poison Control Center,

- **Physical and chemical properties**

Some pesticides evaporate more readily than others, so they can be more easily inhaled. Some break down quickly on surfaces, others last longer. These qualities affect the potential risk of overexposure.

- **Population at risk**

Persons who run the greatest danger of pesticide illness are those whose exposure is highest, such as workers who mix or apply pesticides. However, consumers who use pesticides in their homes may also be overexposed, especially if they do not follow carefully the instructions on the container label.

Recognizing pesticide poisoning

Like other chemicals, pesticides may produce injury externally or internally.

Pesticides can cause contact-associated skin irritation or allergies. Symptoms of irritation include redness, itching, or pimples. Allergic skin reactions may produce redness, swelling, or blistering. The mucous membranes of the eyes, nose, mouth, and throat are also quite sensitive to chemicals. Stinging and swelling can occur.

Internal injuries may occur depending upon where a chemical is transported in the body or what organ is affected. Shortness of breath, excessive saliva and rapid breathing may occur because of lung injury. Other symptoms to watch for include nausea, vomiting, diarrhea, headache, or dizziness.

First aid for pesticide poisoning

Appropriate first aid treatment depends on which pesticides were used. Here are some tips that may precede but should not substitute for medical advice or treatment:

- **Poison on skin**

Irrigate the area with running water for 10 to 15 minutes. Meantime, call a physician or a poison control center for further treatment advice. Later, discard contaminated clothing or wash it thoroughly, separate from your other laundry.

- **Poison in eye**

Open eyelid and wash the eye slowly and gently with water. Continue eye irrigation for 10 to 15 minutes. Call a physician or a poison control center for further advice.

- **Inhaled poison**

Take the victim to fresh air. If unconscious, give artificial respiration and call for paramedic assistance. Call a physician or a poison control center for further advice.

- **Swallowed poison**

If the person is alert and able to swallow, dilute the ingested substance with sips of milk or water. Call a physician or a poison control center for further treatment advice.

After you have administered first aid, you should get medical help immediately. If someone develops symptoms after using or being around pesticides, call your local Poison Control Center. Dialing toll-free 1-800-876-4766, from anywhere in California, will get you free information on what to do.

Ask if the symptoms are pesticide-related and what you should do – being too cautious is better than not. Be sure to have the pesticide container when you call. Medical personnel will ask what the chemical is. Overexposure to certain chemicals causes characteristic symptoms and the doctor needs to know what the chemical is before prescribing treatment. If you are advised to seek treatment at an emergency room or physician's office, you should bring the product label to show your doctor.

To avoid problems, you should minimize your exposure when mixing and applying pesticides by wearing gloves and other protective clothing. Also be careful to follow the label instructions for mixing and application. Safe use depends on that.

Keep information handy

By calling 1-800-876-4766 from anywhere in California, you can reach your local Poison Control Center. Write it on the front of your telephone book or somewhere close to the phone so you have it ready in case of emergency.



Single copies of this
handout are available
by calling your
County Agricultural
Commissioner's office,
from DPR at
916-445-3974,
or can be downloaded
from DPR's Web site,
www.cdpr.ca.gov,
"Consumer Fact Sheets."

DPR: A Department of the California Environmental Protection Agency

#E03/June03

www.cdpr.ca.gov

Pesticide info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Don't drop the 'bomb' without safety check



California Department of Pesticide Regulation

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and Environmental Monitoring

916-445-3980

BRANCHES:

Environmental Monitoring
916-324-4100

Pest Management and Licensing
916-324-4100

Pesticide Enforcement
916-445-3920

Division of Registration and Health Evaluation

916-445-3984

BRANCHES:

Worker Health and Safety
916-445-4222

Medical Toxicology
916-445-4233

Pesticide Registration
916-445-4400

Division of Administrative Services

916-445-4140

Information Technology
916-445-4110

Personnel
916-322-4553

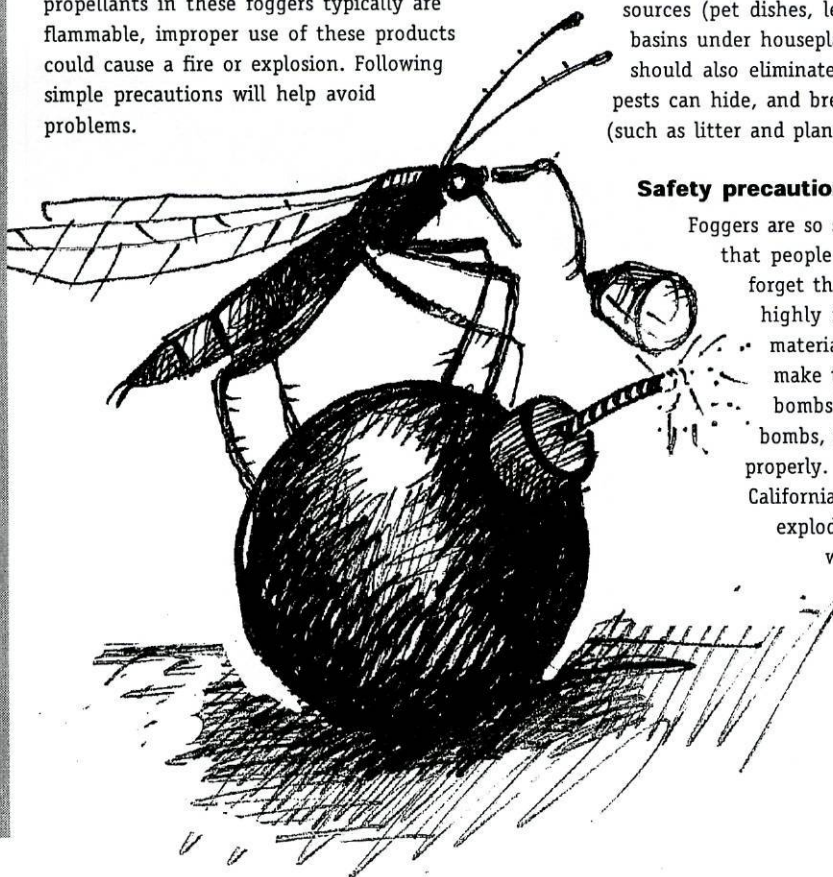
Total release foggers – sometimes called “bug bombs” – are pesticide products that fog an area. These products contain aerosol propellants that quickly release an insecticide fog after you trigger the mechanism. People use foggers in their homes to kill cockroaches, fleas, and other pests. Because the aerosol propellants in these foggers typically are flammable, improper use of these products could cause a fire or explosion. Following simple precautions will help avoid problems.

Pest prevention comes first

The most effective way to reduce the need for pesticides is to use control methods to reduce or eliminate pest problems. Around the home this might include removing sources of food (such as crumbs on the floor, food in open dishes on the countertop) and water sources (pet dishes, leaky pipes, basins under houseplants). You should also eliminate places where pests can hide, and breeding sites (such as litter and plant debris).

Safety precautions

Foggers are so simple to use that people sometimes forget they contain highly flammable materials that can make these “bug bombs” literally into bombs, if not used properly. Every year in California, bug bombs explode and catch fire when people ignore simple precautions.



Use no more pesticide than necessary

When people use too many foggers, flammable vapors can build up to dangerous levels and explode. Read and follow label directions for the recommended number of fogger aerosol cans to use. One 6-ounce or 8-ounce fogger is enough for apartments and other small residences. Generally, using no more than one ounce of product per 1,000 cubic feet of living area should eliminate the chance of fire and still be effective. (To calculate the cubic feet, multiply the height, width, and length of a room, and add the numbers together. For example, an 8-foot by 10-foot by 10-foot room has a volume of 800 cubic feet.)

Don't use more than one fogger per room. Don't use foggers in small, enclosed places, such as closets, cabinets, or under counters or tables. Never use in a room smaller than 5 feet by 5 feet. Instead, allow fog to enter from other rooms. Using too many foggers won't control pests better than using only the amount recommended on the product label. You will be wasting money and worse, putting yourself, your family, and your home at risk. If you think a single fogger won't work well enough, treat your home a second time, or try another, more effective pest control method. You may also wish to talk to the University of California Cooperative Extension office in your county about how to prevent pest infestations, and about nonchemical ways to control cockroaches, fleas, and other pests. You can find the phone number in your local phone book, usually with the local government listings.

**Use no more
than you need.**

**Turn off pilot lights and
other ignition sources.**

**Read and follow the
label instructions
carefully.**

Turn off ALL ignition sources

Accidents are most likely to happen if large amounts of propellant contact an ignition source. This can be an open flame, pilot light, or a spark from running electrical appliances that cycle on and off, such as refrigerators or air conditioners. Call your gas utility if you need assistance with your pilot lights.

Other important safety measures

You should follow these precautions with all pesticides, including foggers.

- Read label instructions before using the products, and follow them closely.
- Keep the products away from children in a locked cabinet or shed.
- Teach children not to touch pesticides and other household chemicals.
- Keep the telephone number of your area Poison Control Center near your telephone.
- Make sure children, pets, toys, and uncovered food are away from areas you are treating.
- Properly ventilate the area after treatment and before reoccupying it.

Questions?

If you have questions, call your county agricultural commissioner, who enforces pesticide laws locally. Look for the phone number in your local white pages, under county government headings, or on DPR's Web site <www.cdpr.ca.gov>, where you can also find more tips and information.

www.cdpr.ca.gov

Pesticide info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Don't play around with children and pesticides



California Department of Pesticide Regulation

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and Environmental Monitoring

916-445-3980

BRANCHES: Environmental Monitoring

916-324-4100

Pest Management and Licensing

916-324-4100

Pesticide Enforcement

916-445-3920

Division of Registration and Health Evaluation

916-445-3984

BRANCHES: Worker Health and Safety

916-445-4222

Medical Toxicology

916-445-4233

Pesticide Registration

916-445-4400

Division of Administrative Services

916-445-4140

Information Technology

916-445-4110

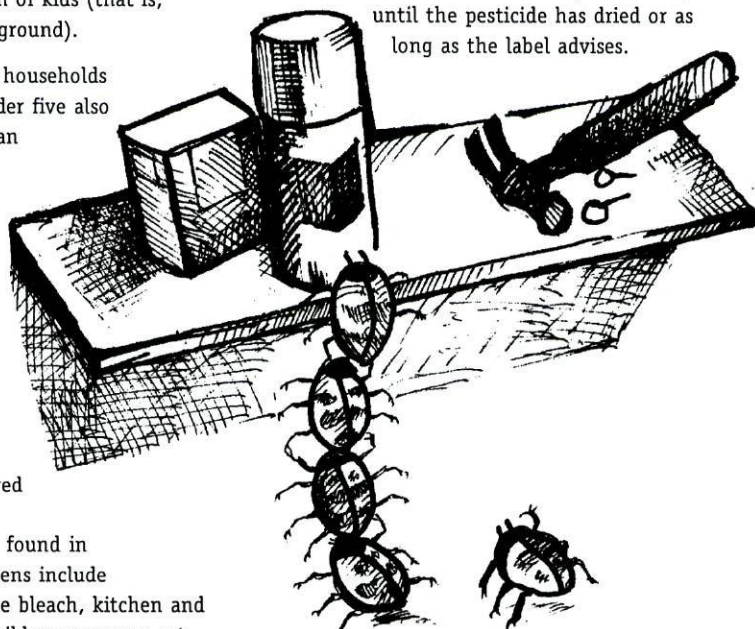
Personnel

916-322-4553

Although pesticides can be useful around your home and garden, they can also be dangerous if used carelessly or if not stored properly and out of the reach of children. When the U.S. Environmental Protection Agency surveyed American households, they found that: Almost half of all homes with children under five had at least one pesticide stored in an unlocked cabinet within the reach of kids (that is, within four feet of the ground).

- About 75 percent of households without children under five also stored pesticides in an unlocked cabinet within a child's reach. More than one in 10 pesticide poisonings happen in homes other than the child's home.
- Bathrooms and kitchens were the areas most likely to have improperly stored pesticides. Common household pesticides found in bathrooms and kitchens include roach sprays; chlorine bleach, kitchen and bath disinfectants; mildew removers; rat poison; insect and wasp sprays, repellents, and baits; and flea and tick shampoos and dips for pets. Other household pesticides include swimming pool chemicals and weed killers.

- Cal/EPA's Department of Pesticide Regulation offers these tips for safe pesticide use: Read the label before you use any product, and follow the directions to the letter, including all precautions and restrictions.
- Before applying pesticides (indoors or out), remove children and their toys as well as pets from the area. Keep them away until the pesticide has dried or as long as the label advises.



- NEVER transfer pesticides to other containers that children may associate with food or drink. Every year, children are poisoned by pesticides some unthinking adult placed in an empty soda bottle.

NEVER transfer pesticides to other containers that children may associate with food or drink. Every year, children are poisoned by pesticides some unthinking adult placed in an empty soda bottle.

- Always use household products in child-resistant packaging. And use the packaging properly by closing the container tightly after you are done.
- When applying insect repellents to children, read all directions first; do not apply over cuts, wounds or irritated skin; do not apply to eyes, mouth, hands, or directly on the face. Use just enough to cover exposed skin or clothing, but do not use under clothing.
- Put away pesticides immediately after use. If you are using a pesticide or other household chemical and are interrupted (perhaps by a phone call), stop to properly close the container and remove it from a child's reach.
- Always store pesticides where children can't reach them or even see them. Garden pesticides should be locked in a cabinet or shed. Put kitchen and bathroom cleaners and chlorine bleach behind locked doors as well. You can buy child-proof safety latches at your local hardware store to install on cabinets.
- Teach children to how to recognize and stay away from all poisonous materials, whether garden pesticides, household cleaners, or prescription drugs.
- Make sure grandparents, babysitters and other people your child may visit know how to make their homes safe.

- Don't stockpile pesticides – buy only enough pesticide to carry you through the use season.
- Better yet, look for solutions to your pest problems that call for less or no pesticide use.

Your county University Cooperative Extension office is a good source of information. Ask about "integrated pest management." With IPM, you work with nature to create an environment where it is hard for pests to survive. Techniques include cultural practices (such as mulching to prevent weeds), encouraging natural enemies ("good bugs"), and judicious use of pesticides (choosing a chemical that best targets the problem and poses the least risk to people and the environment).

If you have any questions about how to use, store, or dispose of pesticides, call your county agricultural commissioner, who enforces pesticide laws and regulations locally. The commissioner's phone number is with other county government numbers in the white pages of your phone book. Also check DPR's Web site at www.cdpr.ca.gov for more tips and information.

www.cdpr.ca.gov

Pesticide info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Read the label first!

Every pesticide product you buy comes complete with detailed instructions – right on the label. The label is your main source of information on how to use the product correctly, safely, and legally. If there is an accident or illness, the label identifies the pesticide active ingredient so medical personnel can provide proper treatment. It is where you find out about special safety measures needed to protect yourself, those around you, and the environment. Read the label.

The label helps you get maximum benefits at minimum risk. Read it before buying the pesticide. Read the label again, before using the pesticide, every time you use it. Do not trust your memory. Label instructions can change. Or you may have forgotten a key precaution. Using pesticides contrary to the label directions is illegal. More important, going against the instructions may also make the product ineffective and, even worse, hazardous.

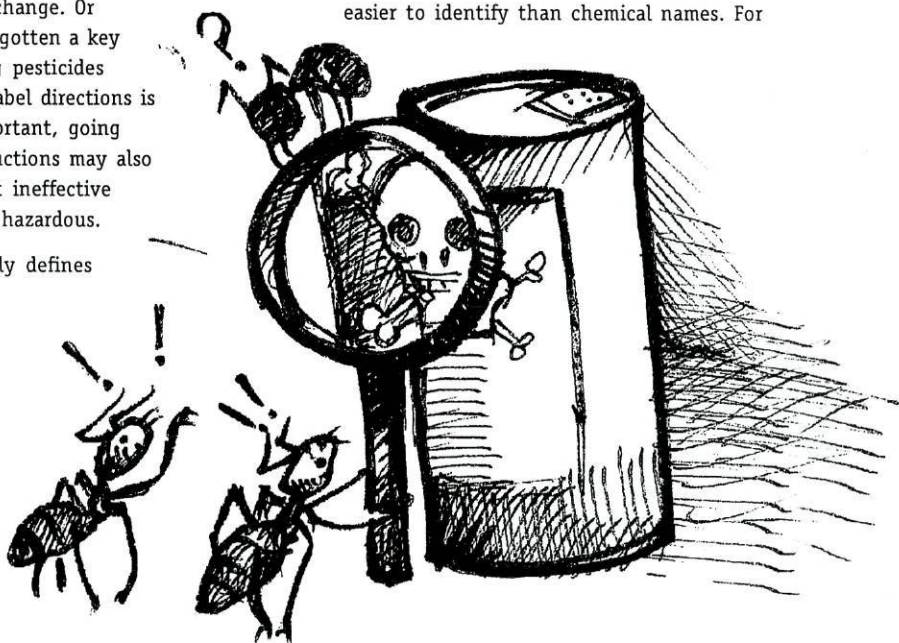
Federal law strictly defines what information manufacturers must put on pesticide labels. The label helps local, state and federal authorities control the distribution, storage,

sale, use, and disposal of pesticides. Before a manufacturer can sell a pesticide, the U.S. Environmental Protection Agency must approve its label language. In California, the Department of Pesticide Regulation must accept label language before a product can be sold or used in the state.

Take time to look at the whole label. Read each section. Understanding the label is vital to use a product safely, and effectively. Some pesticides have the information you need on both front and back labels of the container. Others have small, foldout booklets. The main sections of a label are:

Common name and brand name

Some pesticides have common names that are easier to identify than chemical names. For



California Department of Pesticide Regulation

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and Environmental Monitoring

916-445-3980

BRANCHES:

Environmental Monitoring
916-324-4100

Pest Management and Licensing
916-324-4100

Pesticide Enforcement
916-445-3920

Division of Registration and Health Evaluation

916-445-3984

BRANCHES:

Worker Health and Safety
916-445-4222

Medical Toxicology
916-445-4233

Pesticide Registration
916-445-4400

Division of Administrative Services

916-445-4140

Information Technology
916-445-4110

Personnel
916-322-4553



LABELS TELL YOU:

How to use a product safely and effectively.



How to store the product safely.



First aid instructions.



Phone numbers to call for help or more information.

instance, carbaryl is the common name for the compound whose chemical name is 1-naphthyl N-methylcarbamate. Several companies may sell the same chemicals using different brand names, but the labels will have the same chemical name or common name.

Active ingredients

The "active ingredient" is the component in the product that kills or otherwise controls the target pest. The label must prominently display and list the active ingredient. The amount of an active ingredient is given as a percentage by weight. It can be listed either by the chemical or the common name. Inert ingredients need not be named but the label must tell you their percentage of the total contents.

EPA registration number

This number tells you that U.S. EPA has reviewed the product and determined it can be used without risk if you follow the directions on the label properly. The number is not a product endorsement or guarantee of effectiveness.

Signal words

To do their job, most pesticides must control the target pest and may be toxic. You can tell approximately how hazardous a pesticide could be to people by reading the signal word on the label, DANGER (the most hazardous), WARNING, or CAUTION. The most toxic products are labeled DANGER - POISON, with a skull-and-crossbones symbol. Most of these products are not for consumer use. They can be bought and used only by state-certified, professional pesticide applicators.

Besides the signal word, pay close attention to any warnings in the Precautionary Statements section. This part tells you about any special precautions you should take, such as wearing long sleeves and pants, gloves, goggles, or other protective clothing and equipment. This section is where you find any extra protections needed for children or pets.

Pesticides are useful tools, but wrong or careless use can cause undesirable effects. The label lists several ways you can protect the environment. Follow them to avoid

harming beneficial insects (for example, bees), damaging nearby desirable plants, or polluting ground or surface water (with irrigation runoff or aerial drift from treated areas).

First aid

If swallowing or inhaling the product or getting it in your eyes or on your skin could be harmful, the label will give you emergency first aid instructions. Look in the Statements of Practical Treatment section. The instructions are for first aid only. They are not a substitute for medical advice or treatment. ALWAYS call a physician or a poison control center for further treatment advice. Remember to have the pesticide container with you.

Directions for use

This section tells you how to use the pesticide. You should make sure the pest you are trying to control is listed on the label. This is your assurance that you aren't wasting time and money on something ineffective. This section also tells you how much to use, and where, how, and when you should apply the product. Always read and follow label directions. Be sure the pesticide is the right one for your pest problem ...then use only the amount needed and no more. After using any pesticide (other than an insect repellent), be sure to wash your hands and any other skin or clothing that came into contact with the pesticide.

Storage and disposal

Look here to find out how to safely store and dispose of the pesticide and empty containers. State or local laws may be stricter. If you can't finish using a pesticide, check with your local solid waste management authority, environmental health department, or county agricultural commissioner to find out whether your community has a household hazardous waste collection program for getting rid of unwanted pesticides. You can also call 1-800-CLEANUP or go to www.cleanup.org to get this information. Look for the county agricultural commissioner's phone number in your local white pages, under county government headings, or on DPR's Web site <www.cdpr.ca.gov>, where you can also find more tips and information.

www.cdpr.ca.gov

Pesticide info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Itching for a repellent? Follow these safety tips



California Department of Pesticide Regulation

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and Environmental Monitoring

916-445-3980

BRANCHES:

Environmental Monitoring
916-324-4100

Pest Management
and Licensing
916-324-4100

Pesticide Enforcement
916-445-3920

Division of Registration and Health Evaluation

916-445-3984

BRANCHES:

Worker Health and Safety
916-445-4222

Medical Toxicology
916-445-4233

Pesticide Registration
916-445-4400

Division of Administrative Services

916-445-4140

Information Technology
916-445-4110

Personnel
916-322-4553

Mosquitoes, biting flies, and ticks are annoying and can pose a serious health risk. Mosquitoes can transmit diseases like Western equine encephalitis and St. Louis encephalitis. Biting flies can inflict a painful bite that can swell and become infected. Ticks can transmit Lyme disease and other serious ailments. When properly used, insect repellents can discourage biting insects from landing on treated skin or clothing.

Choosing insect repellents

Insect repellents are available in various concentrations and formulations – aerosols, sprays, liquids, creams, and sticks. An extra-strength product may not provide extra protection. Although you may need to apply it more often, a lower-strength product lessens your chances of an adverse reaction to a chemical. You may also want to

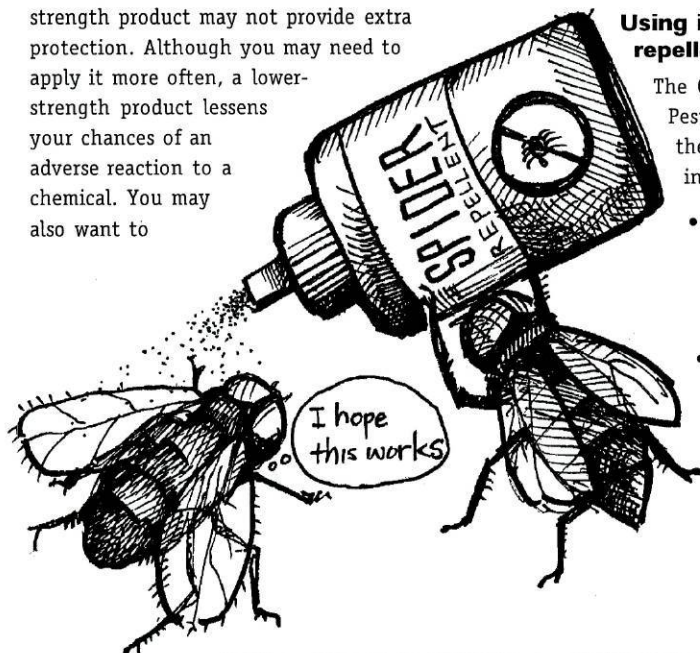
consider nonchemical ways to deter biting insects – screens, netting, long sleeves, closed shoes, and slacks.

Check the container to ensure that the product has a U.S. EPA-approved label and registration number. This means the U.S. Environmental Protection Agency has approved the product for safe and effective use. Follow label directions carefully, use no more than directed, under the conditions specified, and for the purpose listed. For example, if you need a tick repellent, make sure that the product label lists this use. If ticks are not listed, the product may not work well against them.

Using insect repellents safely

The California Department of Pesticide Regulation recommends these precautions when using insect repellents:

- You should read all label directions before using the product and follow them carefully.
- Not all repellents are intended to be applied to the skin. If application is allowed, you should apply repellents only to exposed skin and/or clothing (as directed on the product label).



Although reactions to repellents are rare, it is always best to use them sparingly. Heavy application and saturation are unnecessary for effectiveness.

- You shouldn't use them under clothing. Read the label carefully.
- Some repellents damage certain fabrics and plastics (including vinyl car seats).
- You shouldn't use repellents over broken or irritated skin, or apply to eyes and mouth. With young children, do not apply to their hands, which often end up in their mouths. You should avoid breathing a repellent spray. Do not use near food.
- Although reactions to repellents are rare, it is always best to use them sparingly. Heavy application and saturation are unnecessary for effectiveness.
- Start with a low-concentration product and reapply if necessary.
- Better to build up to an effective level of protection than to start with more than you need.
- Once you're back indoors, wash treated skin with soap and water. This is particularly important when you use repellents repeatedly in a day or on consecutive days.
- If you suspect that you or your child are reacting to an insect repellent, wash treated skin and then call your local poison control center. If you go to a doctor, take the repellent container with you.

Avoiding ticks and Lyme disease

Lyme disease has become the leading tick-borne illness in the U.S. Although it is a more serious problem in the Northeast, there were 436 cases of Lyme disease reported in California from 1992 through 1994. The Western black-legged tick, the species that most often transmits the disease, is found in 55 of California's 58 counties. This species commonly bites people as well as animals.

With proper precautions, Lyme disease is preventable.

- Adult ticks are found on grasses and other low vegetation from October through June. Immature nymph ticks are found in leaf litter from February through August.
- When in an infested area, tick repellents can help. Their effectiveness is greatly increased if you also use a permethrin-containing insecticide designed to be applied to clothing rather than your skin. Follow label instructions carefully - for example, wait to let the product dry before you wear the clothes.
- Tuck pants cuffs into boots or socks. Wear long sleeves and light-colored clothing which makes it easier to spot ticks.
- Stay to the center of hiking paths, and avoid grassy and marshy woodland areas.
- Inspect yourself, your children, and your pets for clinging ticks after leaving an infested area. Ticks are hard to see.
- Nymphs are the size of a sesame seed, adults about 1/8 inch long. If you discover a tick feeding, do not panic. Studies show that an infected tick does not usually transmit the Lyme organism during the first 24 hours. Even in heavily infested areas, only 1 to 2 percent of biting ticks carry the disease.
- Remove the tick with tweezers, grasping it close to the skin and applying steady upward pressure to make sure you remove all parts of the tick. Then disinfect the area.
- If you suspect Lyme disease or its symptoms (a rash that sometimes looks like a "bull's-eye" of red circles, and flu-like symptoms), contact your doctor immediately.

www.cdpr.ca.gov

Pesticide

info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Pesticides and food: how we test for safety



California Department of Pesticide Regulation

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and Environmental Monitoring

916-445-3980

BRANCHES: Environmental Monitoring

916-324-4100

Pest Management and Licensing

916-324-4100

Pesticide Enforcement

916-445-3920

Division of Registration and Health Evaluation

916-445-3984

BRANCHES: Worker Health and Safety

916-445-4222

Medical Toxicology

916-445-4233

Pesticide Registration

916-445-4400

Division of Administrative Services

916-445-4140

Information Technology

916-445-4110

Personnel

916-322-4553

Pesticide residues and food

As Americans, we enjoy a plentiful and affordable array of high-quality fruits and vegetables, a key to a healthy food supply that is one of the world's safest. Pesticides have enabled farmers to produce some crops in areas that otherwise would not be suitable, to extend growing seasons, increase crop yields, maintain product quality, and extend shelf life. At the same time, pesticides can pose risks if used improperly or too frequently. All of us want to minimize our exposure to potentially hazardous chemicals, so we have questions about pesticides and food.

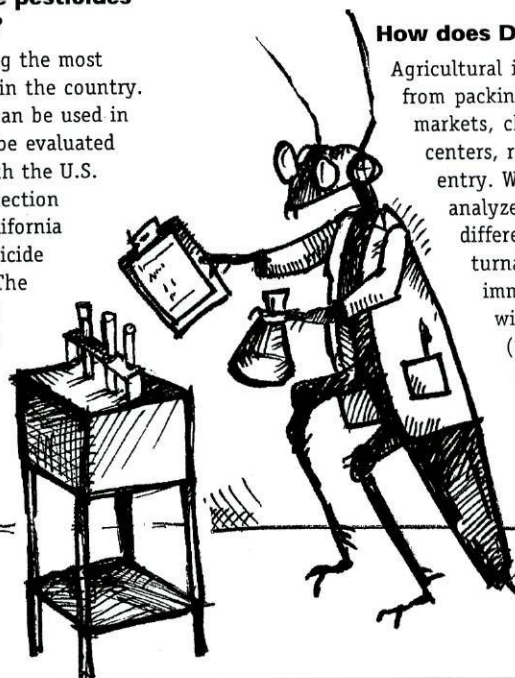
Who makes sure pesticides are used safely?

Pesticides are among the most regulated products in the country. Before a pesticide can be used in California, it must be evaluated and licensed by both the U.S. Environmental Protection Agency and the California Department of Pesticide Regulation (DPR). The manufacturer must submit test data to show the pesticide will not pose unacceptable risks to workers, consumers, or the environment.

California has the nation's toughest pesticide restrictions and the country's largest and best-trained pesticide enforcement organization to make sure the rules are obeyed. California's 53 county agricultural commissioners and their 400 inspectors are responsible for local enforcement and - with their in-depth knowledge of local conditions - can make sure workers and residents are protected. California was the first state to require reporting of all agricultural pesticide use. DPR also monitors air, soil and water to check for possible contamination of the environment. As a final check, California has the largest state program to sample fresh produce and test it for pesticide residues.

How does DPR test produce?

Agricultural inspectors take samples from packing sheds, wholesale markets, chainstore distribution centers, retail markets, and ports of entry. Within hours, samples are analyzed for more than 200 different pesticides. This quick turnaround means DPR can immediately track produce with illegal residues. ("Illegal" means the produce has a residue that exceeds the legal limit or is a pesticide not licensed for use on that crop.)



An illegal residue is uncommon but if it occurs, investigators track it to the source. If the crop is still in the field, DPR stops the harvest and may order the produce destroyed. If the illegal crop is in the channels of trade, DPR quarantines it and can order it destroyed. Growers who violate the law may face the loss of a crop that can cost them an entire season and tens of thousands of dollars to produce. They are also subject to civil and criminal prosecution, fines, and other penalties.

How many residues do you find?

About 1 percent of samples tested have illegal residues. No residues are detected in about 65 percent. Remaining samples have detectable pesticides, but most are trace residues well below the legally allowable limits. U.S. EPA sets these limits with an additional margin of safety in mind to protect infants, children, and other sensitive people.

What about imported produce?

All food products sold in the United States must meet the same safety standards. The results of state and federal residue monitoring programs show that imported produce violates tolerance limits more frequently than domestically grown produce. However, since the tolerances are designed with a margin of safety, an illegal residue does not necessarily equate to a health risk, and the violation rates for both domestic and imported produce are very low. We know from residue testing that some pesticides are detected more often in domestic produce, some only in imported produce, and some in both, sometimes at very different levels. Different chemicals have different health effects, so there is no simple

way to make safety comparisons. Food safety experts agree that any small risk from the trace levels of pesticide residues found in produce should not keep you from eating a diet rich in fruits and vegetables.

Should I be concerned about pesticides in my food?

Because residues are an inevitable byproduct of pesticide use, many regulations address the public health implications of pesticide use. Therefore, there are very strict restrictions on the amount of pesticide residues allowed in food. For example, to give residues time to break down, there are required waiting periods between a pesticide application and when harvest can occur. For this and other reasons, most fresh fruit and vegetables have little or no detectable residue by the time they reach market, and even less by the time they are washed and served.

The National Institutes of Health has this advice about pesticide residues: "The fact that they are found at all is only due to the significant advances in analytical chemistry. The tests are now so sensitive that the detection level that can be easily reached is equivalent to detecting one teaspoon of salt in one million gallons of water. Levels even lower than that can sometimes be detected. The mere presence of a trace amount of a pesticide does not mean that the product is unhealthy. On the contrary, eating a diet full of a variety of fruits, grains, and vegetables has been shown to significantly decrease your risk of a variety of health problems from high blood pressure to cancer. Variety is the key to good health."

Food safety experts agree that any small risk from the trace levels of pesticide residues found in produce should not keep you from eating a diet rich in fruits and vegetables.

FOOD HANDLING TIPS

While pesticide residues on and in food are typically at very low levels, there are ways you can further reduce them:

- Rinse fresh fruit and vegetables thoroughly under running water. Running water has an abrasive effect that soaking does not have. Although some pesticides are absorbed into fruits and vegetables, other residues (when present) are found on the surface. Washing will remove most surface waxes and residues, along with dirt and bacterial contamination. Peeling fruits and vegetables also removes surface residues. (But remember that some nutrients and fiber may be lost in peeling.)
- Don't use household soap to wash produce. Most soap is not meant to be consumed and can cause intestinal upset.
- Throw away the outer leaves of leafy vegetables like lettuce and cabbage. Cooking or baking foods reduces some (but not all) pesticide residues.
- Eat a variety of foods, from a variety of sources. This will give you a better mix of nutrients and reduce your likelihood of exposure to a single pesticide.

Health professionals recommend that you eat at least five servings of fruits and vegetables every day along with a variety of other foods.

www.cdpr.ca.gov

Pesticide

info

WHAT YOU SHOULD KNOW ABOUT PESTICIDES

Think before you spray, read all labels and obey



California Department of Pesticide Regulation

1001 I Street
P.O. Box 4015
Sacramento, CA 95812-4015
916-445-4300

Division of Enforcement and Environmental Monitoring

916-445-3980

BRANCHES: Environmental Monitoring

916-324-4100

Pest Management and Licensing

916-324-4100

Pesticide Enforcement

916-445-3920

Division of Registration and Health Evaluation

916-445-3984

BRANCHES: Worker Health and Safety

916-445-4222

Medical Toxicology

916-445-4233

Pesticide Registration

916-445-4400

Division of Administrative Services

916-445-4140

Information Technology

916-445-4110

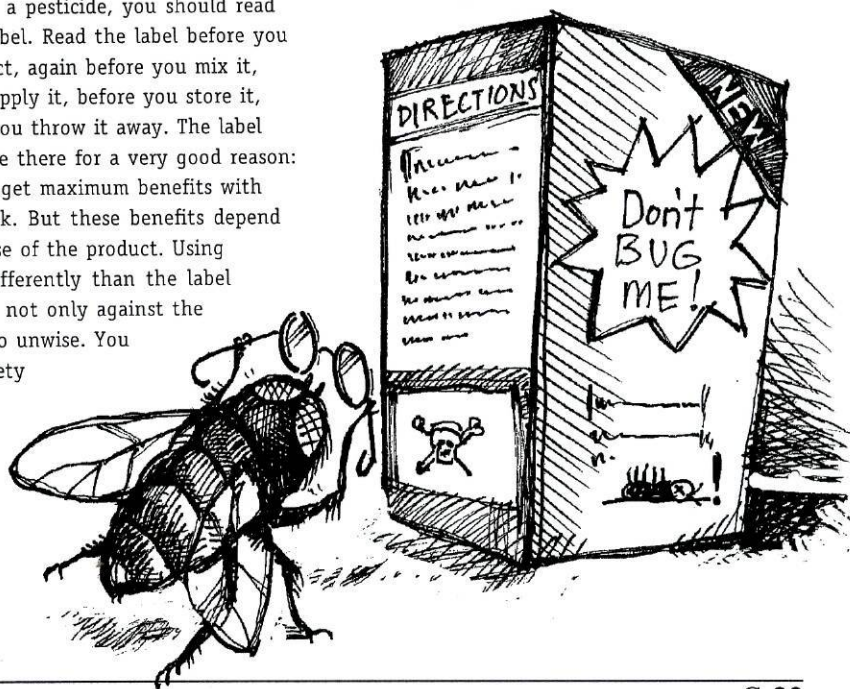
Personnel

916-322-4553

Despite what many of us might think, no substance is inherently safe, or unsafe for that matter. Any substance – even the most innocuous – can be harmful if exposure is high enough. The critical factor is not how toxic a substance is but how risky it is to use. Most pesticides are designed to be toxic to the targeted pest – whether the target is an insect, weed, plant disease, or bacteria. (Household disinfectants are pesticides, too.) Pesticides are also designed to be safe to the people who use them, if you follow common-sense procedures.

- Before using a pesticide, you should read the entire label. Read the label before you buy a product, again before you mix it, before you apply it, before you store it, and before you throw it away. The label directions are there for a very good reason: to help you get maximum benefits with minimum risk. But these benefits depend on proper use of the product. Using pesticides differently than the label directions is not only against the law, it is also unwise. You lose the safety margin built into the use instructions on the label.

- All pesticides legally marketed in the U.S. must have a label approved by the U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Check the label to make sure it has a U.S. EPA registration number.
- Follow use instructions precisely, including mixing and dilution directions. Take the time to work out the conversion arithmetic if your application equipment is a different size from the example on the label. Cookbooks and dictionaries are good sources of common equivalents (for



Before using a pesticide, you should read the entire label. Read the label before you buy a product, again before you mix it, and before you apply it.

example, one tablespoon equals three teaspoons). You should use only the proportions the label says, at the season and under the conditions specified, and for the purpose listed. Don't assume that if a little is good, a lot is better. Using more may make some products less effective. Worse, you may harm yourself, others, or whatever you are trying to protect.

- If mixing or dilution is required, you should do it outside or in a well-ventilated area. Mix only what you need. Keep your children and pets away. Try ready-to-use products to avoid the hassles of mixing.
- You should wear the protective clothing the label requires; for example, long sleeves and long pants, hats, or goggles.
- If a spill occurs, you should clean it up promptly. Don't wash it away – runoff can damage nontarget plants, or pollute surface and ground water. Instead, you can sprinkle it with sawdust or kitty litter, sweep it into a plastic garbage bag and dispose with the trash. If you spill it on yourself, wash it off immediately with soap and water, or as the package label instructs you. Before using a pesticide product, you should know what to do in case of accidental poisoning.
- You should remove pets (including birds and fish) and toys from the area to be treated. Remove food, dishes, pots, and pans from the room before treating kitchen cabinets. You should wait at least as long as the product label tells you to before refilling the cabinets. Use only products labeled for use in food preparation areas.

- Most surface sprays should be applied only to limited areas where they are needed. Don't treat entire floors, walls, or ceilings. If a product is labeled for "cracks and crevices," you should treat only those areas.
- You should allow adequate ventilation when applying pesticides indoors. Stay away from treated areas for *at least* the length of time the label says. If you spray outdoors, close the windows of your home.
- You should not spray or dust outdoors on a windy day.
- You shouldn't smoke while applying pesticides. You could easily carry traces of the pesticide from hand to mouth. Also, some products are flammable.
- You should always store pesticides in their original containers. Don't transfer pesticides to soft drink bottles or other containers that children may associate with something to eat or drink. You should not reuse an empty pesticide container.
- To ensure thorough cleaning, you should rinse your tools and equipment three times, dumping the rinse water into a bucket. Then you should pour it back into the pesticide sprayer and apply it according to the product directions.

If you have any questions about how to use, store, or dispose of pesticides, you can call your county agricultural commissioner, who enforces pesticide laws and regulations locally. Look for the county agricultural commissioner's phone number in your local white pages, under county government headings, or on DPR's Web site at <www.cdpr.ca.gov>, where you can also find more tips and information.

ANEXO D

Folheto temático sobre “Os Pesticidas”

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Folheto Temático – Os Pesticidas

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

↳ **O que é um pesticida ...**

Pesticida descreve substâncias usadas para matar ou ajudar a controlar organismos indesejados, que causam doenças, danos (o que pode levar inclusive a grandes perdas económicas), vulgarmente denominados por pestes. Estas incluem insectos, ervas daninhas, fungos, bactérias, etc. No entanto a sua toxicidade não se limita aos inimigos das culturas onde é aplicado, mas estende-se igualmente a outros organismos, auxiliares e predadores, e inclusive ao próprio Homem.

↳ **Quem utiliza os pesticidas ...**

Os pesticidas são usados por toda uma variedade de pessoas, desde agricultores (para o combate de pestes que possam afectar as culturas e também para acelerar o crescimento das frutas e legumes, para que sejam vendidos mais rapidamente), serviços de controle de pestes, como por exemplo, desinfecções sanitárias e serviços de manutenção de piscinas, jardineiros, companhias (alimentares, vestuários, produtos de limpeza e higiene, madeira, ...), farmacêuticos (para desinfecção de bactérias e microorganismos indesejados nos laboratórios e medicamentos), na gestão florestal, etc.. Até outras pessoas, que queiram controlar a afluência de insectos às suas casas, ou acabar com as ervas daninhas dos seus jardins, usam pesticidas.

↳ **Com que finalidade se utilizam os pesticidas ...**

Os pesticidas utilizam-se principalmente para:

- aumento da produção de alimentos (produção agrícola) devido à protecção das plantas contra agentes patogénicos, parasitismo, predadores e competição com outras plantas indesejáveis;
- Protecção de vidas humanas, através da prevenção de certas doenças (como por exemplo: malária, peste ou morte negra, febre amarela, febre tifóide), melhorando assim, a saúde pública;
- Prevenção do apodrecimento de alimentos colhidos e armazenados;
- Preservação da madeira;

- Gestão florestal, onde são utilizados com a finalidade de evitar a desfoliação causada por pragas de insectos e controlar o crescimento exagerado de plantas infestantes em plantações florestais. Este controlo em florestas é muito importante, já que a extracção de madeira das árvores para fins comerciais é motivo de lucro.

Na tabela seguinte, estão presentes alguns tipos de pesticidas e as espécies que se destinam a atingir:

TIPOS DE PESTICIDAS	ALVO
Insecticidas	Insectos
Herbicidas	Plantas
Fungicidas	Fungos
Acaricidas	Ácaros
Moluscicidas	Lesmas, caracóis e outros moluscos
Nematicidas	Nemátodes
Rodenticidas	Ratos e outros roedores
Bactericidas	Bactérias
Desinfetantes	Microorganismos
Algicidas	Algas
Avicidas	Aves
Larvicidas	Larvas
Piscicidas	Peixes

↳ Onde são aplicados os pesticidas ...

Actualmente, os pesticidas fazem parte do nosso dia-a-dia. E são aplicados:

- em quase todos os tipos de cultura agrícola (desde a culturas de alfaces até aos pomares, passando pelos trigais e milheiros, entre outros) para poderem auxiliar numa produção mais eficiente de alimentos;
- pelos agricultores nos solos para que estes fortaleçam;
- para protegerem contra perdas florestais e agrícolas;
- Nas indústrias alimentar e farmacêutica;
- em vestuários, produtos de limpeza e higiene, evitando assim alguns riscos de contaminação e intoxicação;
- Para combaterem doenças transmitidas por insectos.

Em Portugal, são aplicados anualmente, cerca de 23000 toneladas de pesticidas, sendo o nosso país o 5º maior consumidor de pesticidas a nível mundial.

↳ **Quais os perigos da utilização dos pesticidas ...**

Um dos maiores perigos da utilização dos pesticidas é a contaminação do ser humano tanto directamente como indirectamente. Podem originar a destruição de espécies animais e vegetais, chegando mesmo à sua extinção (que não são o alvo do pesticida aplicado), a contaminação ambiental, mais ou menos generalizada, afectando as cadeias alimentares e a indução de mecanismos de resistência nos organismos-alvo.

Os pesticidas têm a vantagem de serem fáceis de utilizar, de custo relativamente baixo e, muitas vezes, é o único método praticável no controlo de algumas situações. Contudo, estas vantagens têm um preço, uma vez que a sua utilização é muito prejudicial para os seres humanos, animais, plantas e ambiente em geral, uma vez que possuem um elevado grau de toxicidade, logo a partir de quantidades muito reduzidas intoxica ou mesmo mata.

O pesticida mais tóxico (substância activa aldicarbe) comercializado em Portugal e comum nas explorações agro-pecuárias, uma grama chegaria para provocar a morte de 18 homens, com 60 Kg de peso, por ingestão, se homem tiver a mesma sensibilidade ao aldicarbe que o rato em que o pesticida é testado.

No entanto, não só a morte é provocada pela ingestão ou por contacto com pesticidas. Ao aplicá-los estamos a contaminar o meio envolvente; assim estamos a introduzir pesticidas em todas as cadeias alimentares, havendo uma crescente acumulação da erva para o animal e deste para o Homem.

Está cientificamente testado que a exposição s pesticidas, além de provocar malformações nos fetos e reduzir algumas funções biológicas, quer a adultos quer a adolescentes, provoca perda de defesa contra algumas doenças, a diminuição acentuada da fertilidade, e em alguns casos até o desenvolvimento de doenças cancerígenas.

Nas agriculturas das grandes industrias alimentares geralmente os pesticidas são lançados para as culturas através de avionetas, o que faz com que os seus tóxicos alem de caírem sobre os solos, fiquem suspensos sobre o ar podendo ser arrastados para locais indesejados contaminando outros produtos para os quais não são indicados.

As águas das chuvas arrastam os pesticidas infiltrando-se nos solos contaminando-o, estando desta forma os pesticidas em todo o meio ambiente, sendo muitas vezes o seu destino final as águas dos mares e dos rios, tornando-se muito nocivo para todos os seres que consomam água; desde os peixes que estão em contacto com a água directamente, até nós, nas nossas praias e casas.

Os pesticidas são, também, acusados pela destruição de cerca de 10% da camada de ozono.

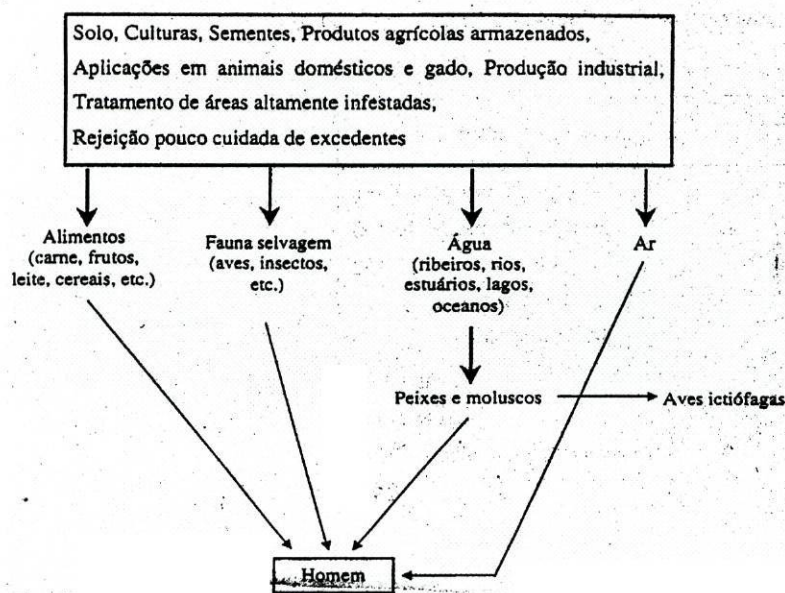
Assim, a utilização à escala mundial de pesticidas, desde o spray existente em todas as casas até às toneladas de produtos utilizados anualmente na agricultura, constituem um problema de impacto ambiental e de saúde de pessoas e animais.

↳ Como é que os pesticidas podem chegar á nossa dieta alimentar ...

Há variadas formas de os pesticidas chegar até nós. Como por exemplo:

- Através do consumo de animais já contaminados com pesticidas;
- Do consumo de alimentos que contêm pesticidas;
- Através da contaminação do ar;
- Através da água contaminada devido a infiltração dos pesticidas nos lençóis de água;
- Etc..

A figura seguinte mostra de forma esquemática as vias pelas quais os pesticidas e os seus resíduos contaminam o meio ambiente e cadeias alimentares, no topo das quais se encontra o homem.



Nota: Ocorrem mais de 200.000 mortes por ano de pessoas que manipulam pesticidas. A estes casos juntam-se ainda muitas intoxicações agudas e crónicas, motivadas pelo consumo de alimentos tratados com estes químicos.

ANEXO E

Jornal da Escola Secundária da Trofa, com folheto temático

Folheto Temático OS PESTICIDAS

O que é um pesticida ...

Pesticida descreve substâncias usadas para matar ou ajudar a controlar organismos indesejados, que causam doenças, danos (o que pode levar inclusive a grandes perdas económicas), vulgarmente denominados por pestes. Estas incluem insectos, ervas daninhas, fungos, bactérias, etc. No entanto a sua toxicidade não se limita aos inimigos das culturas onde é aplicado, mas estende-se igualmente a outros organismos, auxiliares e predadores, e inclusive ao próprio Homem.

Quem utiliza os pesticidas ...

Os pesticidas são usados por toda uma variedade de pessoas, desde agricultores (para o combate de pestes que possam afectar as culturas e também para acelerar o crescimento das frutas e legumes, para que sejam vendidos mais rapidamente), serviços de controle de pestes, como por exemplo, desinfecções sanitárias e serviços de manutenção de piscinas, jardineiros, companhias (alimentares, vestuários, produtos de limpeza e higiene, madeira, ...), farmacêuticos (para desinfecção de bactérias e microorganismos indesejados nos laboratórios e medicamentos), na gestão florestal, etc.. Até outras pessoas, que queiram controlar a afluência de insectos às suas casas, ou acabar com as ervas daninhas dos seus jardins, usam pesticidas.

Com que finalidade se utilizam os pesticidas ...

Os pesticidas utilizam-se principalmente para:

- aumento da produção de alimentos (produção agrícola) devido à protecção das plantas contra agentes patogénicos, parasitismo, predadores e competição com outras plantas indesejáveis;
- Protecção de vidas humanas, através da prevenção de certas doenças (como por exemplo: malária, peste ou morte negra, febre amarela, febre tifóide), melhorando assim, a saúde pública;
- Prevenção do apodrecimento de alimentos colhidos e armazenados;
- Preservação da madeira;

- Gestão florestal, onde são utilizados com a finalidade de evitar a desfoliação causada por pragas de insectos e controlar o crescimento exagerado de plantas infestantes em plantações florestais. Este controlo em florestas é muito importante, já que a extracção de madeira das árvores para fins comerciais é motivo de lucro.

Na tabela seguinte, estão presentes alguns tipos de pesticidas e as espécies que se destinam a atingir:

TIPOS DE PESTICIDAS	ALVO
Insecticidas	Insectos
Herbicidas	Plantas
Fungicidas	Fungos
Acaricidas	Acaros
Moluscicidas	Lesmas, caracóis e outros moluscos
Nematicidas	Nemátodes
Rodenticidas	Ratos e outros roedores
Bactericidas	Bactérias
Desinfetantes	Microorganismos
Algicidas	Algas
Avicidas	Aves
Larvicidas	Larvas
Piscicidas	Peixes

Onde são aplicados os pesticidas ...

Actualmente, os pesticidas fazem parte do nosso dia-a-dia. E são aplicados:

- em quase todos os tipos de cultura agrícola (desde a culturas de alfaces até aos pomares, passando pelos trigais e milheiros, entre outros) para poderem auxiliar numa produção mais eficiente de alimentos;
- pelos agricultores nos solos para que estes fortaleçam;
- para protegerem contra perdas florestais e agrícolas;
- Nas indústrias alimentar e farmacêutica;
- em vestuários, produtos de limpeza e higiene, evitando assim alguns riscos de contaminação e intoxicação;
- Para combaterem doenças transmitidas por insectos.

Em Portugal, são aplicados anualmente, cerca de 23000 toneladas de pesticidas, sendo o nosso país o 5º maior consumidor de pesticidas a nível mundial.

Continua no próximo número ...





Folheto Temático

Trabalho realizado pela turma 1004 no ano lectivo 2001/2002,
na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química Bloco I.

Curiosidades

Os pesticidas

Quais os perigos da utilização dos pesticidas ...

Um dos maiores perigos da utilização dos pesticidas é a contaminação do ser humano tanto directamente como indirectamente. Podem originar a destruição de espécies animais e vegetais, chegando mesmo à sua extinção (que não são o alvo do pesticida aplicado), a contaminação ambiental, mais ou menos generalizada, afectando as cadeias alimentares e a indução de mecanismos de resistência nos organismos-alvo.

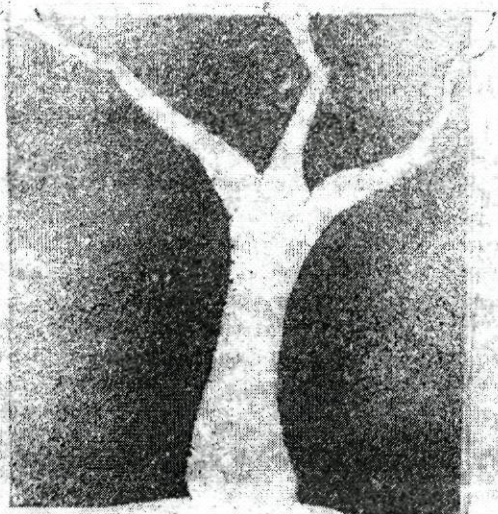
Os pesticidas têm a vantagem de serem fáceis de utilizar, de custo relativamente baixo e, muitas vezes, é o único método praticável no controlo de algumas situações. Contudo, estas vantagens têm um preço, uma vez que a sua utilização é muito prejudicial para os seres humanos, animais, plantas e ambiente em geral, uma vez que possuem um elevado grau de toxicidade, logo a partir de quantidades muito reduzidas intoxica ou mesmo mata.

O pesticida mais tóxico (substância activa aldicarbe) comercializado em Portugal e comum nas explorações agro-pecuárias, uma grama chegaria para provocar a morte de 18 homens, com 60 Kg de peso, por ingestão, se homem tiver a mesma sensibilidade ao aldicarbe que o rato em que o pesticida é testado.

No entanto, não só a morte é provocada pela ingestão ou por contacto com pesticidas. Ao aplicá-los estamos a contaminar o meio envolvente; assim estamos a introduzir pesticidas em todas as cadeias alimentares, havendo uma crescente acumulação da erva para o animal e deste para o Homem.

Está cientificamente testado que a exposição a pesticidas, além de provocar malformações nos fetos e reduzir algumas funções biológicas, quer a adultos quer a adolescentes, provoca perda de defesa contra algumas doenças, a diminuição acentuada da fertilidade, e em alguns casos até o desenvolvimento de doenças cancerígenas.

Nas agriculturas das grandes indústrias alimentares geralmente os pesticidas são lançados para as culturas através de avionetas, o que faz com que os seus tóxicos além de caírem sobre os solos, fiquem suspensos sobre o ar podendo ser arrastados para locais indesejados contaminando outros produtos para os quais não são indicados.



As águas das chuvas arrastam os pesticidas infiltrando-se nos solos contaminando-o, estando desta forma os pesticidas em todo o meio ambiente, sendo muitas vezes o seu destino final as águas dos mares e dos rios, tornando-se muito nocivo para todos os seres que consomem água; desde os peixes que estão em contacto com a água directamente, até nós, nas nossas praias e casas.

Os pesticidas são, também, acusados pela destruição de cerca de 10% da camada de ozono.

Assim, a utilização à escala mundial de pesticidas, desde o spray existente em todas as casas até às toneladas de produtos utilizados anualmente na agricultura, constituem um problema de impacto ambiental e de saúde de pessoas e animais.

Como é que os pesticidas podem chegar à nossa dieta alimentar ...

Há variadas formas de os pesticidas chegar até nós. Como por exemplo:

- Através do consumo de animais já contaminados com pesticidas;
- Do consumo de alimentos que contêm pesticidas;
- Através da contaminação do ar;
- Através da água contaminada devido a infiltração dos pesticidas nos lençóis de água;
- Etc.

Nota: Ocorrem mais de 200.000 mortes por ano de pessoas que manipulam pesticidas. A estes casos juntam-se ainda muitas intoxicações agudas e crónicas, motivadas pelo consumo de alimentos tratados com estes químicos.

9
001 Ordem para ler

ANEXO F

Ficha Informativa n.º 1 – Pesticida: PCP

Ficha Informativa n.º 2 – Matéria Orgânica: AF

Ficha Informativa n.º 3 – O que fazem os cientistas

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

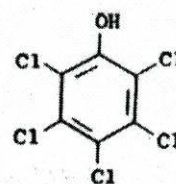
Ficha Informativa n.º 1

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____ Data: ____ - ____ - ____

PESTICIDA: PENTACLOROFENOL (PCP)

Fórmula Molecular: C_6Cl_5OH

Fórmula Química:



O PCP é um composto tóxico. Na sua forma pura apresenta-se sob a forma de pó ou de cristais brancos, é praticamente insolúvel em água, embora solúvel em numerosos solventes, nomeadamente metanol, etanol, acetona, éteres, benzeno, hidrocarbonetos, etc..

Foi sintetizado em 1841 e foi introduzido na indústria a partir de 1936, depois de comprovada a sua alta capacidade biocida. Esta grande eficácia e o seu baixo custo fizeram com que ainda hoje tenha uma grande aplicação na indústria, agricultura e no campo doméstico.

Em virtude da sua acção microbiana, fungicida, insecticida e herbicida tem larga utilização industrial no tratamento da madeira e sua preservação; materiais de construção; produtos celulósicos, têxteis, adesivos, pinturas, tintas, coiros, papel, etc..

O PCP é bem absorvido pela pele (provoca irritação e alergias), e pelas vias digestiva e respiratória. Estimula fortemente o metabolismo dos mamíferos, provocando um aumento da actividade respiratória e elevação da temperatura do corpo (hipertermia), que se pode tornar irreversível. Não se acumula no organismo, mas as exposições repetidas podem causar uma acumulação de efeitos (bioacumulação), uma vez que é excretado vagarosamente pela urina uma semana após a contaminação.

Não há antídoto específico para intoxicação por pentaclorofenol. O tratamento é sintomático, com ênfase para o controle da temperatura do corpo. Deve-se manter o paciente hidratado, bem ventilado, com vestuário leve, transportando-o para ambiente hospitalar tão rápido quanto possível.

☞ DL_{50} oralmente = 146,175 mg/kg de peso

(Dose letal₅₀ (DL_{50}): Quantidade de pesticida necessária para matar 50 % de população de ratos testados)

☞ VER FICHA DE SEGURANÇA DO PCP

Mobilidade do PCP no ambiente

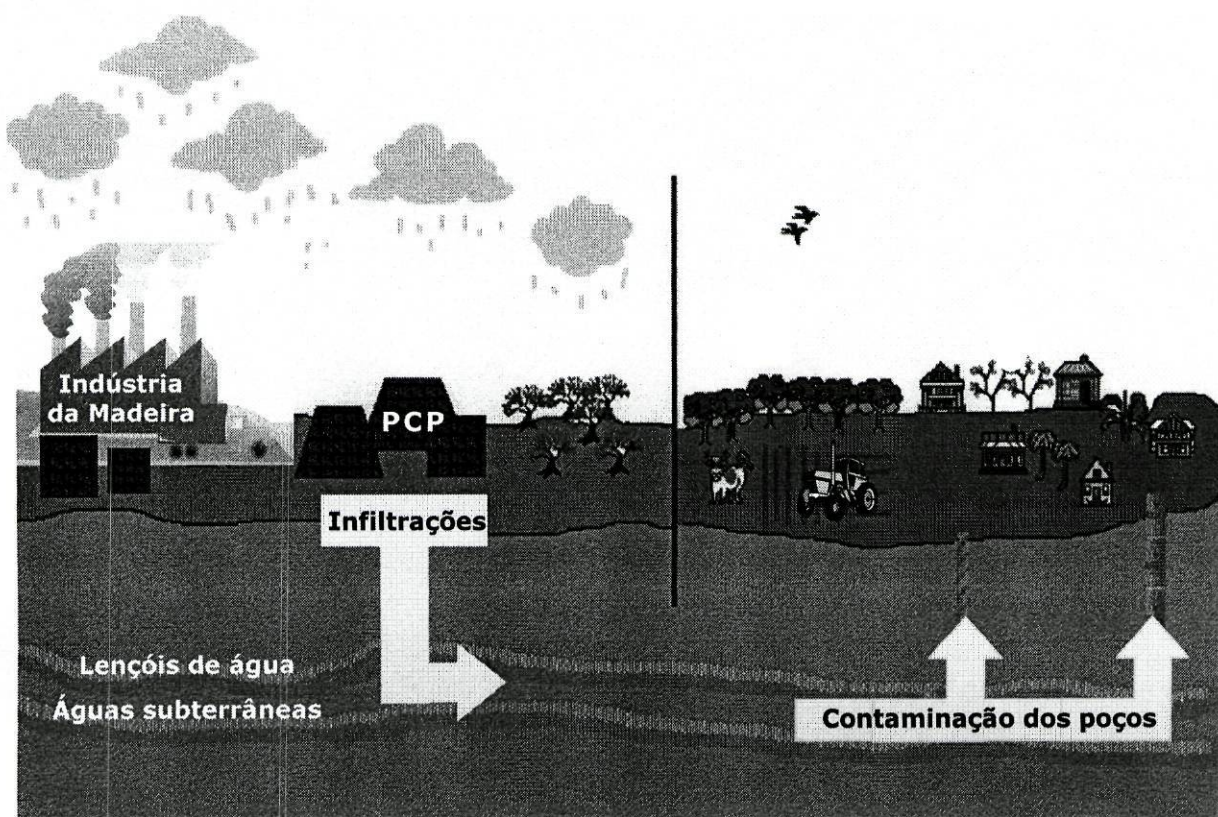


Figura: Uso do PCP na preservação da madeira contra os fungos e insectos (grande aplicação)

Esta figura é representativa do que acontece com a utilização dos pesticidas em geral. Após a aplicação, o pesticida, pela acção das chuvas, é lixiviado e arrastado até aos lençóis de água e águas subterrâneas, provocando a contaminação destas e, deste modo, a contaminação das águas dos poços, rios, lagos, etc.. Estas águas, por sua vez, são usadas para consumo humano, rega, meio ambiente, o que potencia a sua perigosidade ao nível da cadeia alimentar.

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Ficha Informativa n.º 2

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____ Data: ____-____-____

Matéria Orgânica: ácidos fúlvicos

O transporte e destino dos pesticidas nos sistemas aquáticos ambientais é muito condicionado pela sua solubilidade em água. Esta solubilidade afecta de forma directa a sua mobilidade nos sistemas aquosos e solos.

A solubilidade de um soluto em água pura para uma dada temperatura é considerada uma constante física. No entanto, quando a água contém outros constituintes eventualmente observa-se uma solubilidade aparente (aumento ou diminuição da solubilidade) que resultará da interacção entre estes constituintes. Devido à natural complexidade química e bioquímica dos sistemas naturais aquosos (por exemplo, solução do solo e grandes sistemas líquidos: oceanos, lagos e rios) é de prever que a solubilidade aparente das substâncias orgânicas nos sistemas ambientais seja diferente da solubilidade em água pura.

O solo é constituído em grande parte por matéria mineral sólida à qual, até profundidade variável, está associada **matéria orgânica**, água com substâncias dissolvidas (solução do solo), e ar (atmosfera do solo).

Na matéria mineral sólida (fracção mineral) estão incluídos, em proporções variáveis, fragmentos de rocha e minerais, nomeadamente argilas, óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, carbonatos de cálcio e de magnésio. As formas e as dimensões das partículas desta fracção são extremamente variadas, desde pedras e cascalho até partículas tão finas que apresentam propriedades coloidais.

Na matéria orgânica (fracção orgânica) estão incluídos todos os compostos orgânicos existentes no solo. É composta por restos de animais e plantas (excluindo os tecidos vegetais e animais) e outros organismos em diferentes estados de decomposição. Esta é o suporte da vida de microorganismos e da fauna do solo.

A matéria orgânica é formada pelas **substâncias húmicas** e pelas **substâncias não húmicas**.

As **substâncias não húmicas**, constituídas por proteínas, ácidos, gorduras, e outros, de baixa massa molecular e facilmente assimilados pelos microorganismos, permanecem durante um período curto de tempo no solo.

As **substâncias húmicas**, resultantes da actividade de microorganismos e de seres vivos detectados à vista desarmada, constituem uma classe heterogénea de compostos orgânicos, de origem biológica, geralmente de cor amarela, castanha ou preta e com uma massa molecular relativamente elevada, propriedades físicas e químicas relativamente estáveis a elevados tempos de vida média nos sistemas ambientais.

Deste modo, no que diz respeito às substâncias orgânicas naturais que existem nos sistemas ambientais a maior fracção poderá corresponder às substâncias húmicas. Por este motivo, em qualquer estudo sobre a mobilidade ambiental de espécies químicas poluentes é necessário considerar a presença destas substâncias.

Estas substâncias – substâncias húmicas (SH) – podem ser subdivididas em três grupos de acordo com a sua solubilidade em água:

- **Ácidos fúlvicos (AF)**: Massa molecular entre 500 e 5000 e solúveis em solução aquosa a qualquer valor de pH;
- **Ácidos húmicos (AH)**: Massa molecular entre 3000 e 1000000, e solúveis apenas em meio básico;
- **Humina**: massa molecular ainda mais elevada, e insolúvel em meio ácido ou básico.

Ácidos fúlvicos-AF

Os AF, uma vez que são solúveis em solução aquosa, encontram-se em elevada percentagem nas águas e solos, sendo conhecida a sua elevada capacidade de transporte de poluentes tóxicos tais como iões de metais pesados e compostos orgânicos como os pesticidas. Do ponto de vista químico, os AF correspondem a uma fracção da matéria orgânica dos solos obtida na sequência de um processo de extracção constituído fundamentalmente pela solubilização do solo numa solução ácida ($0,1 \text{ mol/dm}^3$ de HCl).

A existência de interacção entre espécie orgânicas como os pesticidas e os AF dissolvidos em água resulta num aumento da solubilidade destas espécies químicas pouco solúveis, o que provoca uma maior contaminação dos pesticidas no meio ambiente.

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Ficha Informativa n.º 3

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____ Data: ____ - ____ - ____

Problemas parcelares a investigar

- Os AF dissolvem-se na água, e fazem aumentar a solubilidade do pesticida em água?
- Soluções de diferentes concentrações de AF dissolvem diferentes massas de pesticida?

O que fazem os cientistas

Os cientistas colocam em diversos frascos de vidro de cintilação a mesma massa de pesticida e em excesso, por forma a garantir a existência de soluto em massa suficiente, para dissolver tudo o que for possível nas soluções de AF a preparar.

Preparam, então, as diferentes soluções aquosas de AF pretendidas. A partir de uma solução concentrada, por exemplo 200 mg/L, preparam várias soluções aquosas por diluição, nos frascos de vidro de cintilação que continham o PCP.

Em seguida, estudam a massa de pesticida que se dissolveu em cada uma das soluções aquosas de AF. Para isso, adicionam às soluções aquosas de AF um solvente extractor, onde o pesticida é mais solúvel, permitindo extraí-lo para este solvente.

Utilizando um espectrofotómetro é possível determinar a concentração em massa de pesticida no solvente extractor, ou seja, a solubilidade do pesticida nas soluções aquosas de AF.

- ☞ De acordo com o que acabaste de ler tenta elaborar um planeamento experimental para a tua experiência.

ANEXO G

Fichas de Apoio ao manual escolar, sobre solubilidade e soluções

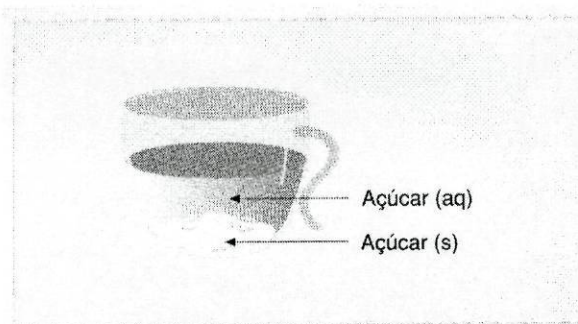
Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

FICHA INFORMATIVA

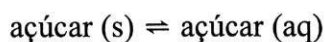
Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

AS DIFERENTES SUBSTÂNCIAS APRESENTAM DIFERENTES SOLUBILIDADES

Quando se adiciona um pouco de açúcar ao chá, café ou leite, verifica-se que passado pouco tempo (ajudando a dissolução com a agitação de uma colher) o açúcar se dissolve. Se continuarmos a adicionar açúcar e a agitar, chega-se a um ponto em que a solução fica **saturada** de açúcar, não sendo possível dissolver todo o açúcar adicionado.



Nestas circunstâncias estabelece-se, a essa temperatura, um equilíbrio dinâmico entre o açúcar sólido e o açúcar dissolvido. Existe uma competição constante; as moléculas de açúcar estão constantemente a ser dissolvidas enquanto que as moléculas de açúcar já dissolvidas estão constantemente a ser cristalizadas.



Se o sistema está em equilíbrio, estes dois processos ocorrem com igual velocidade.

Se, em vez de açúcar, se dissolver chocolate, verifica-se que o chocolate é menos solúvel que o açúcar. Assim, pode concluir-se que as diferentes substâncias apresentam diferentes solubilidades.

Situações semelhantes surgem com algumas substâncias usadas no laboratório, onde se processa reacções que envolvem soluções aquosas de sais iónicos.

O sal das cozinhas, NaCl, dissolve-se em água e em quantidades apreciáveis.

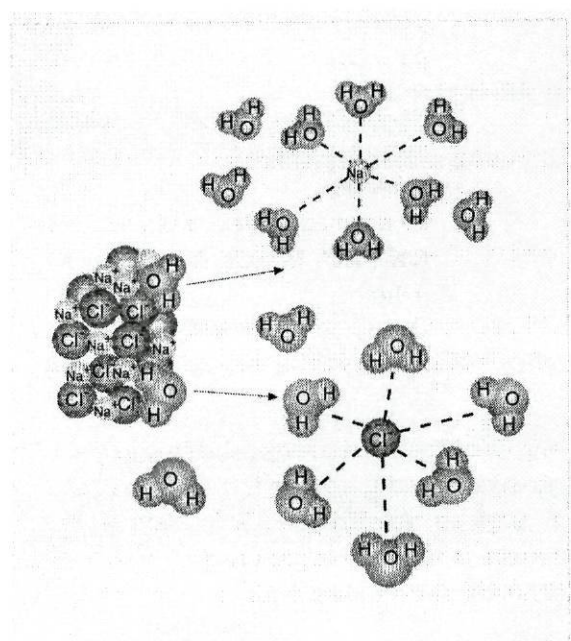
Verifica-se que é possível dissolver 35 g de NaCl em 100 cm³ de água à temperatura de 18 °C.

SOLUBILIDADE

A quantidade máxima de soluto (em moles) que é possível dissolver num dado solvente de modo a obter 1 dm^3 de solução saturada, a uma dada temperatura.

Há compostos com elevada solubilidade – **sais solúveis**, como por exemplo o NaCl, enquanto que outros apresentam valores muito baixos para a solubilidade – **sais muito pouco solúveis**, como por exemplo o AgCl.

Dissolução do cloreto de sódio (NaCl)



As moléculas de água colidem na superfície do cristal e algumas colisões eficazes deslocam os íons do cristal. Estes íons, Na^+ e Cl^- , ficam rodeados de moléculas de água. Diz-se que os íons ficam solvatados.

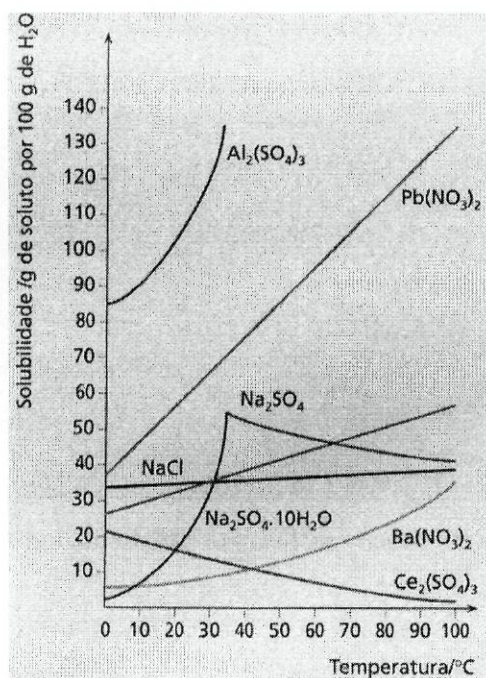
Quando o cloreto de sódio se dissolve na água forma-se uma **solução**.

Uma **solução diz-se saturada**, a uma dada temperatura, se, ao adicionar um pouco mais de soluto, este não se dissolve, mesmo após agitação.

FACTORES QUE INFLUENCIAM A SOLUBILIDADE : AGITAÇÃO E TEMPERATURA.

A **agitação** ajuda a dissolução do(s) soluto(s) no solvente. Com a **temperatura** o efeito observado não é sempre este.

A solubilidade de sais em água é, de um modo geral, um fenómeno endotérmico. Por isso, um aumento de temperatura provoca um aumento de solubilidade. Mas há excepções e a solubilidade de alguns sais, em vez de aumentar, diminui com o aumento da temperatura, como é o caso do sulfato de sódio, o que resulta do facto da dissolução em água ser exotérmica. Há outros para os quais a variação de temperatura não afecta, praticamente, a solubilidade (NaCl, por exemplo).

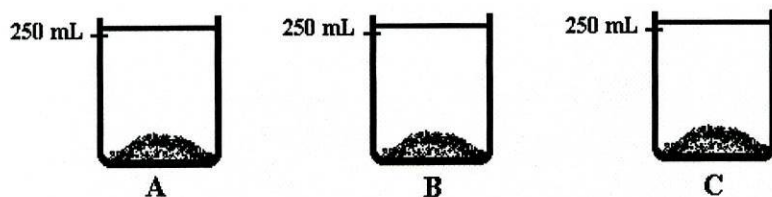


Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

FICHA DE TRABALHO

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

- ☞ Considere 3 gobelés com 250 mL de água desionizada em que se adiciona 100 g de sal (o limite de solubilidade do sal em água é de 90 g à temperatura de 25 °C). Supondo que cada gobelé foi sujeito a determinada condição:

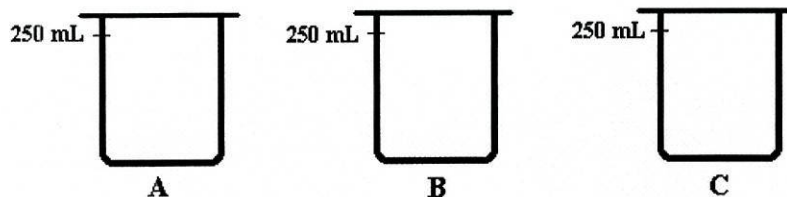


Gobelé A: Deixar o sal na água.

Gobelé B: Agitar a mistura e depois deixar repousar.

Gobelé C: Adicionar o sal à água, cuja temperatura é de 80 °C, e depois deixar repousar.

Desenhe e descreva o comportamento da mistura água-sal de cada gobelé, devidamente cobertos para evitar a evaporação e após 24 horas.



Gobelé A:

Gobelé B:

Gobelé C:

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

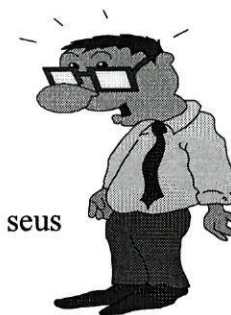
FICHA INFORMATIVA

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

A maioria dos **materiais** que nos rodeiam são **misturas de substâncias**

↪ **MISTURAS HOMOGÉNEAS**

A composição da mistura é a mesma em todos os pontos.



↪ **MISTURA HETEROGÉNEA**

A composição da mistura não é espacialmente uniforme (os seus constituintes distinguem-se à vista desarmada).

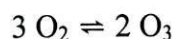
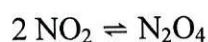
➤ **DISPERSÃO**

Mistura de duas ou mais em que as partículas de uma fase (**fase dispersa**) se encontram distribuídas no seio de outra (**fase dispersante**).

Estas dispersões são classificadas consoante o tamanho médio das partículas que constituem a fase dispersa.

➤ **SOLUÇÃO**

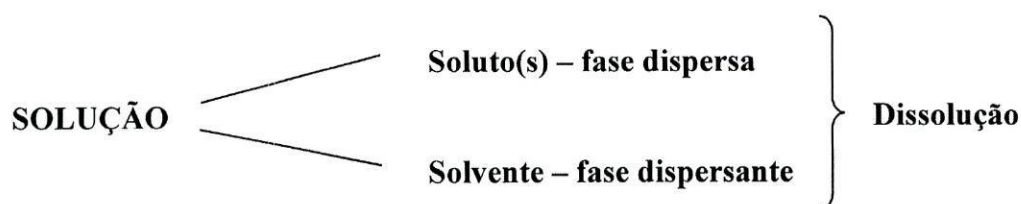
Mistura homogénea de duas ou mais espécies químicas que não são interconvertíveis. Assim, misturas de N_2O_4 e NO_2 ou misturas de O_2 e O_3 , por exemplo, não são soluções, pois as substâncias podem converter-se uma na outra:



Uma solução pode apresentar-se em **qualquer estado físico**: sólido, líquido ou gasoso; por exemplo:

- ☞ Solução gasosa – ar
- ☞ Solução líquida – água do mar
- ☞ Solução sólida – certas ligas metálicas

Por convenção, sempre que não se explicita o estado físico de uma solução deduz-se que se trata do estado líquido.



Ao acto de misturar homogeneamente o soluto com o solvente chama-se **dissolução**.

Na mesma solução pode existir **vários solutos**, mas um **único solvente**.

Geralmente o **solvente** é aquele que tem o **mesmo estado físico da solução**. No caso do soluto e do solvente terem o mesmo estado físico, o solvente é o que estiver em **maior concentração**, mas se o estado físico e a concentração dos dois componentes forem iguais o solvente será o **mais volátil** (menor ponto de ebulição).

SOLUTO	SOLVENTE	ESTADO FÍSICO DA MISTURA	EXEMPLOS
Líquido	Líquido	Líquido	Álcool corrente (etanol+água)
Sólido	Líquido	Líquido	Água do mar (cloreto de sódio+água)
Gás	Líquido	Líquido	Bebidas gaseificadas (CO ₂ em refrigerantes)
Gás	Gás	Gás	Ar atmosférico
Gás	Sólido	Sólido	H ₂ dissolvido em paládio metálico
Sólido	Sólido	Sólido	Ligas metálicas (bronze – Cu/Zn)
Líquido	Sólido	Sólido	Amálgama de dentista (Hg/Zn)

As **soluções** desempenham um papel muito importante em química e no mundo que nos rodeia. A maioria das reacções que observamos ocorrem em solução. Os combustíveis que usamos, o ar que respiramos e a água que bebemos são todos soluções. Os fluídos nos nossos corpos são soluções complexas que distribuem nutrientes e oxigénio por todo o corpo. As ligas são geralmente soluções sólidas de dois ou mais metais, com propriedades desejáveis que não se encontram nos metais puros.

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

FICHA INFORMATIVA

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

↪ **MODOS DE EXPRESSAR A COMPOSIÇÃO QUANTITATIVA DE UMA SOLUÇÃO**

Existem várias formas de exprimir a composição quantitativa das soluções, e em todas elas se relaciona directa ou indirectamente a massa do(s) soluto(s) com a massa do solvente.

No caso de num mesmo solvente existir mais do que um soluto, deve exprimir-se separadamente a composição quantitativa de cada um deles.

1. **CONCENTRAÇÃO MÁSSICA - C_m**

Neste sistema, a composição quantitativa é expressa pela massa de soluto existente na unidade de volume da solução, a uma dada temperatura,

$$C_m = \frac{\text{massa de soluto}}{\text{volume de solução}}$$

o que permite o uso de um grande número de unidades, que devem ser perfeitamente indicadas. As variantes mais usadas neste processo são:

$$\text{gdm}^{-3} \quad \text{gcm}^{-3} \quad \text{mgdm}^{-3} \quad \text{mgcm}^{-3} \quad \text{kgm}^{-3} \text{ (SI)}$$

2. **CONCENTRAÇÃO - C**

Define-se **concentração** (molaridade) de uma solução como sendo o número de moles (n) de soluto que existem num decímetro cúbico de solução, a uma dada temperatura. De acordo com a definição, tem-se então:

$$C_x = \frac{\text{número de moles do soluto (mol)}}{\text{volume de solução (dm}^3\text{)}}$$

Representa-se normalmente a concentração de uma dada espécie X por: [X]

3. PERCENTAGEM EM MASSA (adimensional) - % (m/m)

Este modo de exprimir a composição quantitativa da solução é determinada pela massa de soluto existente em 100 partes (massa) de solução.

$$\% (m/m) = \frac{\text{massa de soluto}}{\text{massa de solução}} \times 100$$

Em que: massa de solução = massa de solvente + massa do(s) soluto(s).

A percentagem em massa significa que, por exemplo, uma solução de H_2SO_4 a 78%, não é mais do que uma mistura de 78 unidades de massa de H_2SO_4 com 22 unidades de massa de H_2O (solvente), que originam 100 unidades de massa da referida solução.

Este processo encontra-se bastante vulgarizado, principalmente na indústria, tendo somente como inconveniente a necessidade do conhecimento da massa volúmica ou densidade da solução, sempre que se pretenda trabalhar com volumes (o mais vulgar) e não com massas.

3.1. Massa volúmica - ρ

Massa volúmica ou densidade de uma substância é a massa da unidade de volume dessa substância e é determinada pela razão entre a massa da substância e o respectivo volume. No caso de uma solução tem-se:

$$\rho = \frac{\text{massa de solução}}{\text{volume de solução}}$$

Esta grandeza é vulgarmente expressa em gcm^{-3} .

4. PERCENTAGEM EM VOLUME (adimensional) - % (V/V)

$$\% (V/V) = \frac{\text{volume de soluto}}{\text{volume de solução}} \times 100$$

5. PERCENTAGEM MASSA-VOLUME - % (m/V)

Este processo indica a massa de soluto existente em 100 partes (volume) de solução.

$$\% (m/V) = \frac{\text{massa de soluto}}{\text{volume de solução}} \times 100$$

É importante notar que se a massa de soluto estiver expressa em gramas o volume deverá vir em cm^3 .

6. MOLALIDADE – \underline{m}

Define-se molalidade de uma solução, como a razão entre o número de moles do soluto dissolvidos num quilograma de solvente.

$$\underline{m} = \frac{\text{número de moles de soluto (mol)}}{\text{massa de solvente (kg)}}$$

7. PARTES POR MILHÃO – ppm

Quando a quantidade de soluto é muito pequena usa-se normalmente este modo de exprimir a composição quantitativa da solução que corresponde à massa de soluto existente em 1000000 partes (volume) de solução. As unidades utilizadas são normalmente mg de soluto por dm^3 de solução.

$$\text{ppm} = \frac{\text{massa de soluto (mg)}}{\text{volume de solução (dm}^3\text{)}}$$

8. FRACÇÃO MOLAR (adimensional) - x_i

Define-se fracção molar de um soluto numa solução, como a razão entre o número de moles desse soluto e o número total de moles da solução.

Sejam $n_1, n_2, \dots, n_i, \dots$, os números de moles, respectivamente, dos solutos 1, 2, ..., i, ..., e seja n_s o número de moles do solvente.

A fracção molar de um soluto i, será dada por:

$$x_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_s}$$

e a fracção molar do solvente por:

$$x_s = \frac{n_s}{n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_s}$$

Das definições é evidente que:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_i + \dots + x_s = 1$$

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

FICHA DE TRABALHO

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

OBJECTIVOS

- ↗ Conhecer as diferentes formas de exprimir a composição quantitativa das soluções;
- ↗ Efectuar cálculos envolvendo as diferentes formas de determinar a composição quantitativa das soluções;
- ↗ Resolver exercícios apresentando o resultado com o número correcto de algarismos significativos.

1. Dissolveram-se 32,2 g de cloreto de ferro(II), em 200 cm³ de água. Calcule:
 - 1.1. A concentração em massa de cloreto de ferro (II) na solução. (R: 0,161 gcm⁻³)
 - 1.2. A concentração de cloreto de ferro (II) na solução. (R: 1,27 moldm⁻³)
 - 1.3. A percentagem em massa de cloreto de ferro (II) na solução. (R: 13,9 %)
 - 1.4. A molalidade do soluto na solução. (R: 1,27 mol/kg)
 - 1.5. A fracção molar do soluto e do solvente. (R: 0,224 e 0,978)
2. Calcule a massa de nitrato de prata, necessária para preparar 100 cm³ de uma solução 0,100 moldm⁻³ neste sal. (R: 1,70 g)
3. Calcule a percentagem em massa de iodeto de potássio, numa solução contendo 2,50 g deste sal em 200 cm³ de solução ($d_{\text{solução}} = 1,00$). (R: 1,25 %)
4. Dissolveram-se 6,62 g de nitrato de chumbo em água desionizada, perfazendo-se o volume de 500 cm³.
 - 4.1. Indique a fórmula química do soluto.
 - 4.2. Calcule a concentração da solução obtida. (R: 0,0400 moldm⁻³)
5. Calcule a percentagem em massa de ácido perclórico, numa solução 4,00 moldm⁻³ deste ácido, sabendo que a densidade da solução é igual a 1,23. (R: 32,7 %)
6. Pretende-se preparar 10,0 cm³ de uma solução de cromato de potássio, 10% em massa. Sabendo que a densidade da solução é igual a 1,0, determine:
 - 6.1. A concentração em massa da solução. (R: 0,10 gcm⁻³)

- 6.2. A concentração da solução. (R: $0,51 \text{ mol dm}^{-3}$)
- 6.3. A molalidade da solução. (R: $0,57 \text{ mol/kg}$)
- 6.4. A fracção molar do soluto e do solvente. (R: $0,010$ e $1,0$)
7. Sabendo que o ácido nítrico concentrado tem $70,0\%$ em massa e $d=1,42$, determine:
- 7.1. A concentração do ácido nítrico, expressa em mol dm^{-3} . (R: $15,8 \text{ mol dm}^{-3}$)
- 7.2. A concentração mássica da solução. (R: $0,994 \text{ g cm}^{-3}$)
- 7.3. A massa deste ácido contida em 500 cm^3 da solução concentrada. (R: 497 g)
- 7.4. O volume de solução concentrada que contém 100 g de HNO_3 puro. (R: 101 cm^3)
8. Calcule o volume de solução concentrada de amoníaco ($d = 0,900$ e 20% em massa) necessário para preparar $60,0 \text{ cm}^3$ de uma solução $1,00 \text{ mol dm}^{-3}$ em NH_3 . (R: $5,4 \text{ cm}^3$)
9. Uma solução de nitrato de chumbo, tem uma concentração de $0,150 \text{ mol dm}^{-3}$.
- 9.1. Indique qual a concentração de cada um dos iões na referida solução. (R: $0,150 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,300 \text{ mol dm}^{-3}$)
- 9.2. Calcule a concentração mássica de cada um dos iões na mesma solução. (R: $31,1 \text{ g dm}^{-3}$ e $47,4 \text{ g dm}^{-3}$)
10. Uma solução de hidróxido de sódio apresenta a seguinte composição: $30,0\%$ em massa. Calcule a massa de soluto que se encontra combinada com $35,0 \text{ g}$ de solvente nesta solução. (R: $15,0 \text{ g}$)
11. Preparou-se uma solução de ácido sulfúrico, por dissolução de uma certa massa do referido composto em $18,4 \text{ g}$ de água, obtendo-se uma solução cuja fracção molar do soluto é $0,040$. Calcule a massa de ácido dissolvida e a fracção molar do solvente. (R: $4,17 \text{ g}$ e $0,960$)
12. Calcule a concentração e a molalidade de uma solução de ácido sulfúrico de densidade relativa $1,250$ e contendo 35% em massa de ácido sulfúrico. (R: $4,46 \text{ mol/dm}^3$ e $5,49 \text{ mol/kg}$)
Que quantidade deste ácido utilizaria para preparar, por diluição, $1,0 \text{ dm}^3$ de uma solução cuja concentração seja $1,00 \text{ mol/dm}^3$. (R: 224 cm^3)
13. Diga como prepararia 250 cm^3 de uma solução de ácido nítrico $0,50 \text{ mol/dm}^3$ a partir de uma solução do mesmo ácido $1,20 \text{ mol/dm}^3$. (R: 104 cm^3)
14. Diga como prepararia 100 cm^3 de uma solução de cloreto de sódio $0,20 \text{ mol/dm}^3$, a partir do sal sólido. (R: $1,2 \text{ g}$)

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

FICHA INFORMATIVA

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

SOLUÇÕES

As soluções mais vulgarmente utilizadas num laboratório podem ser preparadas a partir de solutos sólidos ou a partir de uma solução de concentração relativamente elevada e conhecida (diluição).

Podem preparar-se soluções muito ou pouco rigorosas.

SOLUÇÃO PADRÃO

Solução cuja concentração é rigorosamente conhecida.



Pode ser preparada a partir de:

- ☞ Uma **substância primária** de massa rigorosamente “pesada”, dissolvida num solvente apropriado e diluída, em balão volumétrico, até à capacidade pretendida;
- ☞ **Soluções de concentração rigorosamente estabelecidas e existentes no mercado** em ampolas hermeticamente fechadas, que se diluem em balão volumétrico.
- ☞ **Soluções que foram tituladas com uma substância primária ou com uma solução padrão.**

Substância primária é a que satisfaz as seguintes condições:

- ☞ Pode obter-se em estado quimicamente puro, ou seja, com um grau de impureza inferior a 0,05% ;
- ☞ Tem de ser estável, quer em solução, quer no estado sólido;
- ☞ Não ser higroscópica, nem reagir com qualquer substância existente no ar;
- ☞ Deve ser de fácil secagem (para eliminar alguma humidade).

Além destas condições, deve-se ainda escolher as substâncias de massa molecular o maior possível, pois diminui o erro cometido na pesagem.

ETAPAS A REALIZAR PARA A PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES

• **Cálculo da quantidade de composto necessária**

Conhecidos a concentração e o volume da solução a preparar, calcula-se a massa ou o volume de soluto necessários.

É fundamental saber **ler e interpretar** as informações contidas no rótulo do frasco do reagente a usar, pois contém os dados necessários ao cálculo pretendido.

• **Medição**

Para a medição de uma massa usa-se:

- balança de precisão (precisão $\pm 0,01$ g), nos casos correntes;
- balança analítica (precisão $\pm 0,0001$ g), para medições rigorosas.

Para a medição de volumes usa-se:

- provetas para medições não rigorosas;
- pipetas para medições rigorosas;
- balões volumétricos para diluições rigorosas.

• **Dissolução/diluição**

Após a “pesagem” do soluto sólido, finamente dividido, adiciona-se a uma parte do solvente. Agita-se e aquece-se, se necessário, para completar a dissolução.

Adiciona-se em seguida o resto do solvente para completar o volume final pretendido.

Se o soluto for líquido, mede-se o volume calculado e adiciona-se lentamente ao solvente, agitando e completando o volume final pretendido.

Nota: As soluções de ácido concentrado adicionam-se sempre ao solvente, lenta e cuidadosamente, e no caso do ácido sulfúrico, o gobelé deve estar imerso num banho de água gelada.

• **Homogeneização**

Agita-se a solução preparada para completa homogeneização.

• **Armazenagem**

As soluções devem ser sempre transferidas e guardadas em frascos apropriados e devidamente rotulados.

Os **rótulos** devem ter as seguintes indicações:

- nome e/ou fórmula química do soluto;
- concentração;
- data de preparação;
- frases R e S se necessário.

ANEXO H

Procedimento Experimental

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Procedimento experimental

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: ____ - ____ - ____

PROFESSORA-INVESTIGADORA

1. Preparar, rigorosamente, 50 mL de uma solução de PCP em etanol de concentração $2,0 \times 10^4$ mg/L.
 - 1.1. Calcular a massa de PCP necessária para preparar a solução;
 - 1.2. Medir, rigorosamente, dentro de um gobelé de 50 mL, a massa necessária à preparação da solução;
 - 1.3. Adicionar cerca de 25 mL de água desionizada;
 - 1.4. Agitar com uma vareta de vidro, até dissolução completa;
 - 1.5. Transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL, lavar a vareta, o gobelé e o funil com pequenas porções de água desionizada e transferir estas águas de lavagem para o balão;
 - 1.6. Completar o volume até ao traço de referência com água desionizada e agitar para homogeneizar;
 - 1.7. Transferir a solução obtida para um frasco previamente preparado e rotulado.

CADA GRUPO DE ALUNOS

2. Pipetar 0,5 mL desta solução para vários frascos de vidro de cintilação numerados de 1 a 7.
3. Deixar vaporizar totalmente o etanol dos frascos colocados dentro de uma hotte (aproximadamente 24 h), ficando uma mesma quantidade de PCP depositado às paredes dos frascos. Este procedimento garante, de uma forma mais eficaz e rápida, que a mesma quantidade de pesticida é colocada em todos os frascos. Assim, há apenas a necessidade de uma só pesagem do pesticida, evitando menor contacto com este concentrado.

TURMA

4. Preparar, rigorosamente, 250 mL de uma solução aquosa concentrada de ácidos fúlvicos 200 mg/L.
 - 4.1. Calcular a massa de AF necessária para preparar a solução;
 - 4.2. Medir, rigorosamente, dentro de um gobelé de 250 mL, a massa necessária à preparação da solução;

- 4.3. Adicionar cerca de 100 mL de água desionizada;
- 4.4. Agitar com uma vareta de vidro, até dissolução completa;
- 4.5. Transferir a solução para um balão volumétrico de 250 mL, lavar a vareta, o gobelé e o funil com pequenas porções de água desionizada e transferir estas águas de lavagem para o balão;
- 4.6. Completar o volume até ao traço de referência com água desionizada e agitar para homogeneizar;
- 4.7. Ajustar o pH da solução a 6 (pH de um solo natural);
- 4.8. Transferir a solução obtida para um frasco previamente preparado e rotulado.

CADA GRUPO DE ALUNOS

5. Preparar, rigorosamente, 20 mL de soluções aquosas diluídas de ácidos fúlvicos de concentrações variáveis entre 0 mg/L a 200 mg/L, directamente nos frascos de vidro de cintilação que continham o PCP sólido.

Frascos	V _{sol. conc. AF} (mL)	V _{H₂O} (mL)	V _{total} (mL)	[AF] (mg/L)
1			20	200
2			20	100
3			20	50
4			20	25
5			20	10
6			20	5
7			20	0

Nota: no frasco 7 pretende-se fazer o estudo da solubilidade do PCP apenas em água.

- 5.1. Calcular o volume necessário de solução concentrada para as referidas diluições;
- 5.2. Medir, com uma pipeta volumétrica, o volume de solução concentrada necessário, e transferir para o respectivo frasco de vidro de cintilação contendo o PCP;
- 5.3. Medir com uma pipeta volumétrica o volume de água necessário para completar o volume de 20 mL e transferir para o respectivo frasco;
- 5.4. Tapar os frascos e agitar para homogeneizar a solução.
6. Tapar os frascos e agitar, deixar em repouso num banho termostático a 25 °C durante aproximadamente 24 h.

7. Pipetar 10,00 mL de cada um dos frascos de vidro de cintilação para outros devidamente limpos e secos e numerados da mesma forma (com o cuidado de não pipetar PCP sólido que possa existir em suspensão).
8. Adicionar 10,00 mL de n-hexano (solvente extractor – fica na parte de cima por ser menos denso que a água), com o objectivo de extrair o PCP para a fase orgânica.
9. Tapar os frascos e agitar, deixar em repouso num banho termostático a 25 °C durante aproximadamente 24 h.

PROFESSORA-INVESTIGADORA

10. Retirar, de cada frasco, um pouco de solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo.
11. Traçar o espectro de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância a 302 nm nos espectros obtidos.
12. Traçar a recta de calibração espectrofotométrica para o PCP em n-hexano.
 - 12.1. Preparar, rigorosamente, 10 mL de uma solução concentrada de PCP em n-hexano 1000 mg/L;
 - 12.2. Preparar por diluição rigorosa, a partir da solução concentrada, cinco soluções de PCP em n-hexano com as seguintes concentrações: 25,0, 50,0, 100,0, 150,0 e 200,0 mg/L;
 - 12.3. Transferir 10,00 mL de cada uma das soluções padrão diluídas para frascos de vidro de cintilação, numerados de 1 a 5;
 - 12.4. Adicionar aos cinco frascos anteriores 10,00 mL de água desionizada;
 - 12.5. Tapar os frascos e deixar a agitar à temperatura de 25°C durante aproximadamente 24 h;
 - 12.6. Retirar, de cada um dos cinco frascos, um pouco do solvente extractor (n-hexano) para uma célula espectrofotométrica de quartzo.
 - 12.7. Traçar os espectros de UV do pesticida no solvente extractor, efectuando-se a medição da absorvância para o comprimento de onda de 302 nm, para as várias soluções de diferentes concentrações;
 - 12.8. Traçar a recta de calibração para as soluções de PCP em n-hexano.

CADA GRUPO DE ALUNOS

13. Determinar, a partir dos valores obtidos da absorvância das soluções, e por interpolação na recta de calibração, a quantidade de PCP dissolvida na fase aquosa. Este valor corresponde à solubilidade de PCP nas diferentes soluções de ácidos fúlvicos (solubilidade aparente) e na água (solubilidade).

ANEXO I

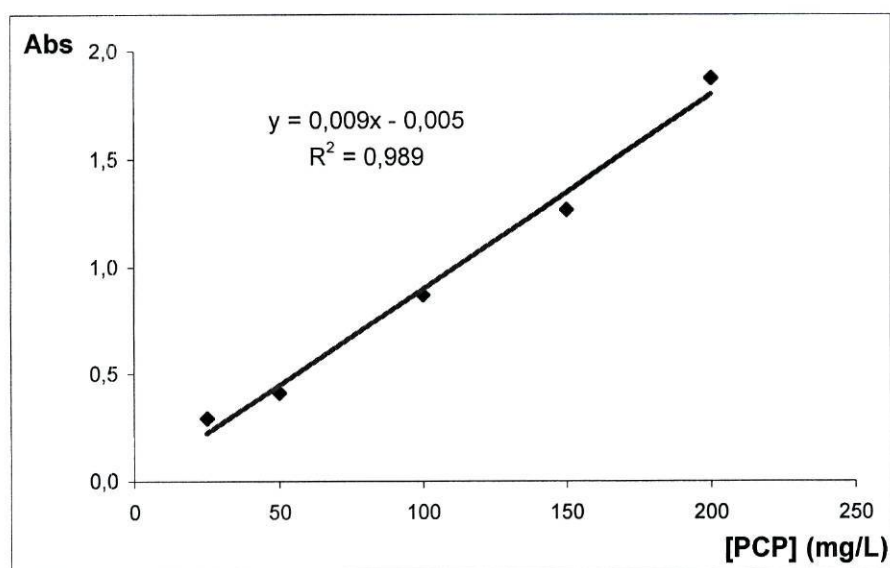
Ficha Informativa n.º 4 – Recta de calibração de PCP em n-hexano

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Ficha Informativa n.º 4

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: ____ - ____ - ____

A figura seguinte mostra a recta de calibração do PCP em n-hexano, na qual se representa graficamente a absorvância máxima (302 nm) em função da concentração das diferentes soluções padrão de PCP em n-hexano.



ANEXO J

Ficha de Trabalho – Conclusões

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Ficha Trabalho – Conclusões

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: ____ - ____ - ____

1. Quais as conclusões que obtiveste acerca do trabalho experimental realizado?

2. Justifica as conclusões apresentadas na questão anterior.

ANEXO K

Questionário – Conceitos Químicos e Processos Científicos

Escola Secundária da Trofa
Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I

Questionário

Nome: _____ N.º: ____ Turma: ____ Data: ____ - ____ - ____

1. Comenta a seguinte afirmação: "... é praticamente insolúvel em água, embora solúvel em numerosos solventes."

2. Diz o que significa "solubilidade de um soluto num determinado solvente".

3. Dá exemplos de solventes.

4. O que é uma "solução aquosa"?

5. Explica o significado de uma "solução estar saturada".

6. Para que serve uma extracção?

7. Dá um exemplo de uma extracção.

8. O que é um pesticida?

9. O que significa ter alta capacidade biocida?

10. Quais os perigos da utilização dos pesticidas?

11. Interpreta a seguinte afirmação: “A solubilidade dos pesticidas em água afecta de forma directa a sua mobilidade nos sistemas aquosos e solos”.

12. O que são os ácidos fúlvicos?

13. Como interactuam os ácidos fúlvicos com os pesticidas?

14. Num rótulo de um frasco lê-se, entre outras coisas:

Ácidos fúlvicos [AF] = 500 ppm Conteúdo – 1,5 L

A massa de ácidos fúlvicos, em gramas, no conteúdo do frasco é de ...? (Apresenta os cálculos que tiveste de efectuar)

15. Tenta resolver os seguintes problemas:

15.1. O João questiona-se sobre o que afecta o tempo que os cubos de gelo levam a fundir. Ele decide testar se a forma do cubo de gelo tem influência. Como é que ele podia testar esta sua ideia? (escolhe uma das seguintes opções)

- A) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter formas e pesos diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, todos à mesma temperatura. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.
- B) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter a mesma forma, mas pesos diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, todos à mesma temperatura. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.
- C) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter o mesmo peso, mas formas diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, todos à mesma temperatura. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.
- D) Usar cinco cubos de gelo. Todos devem ter o mesmo peso, mas formas diferentes. Colocá-los em cinco frascos idênticos, a diferentes temperaturas. Observar o tempo que demoram a fundir os cubos de gelo.

15.2. Imagina que tens nove frascos aparentemente iguais. Oito deles têm exactamente a mesma massa e o outro tem uma massa ligeiramente maior. Usando uma balança de pratos e fazendo apenas duas pesagens, como poderias descobrir qual dos frascos tem maior massa?

ANEXO L

Grelha de avaliação da apresentação oral

Apresentação oral dos trabalhos escritos sobre os pesticidas

Grelha de avaliação para a apresentação oral

Critérios de avaliação		Valores a atribuir						
		0	5	10	15	20	25	
Organização	Desorganização total	0	5	10	15	20	25	Muito organizado
Apresentação	Pouco audível	0	5	10	15	20	25	Audível
Clareza na apresentação	Confuso	0	5	10	15	20	25	Bem explicado
Uso de materiais de suporte à apresentação	Não	0					10	Sim
Cumprimento do tempo estipulado^[1]	25, ou mais, minutos	0	3	6	9	12	15	15 minutos

^[1] desconto de 3 valores por cada 2 minutos excedidos em relação aos 15 estipulados.