

Universidade de Lisboa



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

**Ensino de Química com Recurso a Tarefas de Investigação
Um Estudo com Alunos do 7º Ano de Escolaridade**

Ana Filipa André Veríssimo

Mestrado em Ensino da Física e Química
no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário

2011

Universidade de Lisboa



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

**Ensino de Química com Recurso a Tarefas de Investigação
Um Estudo com Alunos do 7º Ano de Escolaridade**

Ana Filipa André Veríssimo

Orientadora: Professora Doutora Ana Maria Freire

Mestrado em Ensino da Física e Química
no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário

2011

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Maria Freire, pelo apoio, orientação, disponibilidade e pelas valiosas sugestões que contribuíram para enriquecer o meu trabalho.

À Professora Doutora Manuela Rocha, pela disponibilidade e pela cuidadosa revisão da fundamentação científica.

À Professora Doutora Mónica Baptista, pelas palavras de incentivo sempre presentes ao longo desta etapa.

À Professora-cooperante Lurdes Poças, pela colaboração, pela disponibilidade sempre demonstrada e pela partilha de experiências.

À Guadalupe Duarte, pela tradução do resumo.

Aos meus colegas de Mestrado, pela amizade, pela partilha de experiências e pelas aprendizagens que com eles efectuei.

À minha irmã Carla, pelo apoio incondicional. Obrigado por estares sempre presente nos momentos marcantes da minha vida.

RESUMO

As tarefas de investigação são entendidas como um elemento chave no ensino das ciências promovendo através da sua realização o desenvolvimento de competências indispensáveis à participação activa na sociedade actual. Neste contexto, este estudo pretende conhecer as reacções dos alunos do 7º ano de escolaridade, quando se coloca em prática tarefas de investigação durante a leccionação da temática Materiais. Assim, este estudo tem como finalidades conhecer as dificuldades reveladas pelos alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação, as aprendizagens que os alunos dizem realizar e o que pensam os alunos sobre as tarefas de investigação.

Participaram no estudo nove alunos de uma turma do 7º ano de escolaridade de uma escola da área de Lisboa. Para a concretização do estudo, utilizou-se uma metodologia que tem um carácter qualitativo, com orientação interpretativa com abordagem ao estudo sobre a própria prática. Utilizaram-se como instrumentos de recolha de dados a observação naturalista, a entrevista em grupo focado e os documentos escritos pelos alunos. Na análise de dados, através do método do questionamento e comparação constantes, emergiram diferentes categorias.

Os resultados revelam as principais dificuldades sentidas pelos alunos, nomeadamente, ao nível do desenvolvimento de competências de comunicação e de raciocínio. As aprendizagens que dizem realizar-se situam-se no domínio da mobilização de conhecimento substantivo e de competências linguísticas, quando são usadas tarefas de investigação como estratégia de ensino. Os resultados mostram que os alunos gostam de usar as tarefas de investigação embora as considerem demasiado difíceis por os obrigar constantemente a escrever e tomar parte activa nas aulas.

Palavras-chave: Ensino das Ciências, Desenvolvimento de Competências, Contexto CTSA, Tarefas de Investigação.

ABSTRACT

The investigated tasks are understood as key elements in the studies of science promoting through its process, the development of necessary abilities for its active participation in the society. In this context, the study is focus in analyzing the reactions of 7th grade students, when facing investigation tasks during Material lessons. Therefore, this study has the objective to find out the difficulties showed by the students when involved in investigation tasks, the knowledge they acquire and their thinking process.

In this work we involved nine seventh grade students from the Lisboa area. The methodology used was of qualitative character, with an interpretative orientation and a analysis to the study itself. The instruments used to recover data were the naturalist observation, group interviews and written documents. Through the questioning and comparison method and after analyzing all data, different categories stood up.

The results show the main difficulties felt by the students, mainly related to the development of abilities in communication and reasoning. The students mention that the learning process are focus on a concept level as well as linguistic abilities, when strategies such as investigation tasks are being practiced. The results show us that the students are interested in the investigations tasks, although they consider it too difficult due to the fact that it obliges them to constantly write and be active in class.

Key-words: Teaching Science, Development of Abilities, Context CTSA, Investigation Tasks.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
Problema e Questões de Investigação	3
Organização do Relatório	3
CAPÍTULO 2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
Orientações Curriculares para o Ensino das Ciências	5
Contexto de Ensino CTSA	9
Ensino por Investigação	12
Síntese	20
CAPÍTULO 3 PROPOSTA DIDÁCTICA	21
Fundamentação Científica	21
Fundamentação Didáctica.....	36
Síntese	44
CAPÍTULO 4 METODOLOGIA	45
Fundamentação Metodológica	45
Contexto e Participantes do Estudo	46
Instrumentos de Recolha de Dados	48
Análise de Dados	53
Síntese	56
CAPÍTULO 5 RESULTADOS	57
Dificuldades Reveladas Pelos Alunos Quando Estão Envolvidos em Tarefas de Investigação Sobre o Tema Materiais	57
Aprendizagens que os Alunos Dizem Realizar Quando Estão Envolvidos em Tarefas de Investigação na Sala de Aula	64
Opiniões que os Alunos Atribuem às Tarefas de Investigação	68
Síntese	70
CAPÍTULO 6 CONCLUSÃO E REFLEXÃO FINAL	71
Conclusão	71
Reflexão Final	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
APÊNDICES	84
APÊNDICE A Tarefas de Investigação	85

APÊNDICE B Planificações	110
APÊNDICE C Lista de Verificação	121
APÊNDICE D Folha de Auto-Avaliação do Aluno	123
APÊNDICE E Guião das Entrevistas Semi-Estruturadas	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Dimensões de uma tarefa de investigação	15
Figura 2.2 Perspectiva cíclica das tarefas de investigação	18
Figura 3.1 Espectro do conhecimento sobre materiais	22
Figura 3.2 Esquema organizador dos quatro temas apresentado nas Orientações curriculares	37
Figura 3.3 Organização sequencial das tarefas em sala de aula	39

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 Tipologia de Investigações	14
Quadro 3.1 Conceitos Abordados em Cada Tarefa Para o Ensino dos Materiais	40
Quadro 3.2 Competências Mobilizadas na Realização de Tarefas de Investigação	42
Quadro 4.1 Idades dos Participantes do Estudo	47
Quadro 4.2 Repetências dos Participantes no Estudo	48
Quadro 4.3 Categorias e Subcategorias de Análise Para as Respectivas Questões de Investigação	55

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Numa sociedade democrática e em constante mudança, onde a Ciência e a Tecnologia assumem cada vez mais um papel preponderante, há a necessidade de formar cidadãos responsáveis e críticos, capazes de participar em discussões e de tomar decisões ponderadas de natureza científica e tecnológica. Neste sentido, torna-se imprescindível que a escola proporcione aos alunos o desenvolvimento de competências promotoras de literacia científica, promovendo a aquisição de competências nos domínios do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes. Deste modo, espera-se que a escola crie condições para que os alunos mobilizem saberes, isto é, que analisem as várias situações com que se confrontam, compreendam o que é necessário para intervir, ajam e percebam os resultados dessa mesma acção (Pinto, 2002), possibilitando não só a sua integração futura no mercado de trabalho, mas também a promoção da sua formação e auto-formação ao longo da vida, indispensáveis ao pleno exercício da cidadania (Santos, 2002).

A educação em Ciências é um processo contínuo ao longo da vida, e o ensino formal terá como orientação de base, o de preparar os cidadãos em saberes básicos e competências que lhes permitam continuar o processo de aprendizagem ao longo da vida. No caso particular das Ciências, a primeira observação a colocar refere que a questão de partida para a conceptualização do ensino formal não deve ser “porquê ensinar ciências” mas “para quê”, ou seja, as razões devem deslocar-se de contextos externos para domínios mais pessoais, como o de cada indivíduo poder compreender e ser capaz de se inserir de forma adequada na sociedade. Para que isto ocorra, existem competências específicas que necessitam de ser alcançadas, em particular do domínio científico (Martins, 2003). Por conseguinte, as competências, não devem ser entendidas cada uma por si, mas no seu conjunto, isto é, devem ser desenvolvidas em simultâneo e de uma forma transversal na exploração de actividades educativas, permitindo a todos os alunos tomar decisões fundamentadas e torná-los membros activos da sociedade global em que vivem. Somente desta forma será possível promover literacia científica, essencial para o exercício pleno da cidadania, por forma a possibilitar aos alunos a compreensão do mundo em que vivem e a capacidade de resolver de forma crítica os problemas mais complexos que vão surgindo (Sá, 2002).

Em Portugal, o Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001) advoga o ensino da Ciência como fundamental. Segundo este documento, o ensino da Ciência visa proporcionar aos alunos possibilidades de: despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência; adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas e finalmente, questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral (p. 129).

As Orientações Curriculares, valorizam um ensino centrado no aluno, fundamentado numa perspectiva construtivista que promova a utilização de processos investigativos, a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), um ensino orientado para o desenvolvimento de competências, a avaliação como aprendizagem e a literacia científica dos alunos (Galvão *et al.*, 2002).

A literatura educacional tem vindo a apelar para que os professores utilizem estratégias de ensino centradas nos alunos, nas suas aulas. A realização de tarefas de investigação, como estratégia de ensino e aprendizagem, tem sido largamente discutida e actualmente defendida como uma forma de ensinar inovadora para esta geração de alunos das nossas escolas (Almeida, 2001; Cachapuz, 2000; Freire, 1999). As Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais apelam também para estratégias de ensino diversificadas e diferentes daquelas anteriormente preconizadas e apelam à utilização de tarefas de investigação como estratégia de ensino (ME-DEB, 2001).

É necessário desmistificar a ideia dos alunos acharem a disciplina de Ciências Físico-Químicas (CFQ) difícil, a qual poderá passar pelas estratégias de ensino utilizadas pelo professor na sala de aula. A implementação de tarefas de investigação como estratégia de ensino pode ajudar nessa desmistificação, pois pode levar a uma melhor compreensão dos conteúdos propostos, a uma abordagem mais interessante e apelativa desses mesmos conteúdos e assim contribuir para o desenvolvimento cognitivo em geral. Assim pressupõe-se que os alunos, ao realizarem actividades que permitem maior liberdade e maior desafio, revelarão maior motivação, maior gosto na realização deste tipo de actividades e, conseqüentemente, serão capazes de aprender.

A razão da escolha da unidade temática Materiais, que faz parte dos conteúdos programáticos do sétimo ano de escolaridade, prende-se com o facto de se tratar de um tema central no estudo da Química. Este tema permite que os alunos adquiram os conhecimentos básicos de Química que qualquer cidadão deverá possuir para que possa perceber muitas das notícias transmitidas pela comunicação social. Que saiba interpretar, por exemplo, o rótulo de variados produtos que consome, que saiba reconhecer que muitos objectos utilizados na nossa vida diária são feitos de diversos materiais.

Problema e Questões de Investigação

Tendo em conta a versatilidade pedagógica do uso de tarefas de investigação e o modo como o professor as implementa em sala de aula, como estratégia de ensino, foi possível formular o problema que orientará a investigação: Que reacções manifestam os alunos do sétimo ano de escolaridade, quando se coloca em prática tarefas de investigação durante a leccionação da temática Materiais? Com o objectivo de dar resposta a esta problemática geral, identificam-se as seguintes questões:

- Que dificuldades revelam os alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação sobre o tema “Materiais”?
- Que aprendizagens dizem realizar os alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação na sala de aula?
- O que pensam os alunos sobre as tarefas de investigação?

Organização do Relatório

Este relatório está organizado em seis capítulos, que tem como finalidade tentar dar resposta ao problema e questões de estudo delineadas.

No primeiro capítulo que corresponde à introdução faz-se uma contextualização teórica mais geral da problemática em estudo, enuncia-se o problema e as questões de investigação.

O segundo capítulo é dedicado ao enquadramento teórico da investigação relevante para o tema em estudo.

No terceiro capítulo é enunciada a proposta didáctica. Apresenta-se o plano de aulas para leccionar o tema Materiais, contemplando a concepção, a implementação e a avaliação das tarefas de investigação.

No quarto capítulo apresentam-se as opções metodológicas utilizadas, caracterizam-se os participantes e descreve-se os instrumentos de recolha de dados utilizados. Por fim, mencionam-se os procedimentos usados no tratamento e análise dos dados obtidos.

No quinto capítulo, apresentam-se os resultados organizados de acordo com as questões de investigação.

No sexto e último capítulo, apresentam-se e discutem-se as conclusões que resultam da análise dos resultados e a reflexão.

No final deste relatório apresentam-se as referências bibliográficas e os documentos em anexo considerados relevantes para a compreensão deste trabalho de investigação.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A evolução da Educação em Ciência abrange quer a dimensão curricular quer as perspectivas de ensino e de aprendizagem. Neste sentido, a evolução curricular acompanha o desenvolvimento das sociedades, respondendo de modo ininterrupto às necessidades de formação de cidadãos no contexto da sua intervenção futura no progresso do país. Revela também uma intenção em relação ao que é crucial ensinar, tendo em conta as necessidades da sociedade e, neste contexto, a construção de um Currículo Nacional define o tipo de cidadão que é necessário formar.

Face ao exposto, este capítulo encontra-se dividido em três partes consideradas relevantes para o desenvolvimento deste estudo. Na primeira parte apresentam-se as orientações curriculares para o ensino das ciências, numa perspectiva de evolução curricular da educação nas últimas décadas. Na segunda parte aborda-se o contexto de ensino CTSA. A terceira parte é dedicada ao tema ensino por investigação. Inicia-se com a definição de tarefas de investigação na perspectiva de vários autores, seguindo-se tipologias e modelos de investigação educacionais e, por último implementação e potencialidades das tarefas de investigação na sala de aula.

Orientações Curriculares para o Ensino das Ciências

Nas últimas décadas, o ensino das Ciências em Portugal evoluiu, de modo geral, sob a influência de propostas curriculares de países com maior distinção.

Em 1956, os soviéticos lançaram para o espaço o 1º Sputnik, mostrando ao mundo, e particularmente aos americanos, que possuíam uma tecnologia que eles ainda estavam longe de alcançar, o que levou a comunidade científica a interessar-se pelo desenvolvimento dos currículos de ciências. Com este acontecimento formou-se, nos Estados Unidos da América, a *National Science Foundation* (NSF), com a finalidade de elaborar currículos que promovessem a formação de cientistas profissionalmente capazes, matemáticos, engenheiros e técnicos (Galvão et al., 2006). Estava assim iniciado o período de ouro para os currículos de ciências (Hurd, 1987 in Galvão et al.,

2006). Pretendia-se que a investigação em ciência e em educação fossem exemplares e sob a direcção de cientistas, foi designado um comité para a construção do primeiro currículo, o *Physical Science Study Committee* (PSSC), em 1957 (Galvão et al., 2006). Em 1958, desenvolveu-se de forma análoga, um currículo de Química, o *Chemical Bond Approach* (CBA).

Para muitos historiadores a reacção ao lançamento do 1º Sputnik, representa apenas o culminar dos receios sobre o declínio americano (Mintzes & Wandersee, 1998). Assim, a comunidade científica surge como protagonista na resposta à crise procurando apresentar soluções para a reformulação dos currículos de ciências. Por conseguinte, os novos programas eliminaram grande parte da ênfase dada aos assuntos tecnológicos e sociais, substituindo-os por manuais rigorosos e exercícios laboratoriais, centrados na estrutura das disciplinas e nos modos de investigação científica, remetendo, para o aluno, o papel de um receptor passivo (Nunes, 2006).

Em 1958, o grupo de História da Ciência, de Harvard, questionou se o tipo de educação científica proposto pelo PSSC seria o que a educação pública necessitava. As investigações realizadas sobre a implementação do novo currículo de Física, PSSC, vieram mostrar que as expectativas dos seus mentores não se confirmaram, verificando-se um decréscimo no interesse dos alunos pela Física (Galvão et al., 2006). A crítica principal incidia na ênfase dada ao método científico e à visão do aluno como um cientista que deveria “aprender fazendo”, de modo a adquirir uma racionalidade dada pela actividade científica, permitindo assim a constituição de uma elite cientificamente culta que contribuisse para o desenvolvimento científico, industrial e tecnológico do país (Nunes, 2006).

No início dos anos 60, desenvolveu-se um outro projecto de Física, o *Harvard Project Physics*, surgindo em 1970 a 1ª edição do curso *Project Physics*, traduzido para português em 1978 com o nome de Projecto Física (PF), com as finalidades principais de projectar um curso de Física orientado humanisticamente, desenvolver um curso que atrairia um grande número de estudantes liceais para o estudo da Física elementar e contribuir para o conhecimento dos factores que influenciam o ensino da ciência (Projecto Física, 1978). Deste modo, introduzia-se a perspectiva cultural e histórica.

A inclusão da História da Ciência no ensino da Física não revelou benefícios em termos de aprendizagem dos seus conteúdos, embora fosse positiva a atitude dos alunos em relação à natureza da ciência.

O Projecto Síntese, publicado nos anos 80, resultou de estudos internacionais que foram realizados e evidenciou as discrepâncias entre a realidade e o desejável, fazendo recomendações no sentido de se repensar os currículos de ciências, assim como as finalidades do ensino das ciências na década de 80 (Freire, 1993). Surge então a ideia de que um currículo de ciências para todos os alunos teria de ser entendido no contexto da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

O conceito CTS, trazido na década de 70 do século XX, tem permitido o desenvolvimento da educação para as ciências, sendo notório outro conceito a ele associado, tal como, “Science for all”. Este conceito revela a importância e a necessidade de reorganização dos currículos, das metodologias e das estratégias desenvolvidas nas escolas para efectivamente promover uma compreensão da ciência na sua vertente do saber ciência e saber sobre ciência, valorizando o cidadão enquanto decisor na sociedade.

Galvão e Freire (2004) enfatizam a perspectiva CTS no currículo de ciências Físicas e Naturais, no sentido de preparação de cidadãos para a compreensão geral da ciência, no sentido de aumentar o nível de literacia científica dos cidadãos. Os mesmos autores referem ainda a importância do conhecimento didáctico dos professores, face à perspectiva CTS do novo Currículo do Ensino Básico, considerando que é este que estrutura e adapta o currículo aos seus alunos, colocando-os perante situações educativas variadas e complexas. Referem também, que é o professor que é responsável por sistematizar o conhecimento de acordo com o nível etário dos seus alunos e o contexto escolar. Assim, as Orientações Curriculares para a área das Ciências Físicas e Naturais (ME-DEB, 2001), referem que se pretende contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, permitindo que a aprendizagem destes na escola e na sala de aula decorra de experiências vividas no seu contexto, levando à organização progressiva do conhecimento e à capacidade de viver democraticamente.

A literacia científica é um conceito surgido no século XX e Hurd (1998) explicitou a ideia de que seria desejável toda a população saber alguma coisa da ciência actual em cada época, o que teria implicações no desenho dos currículos escolares (DeBoer, 2000).

Na década de setenta do século XX, a *National Science Teachers Association* (NSTA) identificou a literacia científica como o objectivo mais importante da educação em ciências no seu documento *School Science Education for the 1970s* “um indivíduo literado cientificamente usa conceitos e procedimentos científicos e guia-se por valores

na tomada de decisões no dia-a-dia ao interagir com os outros e com o ambiente e compreende as inter-relações ciência – tecnologia e outras dimensões da sociedade como a económica e a social” (DeBoer, 2000).

Em Portugal, o Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001) sustenta que a literacia científica que todos os alunos necessitam de desenvolver ao longo da sua escolaridade obrigatória envolve a aquisição de um conjunto de conhecimentos científicos (substantivo, processual e epistemológico) e o desenvolvimento de diversas competências, tais como o raciocínio, a comunicação e as atitudes favoráveis à aprendizagem, nomeadamente curiosidade, a perseverança e a reflexão crítica que lhes permitam assumir um papel crítico e interveniente na sociedade.

Para Bybee (1997), o desenvolvimento dos saberes, das acções e dos valores é gradual, podendo ser visto como um contínuo de conhecimentos e práticas sobre o mundo natural e construído, com diversos graus e níveis de consecução, consoante a idade da pessoa, os temas abordados e os contextos culturais e sociais.

Existe a necessidade de redireccionar o ensino, de acordo com Gil & Vilches (2001), tomando a literacia científica de cada estudante como um objectivo da educação em ciências, na expectativa de que daí advirão cidadãos mais emancipados quanto á compreensão das inter-relações Ciência – Tecnologia – Sociedade, assim como melhor preparados para o prosseguimento dos estudos. Há que redireccionar o ensino no sentido da promoção do aluno, da sua auto-determinação, exercitando o seu esforço de independência de quem ensina, da sua auto-responsabilidade pela própria aprendizagem e da sua auto-actividade na realização de tarefas por si determinadas e conduzidas (Graber et al., 2001). As Orientações Curriculares sugerem assim, a vivência de um conjunto diversificado de experiências de aprendizagem, que envolvam processos actuais da ciência e as suas implicações na vida das pessoas e na sociedade, nas quais os alunos tenham uma participação activa.

Contexto de Ensino CTSA

Para responder a um mundo em transformação, o ensino científico tornou-se necessário para todos e para tal ser possível, a educação em ciência terá de mudar (Rutherford & Ahlgren, 1995). Assim, nas aulas de ciências é necessário questionar os contextos em que se produz ciência, ajudar a entender a evolução e a utilização da ciência pelas sociedades, evitando a tentação de a apresentar com carácter absoluto (Beltrão & Nascimento, 2000). Na mesma linha, Giordan (1999) afirma que a ciência e a tecnologia poderão ser um meio privilegiado para ultrapassar os desafios de uma sociedade em mudança, através da regulação das decisões colectivas e das escolhas pessoais. Defende também, que a educação não se deve limitar à aquisição de saberes puramente formais, mas dar prioridade à valorização de uma atitude onde o espírito crítico e a confiança em si próprio são colocados em primeiro lugar, através de um processo de elaboração de saberes onde o questionamento é prioritário e a pesquisa de informação necessária.

A NSTA (National Science Teachers Association) adoptou uma declaração que denominou ‘Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s’, onde preconizou um currículo cujo objectivo da ciência era desenvolver indivíduos cientificamente literados, que compreendessem como a ciência, a sociedade e a tecnologia se influenciam mutuamente e que fossem capazes de utilizar este conhecimento nas tomadas de decisão diárias. O ensino CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) surgiu pela necessidade sentida por alguns professores de desenvolver um currículo específico, uma vês que não estavam satisfeitos com determinados aspectos do ensino convencional das ciências (Ziman, 1994). Desta forma, a educação CTS ou CTSA (correspondendo ao mesmo conceito varia a designação consoante os autores) tem sido o cerne de muitos diálogos entre educadores, professores e pensadores, e as ideias principais que nascem desses diálogos resumem-se à concepção de um ensino das ciências que capacite os alunos, futuros cidadãos, de uma compreensão do mundo e das relações entre a ciência e a tecnologia, na sociedade e no ambiente. Santos e Valente (1997) consideram que o movimento CTS na escola traduz-se na projecção da aprendizagem para contextos do mundo real, sendo que o ensino baseado neste movimento proporcionará uma visão das ciências mais alargada. Assim, o ensino CTS pode ser abordado através da aplicação da ciência na tecnologia como resultado de uma

aptidão natural para a aprendizagem das ciências, tendo como finalidade a preparação para uma futura profissão (Ziman, 1994). Aikenhead (1994b), citando vários autores, apresenta como objectivos principais deste projecto de ensino: desenvolver a literacia científica no cidadão, promover o interesse do aluno pela ciência e tecnologia, encorajar as interacções entre ciência, tecnologia e sociedade, melhorar o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a tomada de decisão por parte dos alunos. Watts (1994), refere que os contextos de ciência e tecnologia são cruciais para a resolução plena das actividades de resolução de problemas. Para Piel (1993), as tomadas de decisão são o cerne do ensino-aprendizagem em CTS e afirma que a maioria das pessoas está mais interessada em tomar decisões sobre problemas que façam sentido do que sobre coisas abstractas. Na mesma linha de pensamento, Cachapuz et al. (2000a) descrevem um ensino CTSA baseado na resolução de problemas, com significado no contexto real de vida dos alunos, durante os quais se efectua a aprendizagem dos conceitos e dos processos científicos; sendo estes o ponto de chegada do processo de ensino-aprendizagem e os problemas o ponto de partida. Os processos envolvidos nesta nova maneira de viver implicam saber olhar de modo inteligente para o que nos rodeia e, numa perspectiva de resolução de problemas, ultrapassar situações aparentemente insolúveis (Galvão & Freire, 2004). Um exemplo de como uma situação CTSA pode ser levada para a sala de aula é através de um exercício de tomada de decisão real, em que a abordagem da situação pode ser feita começando pela questão: quais as consequências para a sociedade se não existisse petróleo? Assim, as aprendizagens deverão decorrer da necessidade de resolver problemas com significado para a sociedade. Kellerman (1993) menciona ainda que o facto de se iniciar o ensino a partir de um assunto que os alunos consideram interessante permite motivá-los para a aprendizagem das ciências. É de salientar ainda, que os alunos encaram o manual escolar de forma diferente, já que o passam a ver como uma fonte de informação e não, exclusivamente, como receptáculo dos conteúdos a saber para o teste. Cachapuz et al. (2000a) acrescentam que o ensino CTSA não se cinge à lógica de uma única disciplina, pois a resolução de problemas científico-tecnológicos reais alude a vários domínios permitindo a compreensão mais alargada dos problemas.

Segundo Freire (2005), as dificuldades manifestadas pelos professores, associadas à implementação das Orientações Curriculares - as quais valorizam uma abordagem construtivista, promovendo a perspectiva CTSA - pode impedir-lhes de pôr em acção as experiências de aprendizagem preconizadas, uma vez que esta mudança

pode criar desconforto naqueles que apresentam uma visão mais tradicional, pois muitos professores ainda não estão familiarizados com a perspectiva de experiências educativas orientadas para a resolução de problemas, com os alunos a tomar parte activa nas aulas. Com efeito, a mudança requer uma maior ênfase no ensino centrado na resolução de problemas de forma a situar a aprendizagem em contexto de processo científico e da natureza da ciência, o que requer uma mudança conceptual ao nível do conhecimento e das atitudes dos professores (Galvão & Freire, 2004).

Nas orientações curriculares de Ciências Físicas e Naturais do 3º ciclo do ensino básico, está presente uma imagem da ciência humanizada, cultural, ligada à sociedade e ao ambiente assim como preparada para o futuro, para o avanço tecnológico. Existe um esquema organizador dos quatro grandes temas a abordar ao longo dos três ciclos do ensino básico (Terra no Espaço; Terra em Transformação; Sustentabilidade na Terra e Viver Melhor na Terra), no qual está saliente a importância de explorar os temas numa perspectiva interdisciplinar (Galvão & Freire, 2004). Está então presente a interacção CTSA que deverá constituir uma “vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos” (Galvão, 2001a, p.134).

O currículo de ciências em vigor nas escolas portuguesas assume uma perspectiva CTS, na medida que apresenta uma assumida flexibilidade tanto a nível da sequência dos temas organizadores preconizados (para o ensino básico), como no nível de integração que as disciplinas de CN e CFQ poderão assumir. Nesta perspectiva, o professor deverá assumir um papel activo, concebendo um processo de ensino-aprendizagem que vise o desenvolvimento por parte dos alunos de um conjunto de competências consideradas essenciais, podendo ser elas transversais ou específicas. É de referir ainda que, de acordo com Galvão e Freire (2004, p.2), “as orientações curriculares assumem como fundamental que os objectivos de ensino, as estratégias e a avaliação têm de formar um todo coerente, implicando que o professor tem de tomar em consideração estas três dimensões em simultâneo.”

O desenvolvimento nos alunos de competências, capacidades, atitudes e valores tem um papel preponderante, para que num futuro próximo os alunos assumam uma participação pública responsável e informada na sociedade onde estão inseridos. Prevê-se assim, uma aprendizagem em que o aluno se aperceba do verdadeiro processo de construção do conhecimento científico, de forma a dissipar a ideia que o equipara ao processo do seu ensino habitual na sala de aula (Cachapuz et al., 2000a). Assim, os educadores em ciência terão que apostar mais na tarefa de ensinar a pensar, sendo a

colocação de dilemas e problemas que envolvam as relações CTSA, um auxílio à estruturação do processo de tomada de decisões, decisões essas que dependerão muito do seu quadro de valores (Valente, 1996).

Ensino por Investigação

Para atingir os diferentes objectivos do ensino das ciências salienta-se a necessidade de delinear diferentes estratégias de aprendizagem (Hodson, 2000). Para tal, o professor pode planear e construir tarefas que concretizem o ensino por investigação. Constituem estratégias para sala de aula pensadas com o objectivo de levar os alunos a adquirir conhecimentos vários (conceptual e procedimental) e a desenvolver uma compreensão sobre a natureza da ciência, tendo presente o facto da aprendizagem ser um processo activo, na qual os alunos constroem e reconstroem a sua compreensão à luz das próprias experiências.

Vários investigadores têm defendido a utilização de tarefas de investigação como estratégia de ensino (Woolnough, 1994; Gott & Duggan, 1996; Ponte, 2003). Indica-se a seguir a definição de tarefas de investigação de alguns investigadores.

Definição

Para Hebrank (2004), a tarefa de investigação consiste em: colocar questões, que podem ser respondidas parcialmente ou inteiramente e que levam a experiências com significado e a investigações; perguntar e responder a questões. Envolve observar e medir, colocar hipóteses e interpretar, construir modelos e testá-los. Requer experimentar, reflectir e reconhecer pontos fortes e pontos fracos dos métodos usados. Durante as tarefas de investigação, o professor coloca uma questão ou induz os seus alunos a colocarem questões, as quais dão a estes a oportunidade de dirigirem as suas investigações e encontrarem as suas próprias respostas.

O ensino com base nas tarefas de investigação, segundo Hebrank (2004) é a arte de criar situações nas quais os alunos encarnam o papel de cientistas. Nestas situações, os alunos tomam a iniciativa de observar e questionar fenómenos; apresentar explicações sobre aquilo que vêem; planear e conduzir experiências para suportar ou contradizer as suas teorias; analisar resultados; tirar conclusões a partir dos dados

experimentais; desenhar e construir modelos; ou qualquer combinação destas. Estas situações de aprendizagem permitem que os alunos aprendam a observar com perspicácia, para colocarem questões, problemas que têm soluções, parcialmente ou inteiramente, através de experiências ou pesquisas. Eles aplicam a tentativa e erro, e aprendem a analisar e a raciocinar cuidadosamente. Neste sentido, de acordo com Carlson, Humphrey e Reinhardt (2003), as tarefas de investigação envolvem, de uma forma activa, os alunos na procura do caminho a seguir para encontrar uma ou mais soluções, pois trata-se de uma metodologia que tem a potencialidade de promover a compreensão dos fenómenos e o desenvolvimento de outras capacidades, permitindo assim dar resposta às exigências do mundo actual.

Na mesma linha de pensamento, para Hackling (2004) as investigações são tarefas de resolução de problemas não estruturadas que requerem que os alunos sejam envolvidos activamente na planificação de uma experiência, na sua realização e recolha de dados, no processamento e comunicação dos resultados e dos métodos de investigação utilizados. Este autor considera ainda relevante que este tipo de trabalho pode orientar os alunos nas suas tomadas de decisão na vivência de todos os dias e a agir com mais autonomia e responsabilidade.

As tarefas de investigação, segundo o *NRC* (2000), são tarefas que envolvem a realização de observações; a colocação de questões; a pesquisa em livros e outras fontes de informação; o planeamento de investigações; a revisão do que já se sabe sobre a experiência; a análise e interpretação de dados; a exploração, a previsão e a resposta à questão; e a comunicação dos resultados. As tarefas de investigação requerem a identificação do problema, usando um pensamento lógico e crítico, bem como considerar explicações alternativas.

Na perspectiva de Ash e Klein (2000), as tarefas de investigação são aquelas que envolvem processos de exploração dos materiais e do mundo natural. Este processo é conduzido pelos alunos através da curiosidade, do interesse e da perseverança para compreender e resolver um problema. De acordo com os autores aprende-se fazendo questões e previsões, formulando hipóteses e criando modelos ou teorias.

Gott e Duggan (1996) definem as investigações como a resolução de um problema para o qual não podem ter imediatamente uma resposta ou relembrar um método rotineiro para a encontrar.

Para Ponte (2003) investigar é procurar conhecer o que não se sabe. Para este autor, realiza-se uma investigação quando se formulam as nossas próprias questões e

procuramos responder-lhes, de modo tanto quanto possível fundamentado e rigoroso. Num contexto de ensino, investigar significa trabalhar a partir de questões que nos interessam, embora inicialmente confusas, e conseguir clarificar e estudar o problema de modo organizado.

Tipologia e Modelos de Investigação Educacionais

Wellington (2002) refere que as investigações podem ser de vários tipos. Com algumas investigações, obtém-se uma resposta “correcta”, com outras não; umas podem levar semanas ou mesmo meses, outras minutos; algumas envolvem situações imaginárias, mas a maior parte envolve situações reais; alguns dos contextos da investigação são conhecidos do dia-a-dia dos alunos, outras são contextos novos; algumas envolvem um plano experimental; algumas envolvem actividades de resolução de problemas. O autor para nos elucidar quais as tarefas que se podem considerar investigações criou uma tipologia de investigações que se encontram no Quadro 2.1.

Quadro 2.1

Tipologia de Investigações

Investigações	Exemplos
Investigações do tipo “Qual”	Qual dos factores afecta X? Qual o melhor procedimento para...? Qual X é melhor para...? (por exemplo, solo, isolador, ...)
Investigações do tipo “O Que”	O que acontece se...? Qual é a relação entre X e Y? (por exemplo, temperatura e dissolução, ...)
Investigações do tipo “Como”	Como é que diferentes Xs afectam Y? Como é que X varia com Y? Como é que X afecta Y?
Investigações gerais (normalmente envolve recursos secundários, como livros, pesquisa e leitura extensivas)	Uma pesquisa histórica ou local. Um projecto de longa duração (por exemplo, a qualidade do ar).
Tarefas de resolução de problemas	Conceber e desenvolver um dispositivo de dessalinização. Resolver um problema prático. Simulações.

Esta tipologia proposta por Wellington (2002) serve como orientação para a concepção e desenvolvimento de novas tarefas que possibilitem uma maior abertura aos alunos na realização e execução de tarefas de natureza investigativa.

Wellington (2002) também demonstra as investigações relativamente ao grau de abertura, à forma de estrutura e ao principal autor como se pode ver na Figura 2.1.

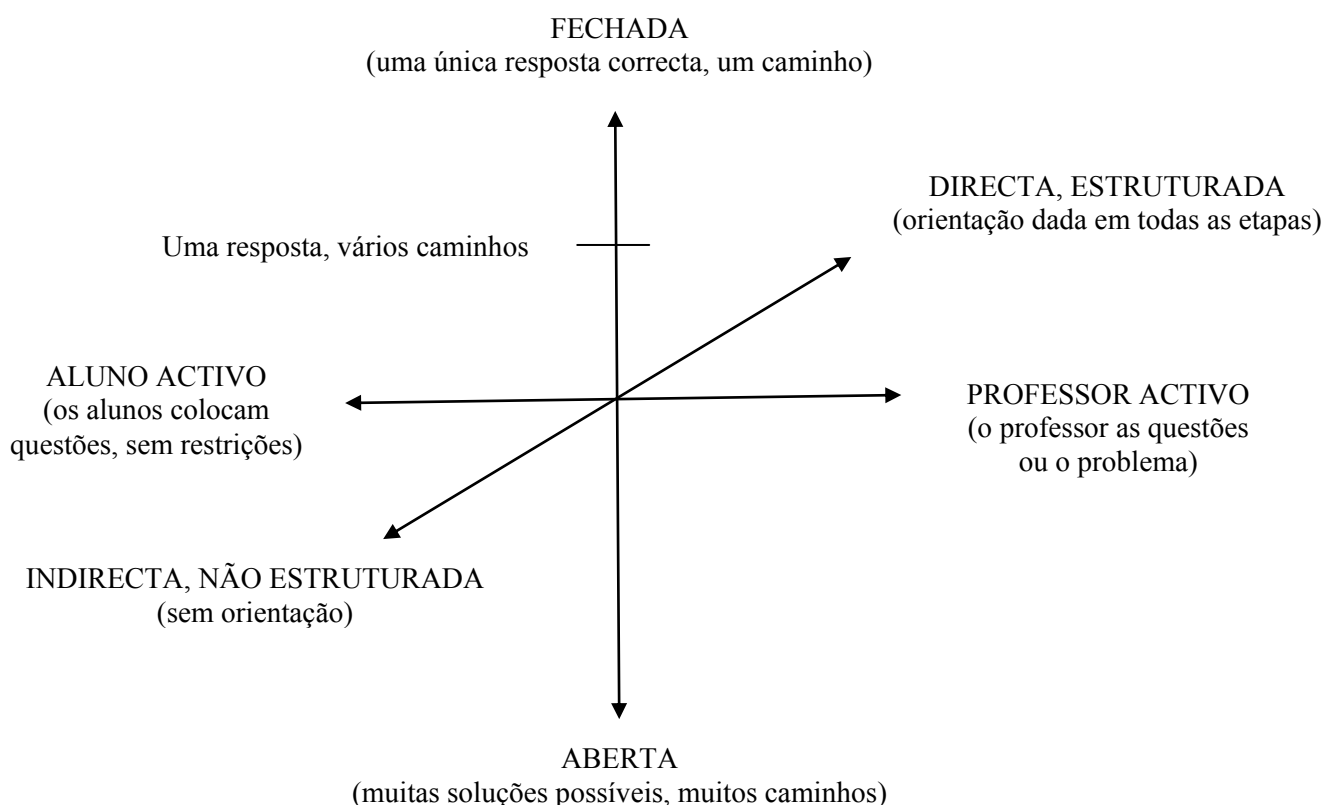


Figura 2.1 Dimensões de uma tarefa de investigação

A figura evidencia três eixos que são dependentes uns dos outros. O eixo horizontal vai desde o extremo com a situação, guiada pelo aluno, na qual são os alunos a colocarem as questões de investigação até ao outro com a situação, guiada pelo professor, onde são os professores a escolher, a colocar e a restringir as questões. O eixo vertical vai desde o extremo onde se tem uma investigação fechada, com a qual se obtém uma única resposta “correcta” com um único procedimento a seguir, para atingir no outro extremo as investigações abertas, com as quais se pode ter várias soluções para as questões levantadas e caminhos possíveis a atingir. O eixo oblíquo vai desde o extremo de uma investigação não dirigida e não estruturada, na qual o professor não dá nenhuma orientação, não apresenta restrições nem a estrutura, até ao extremo, de uma

investigação dirigida e estruturada, na qual o aluno recebe orientações ao longo de todo o processo investigativo (planeamento, execução e avaliação). Para Wellington (2002), nenhum destes extremos deverá ocorrer na prática.

Não existe um modo único de executar uma investigação. Neste sentido, vários são os autores que apresentam propostas de modelos com vista a orientação dos professores evidenciando as várias fases que podem constituir uma dada investigação. Assim, tendo em conta as diversas propostas, considera-se que a aprendizagem pode ser realizada utilizando uma estratégia de ensino em cinco fases, a qual se baseia na visão construtivista definida pelo *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) sendo conhecida como o modelo dos *Cinco 'E's*. Este modelo provém do ciclo de aprendizagem de Atkin e Karplus, desenvolvido nos anos 60, e posteriormente melhorado por diversos autores do *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS, 1974) e por Karplus em 1977.

O ciclo de aprendizagem é uma metodologia de ensino largamente utilizada e aceite pelas ciências da educação como um modelo instrucional eficaz (Murphy 1994). Para Staver e Shroyer (1994), os professores do ensino básico e secundário deverão ensinar ciência através do ciclo de aprendizagem, pois o uso efectivo desta estratégia permite aos professores conhecer os pré-conceitos e as concepções alternativas dos alunos e promover experiências de aprendizagem que ajudem os alunos a rever as suas noções alternativas, bem como desenvolver novos conceitos através de um modelo instrucional baseado no construtivismo.

Para Beisenherz e Dantonio (1996), o ciclo de aprendizagem é uma estratégia de ensino que pretende desenvolver nos alunos atitudes positivas em relação à ciência, desenvolver conceitos científicos, ampliar conceitos anteriormente adquiridos e desenvolver capacidades de raciocínio e de comunicação.

O modelo dos cinco E's do BSCS inicia-se com a fase *Engage* (envolver), isto é, visa motivar os alunos para o estudo de um determinado tema, sendo importante que os alunos revelem interesse e curiosidade em relação ao mesmo. Para tal, apresenta-se uma situação problemática, por exemplo, através de um trabalho de carácter investigativo. A partir deste, estimula-se o pensamento dos alunos, através do questionamento, da identificação e definição do problema, e procura-se que estes estabeleçam relações entre experiências de aprendizagem passadas e recentes. É importante que o professor tenha em consideração o que os alunos já sabem e identifique as suas concepções alternativas.

Na fase *Explore* (explorar) os alunos podem trabalhar em grupo, sem que haja uma instrução directa do professor, possibilitando a interacção entre pares e promovendo o conflito sócio-cognitivo. Os alunos questionam, fazem previsões, colocam hipóteses, planificam um modo de as testar, testam-nas, registam as observações, e discutem com os pares os resultados, comparam várias alternativas possíveis e organizam a informação recolhida. Na fase *Explain* (explicar), visa-se a articulação entre as observações, ideias, questões e hipóteses. O professor deve encorajar os alunos a: explicar, por palavras próprias, os conceitos que emergiram da experiência de aprendizagem; utilizar os resultados (observações e medições) para fundamentar as suas explicações; ouvir criticamente as explicações dos colegas e do professor. Nesta fase, uma explicação do professor pode conduzi-los a uma compreensão mais profunda. Relativamente à fase *Extend* (desenvolver) os alunos, através de novas experiências, desenvolvem uma compreensão cada vez mais profunda e vasta, obtêm mais informações e trabalham as capacidades adequadas, pois estabelecem relações com outros conceitos aplicando-os a uma nova situação. Tem que se estimular a argumentação sustentada nos dados e evidências já conhecidas. Por último, a fase *Evaluate* (avaliar) encoraja os alunos a avaliarem a sua compreensão e as suas capacidades e proporciona oportunidades para os professores avaliarem o progresso dos seus alunos e verificarem se os objectivos educacionais foram atingidos.

Na perspectiva de Wellington (2002) os alunos podem desenvolver uma investigação baseada em três fases, como mostra a Figura 2.2 na primeira fase os alunos colocam questões e levantam hipóteses. Na segunda fase observam, medem e manipulam variáveis. Na terceira fase interpretam os resultados e avaliam evidências científicas. Este modelo é apresentado em forma de ciclo, pois o processo de interpretar e avaliar os resultados não deve ser o fim da actividade, mas sim levar novamente aos primeiros procedimentos, uma vez que é possível voltar a colocar novas questões, rever o plano e fazer novas previsões.

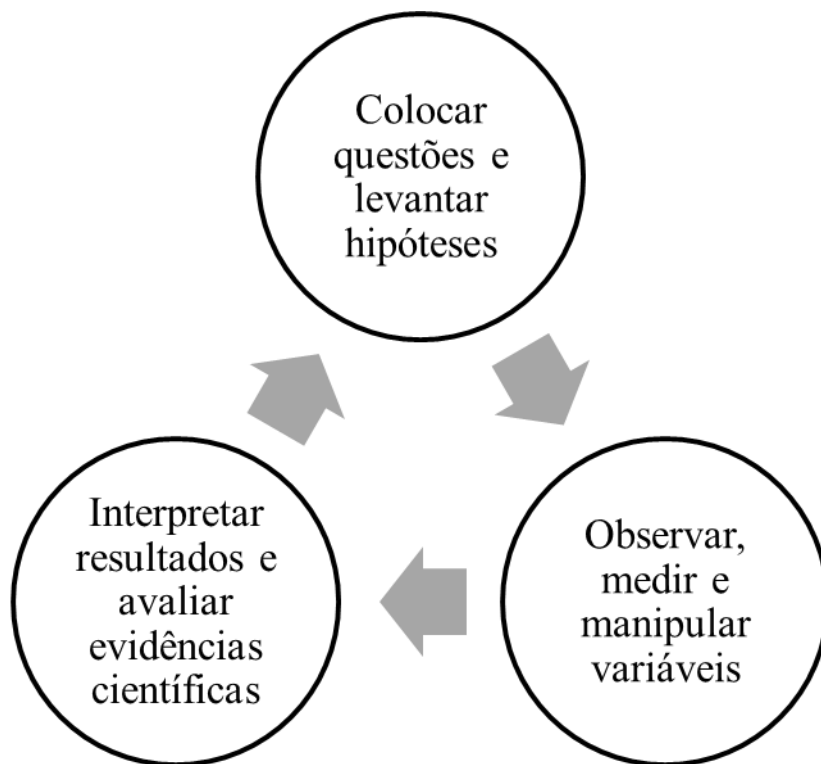


Figura 2.2 Perspectiva cíclica das tarefas de investigação

Implementação e potencialidades das tarefas de investigação

As tarefas de investigação podem ser implementadas em várias fases. Por exemplo, Fonseca, Brunheira e Ponte (1999) distinguem três fases na implementação de tarefas de investigação na sala de aula: uma fase inicial, onde é introduzida a questão a investigar, o desenvolvimento do trabalho propriamente dito e a discussão final ou reflexão final. Segundo os autores, a introdução da tarefa pode ser feita utilizando um enunciado escrito, conjuntamente com uma apresentação oral para toda a turma. Deverá constituir um verdadeiro desafio para quem investiga, não deixando de se prestar atenção à quantidade de informação que esta contém e o seu grau de dificuldade. Com esta apresentação oral a tarefa é clarificada, o tipo de trabalho que se espera que os alunos desenvolvam é explicitado, permitindo criar um ambiente favorável. Na segunda fase, os alunos recolhem dados, classificam, analisam, agrupam, ordenam e mudam, procurando regularidades que lhes permitem formar hipóteses. Constitui também o momento para testar as hipóteses, reformulá-las e prová-las. Durante este processo delega-se a responsabilidade de aprender ao aluno, sendo o professor um moderador, que ajude os alunos a raciocinar, a questionar, a reflectir. Na fase final, a reflexão exercita a comunicação de ideias e a capacidade de argumentação. O professor tem a

tarefa de gerir a discussão entre diferentes pontos de vista, estabelecendo a ligação entre as reflexões dos alunos e os conceitos da disciplina.

Muitos são os autores (NRC, 2000; Woolnough, 2000; Leite, 2001) que apresentam argumentos a favor do uso de investigações, uma vez que, aumentam o conhecimento processual; permitem aos alunos pensar, em vez de envolvê-los apenas em tarefas manipulativas, como seguir um trabalho tipo receita; aumentam a independência, responsabilidade e envolvimento dos alunos; contribuem para a motivação dos alunos; desenvolvem competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes inerentes à ciência; e, ajudam a desenvolver competências que são importantes no mundo do trabalho, como a autonomia, criatividade, tomada de decisões, trabalho de equipa e comunicação.

Gott e Duggan (1996) consideram que o uso de tarefas e investigação permite aos alunos adquirir conhecimento conceptual, processual, assim como, competências básicas, na resolução de problemas. Na mesma linha de pensamento, Wellington (2002) refere que uma vantagem na realização de tarefas de investigação na sala de aula é o aumento da motivação dos alunos para a aprendizagem dos conteúdos. Com efeito, muitos alunos que não têm sucesso nem estão motivados para a aprendizagem de conteúdos ou desenvolvimento de trabalhos escritos, podem ser bem sucedidos nos trabalhos de investigação. As potencialidades atribuídas às tarefas de investigação consistem no desenvolvimento de competências científicas ao nível das capacidades de resolução de problemas, de raciocínio, do pensamento crítico e auto-aprendizagem dos alunos. Com efeito, constata-se que as tarefas de investigação constituem uma estratégia essencial para o desenvolvimento do pensamento científico e para a compreensão da ciência.

As investigações permitem dar resposta às exigências do mundo actual, sendo, por isso uma estratégia de ensino preconizada pelas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais (DEB-ME, 2001). Neste sentido, as orientações sugerem a implementação de situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados. Salienta-se, porém, que este tipo de tarefas colocam os alunos no centro das suas aprendizagens, onde aprendem fazendo e aprendem a mobilizar os conhecimentos científicos nas diferentes situações vivenciadas.

Síntese

Este estudo teve por objectivo conhecer as reacções que manifestam os alunos quando se coloca em prática tarefas de investigação. Deste modo, foi essencial analisar a literatura relacionada com o problema em estudo.

Na primeira parte abordou-se as orientações curriculares para o ensino das ciências, fazendo-se uma contextualização histórica da evolução curricular das ciências nas últimas décadas.

Na segunda parte mencionou-se o contexto de ensino CTSA, como forma de ultrapassar os desafios de uma sociedade em mudança, focando o aspecto de desenvolver a literacia científica de todos os indivíduos.

Na terceira parte apresentou-se o ensino por investigação que se concretiza através do uso de tarefas de investigação, com o intuito de as utilizar como estratégia de sala de aula.

CAPÍTULO 3

PROPOSTA DIDÁCTICA

Neste capítulo encontra-se descrita a proposta didáctica realizada para o ensino do tema Terra em Transformação, no qual está integrado o subtema Materiais presente nas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para o 3º Ciclo do Ensino Básico.

Este capítulo está organizado em duas secções: fundamentação científica e fundamentação didáctica. Esta última secção encontra-se ainda subdividida em organização da proposta didáctica e avaliação de competências.

Fundamentação Científica

Materiais são substâncias com as quais se fazem coisas. Desde os primórdios da civilização, o Homem tem usado os materiais, conjuntamente com a energia, para melhorar os seus padrões de vida. Os materiais são parte integrante da nossa vida, uma vez que os produtos são feitos de materiais. Madeira, betão, tijolo, aço, vidro, borracha, alumínio, cobre e papel são alguns materiais frequentemente utilizados. No entanto, existem muitos mais tipos de materiais, bastando olhar à nossa volta para o constatar. A pesquisa de novos materiais é uma actividade ininterrupta (Smith, 1998).

A *ciência de materiais* é a disciplina científica que visa fundamentalmente a descoberta de conhecimentos básicos sobre a estrutura interna, as propriedades e o processamento de materiais. A *engenharia de materiais* é a especialidade de engenharia que se dedica essencialmente à aplicação dos conhecimentos científicos sobre materiais, de modo a que estes possam ser convertidos em produtos úteis ou desejados pela sociedade. A designação *ciência e engenharia de materiais* combina ambos os aspectos referidos anteriormente (Smith, 1998). A ciência de materiais situa-se num dos extremos do espectro de conhecimentos sobre os materiais (do lado do *conhecimento dito fundamental*), enquanto a engenharia de materiais se situa no extremo oposto (do lado do *conhecimento dito aplicado*), não existindo, no entanto, uma linha de separação clara entre as duas designações (figura 3.1).

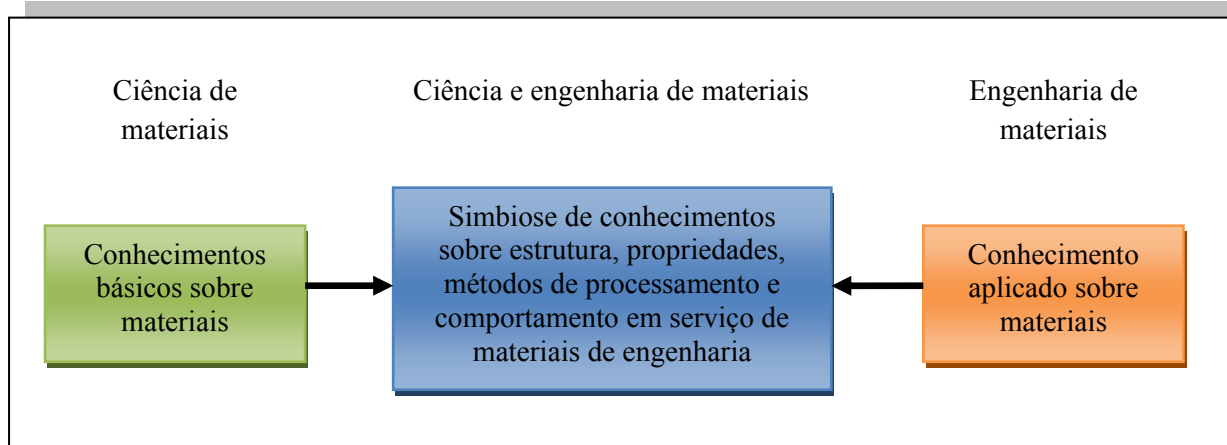


Figura 3.1 Espectro do conhecimento sobre materiais.

Os três tipos principais de materiais são: os materiais metálicos, os materiais poliméricos (ou plásticos) e os materiais cerâmicos. Existem, no entanto, outros dois tipos de materiais que são muito importantes nas tecnologias modernas: os materiais compósitos e os materiais eletrônicos. De acordo com Smith (1998), faz-se a distinção entre eles com base em algumas das suas propriedades mecânicas, elétricas e físicas.

Materiais metálicos são substâncias inorgânicas que contêm um ou mais elementos metálicos e que podem também conter alguns elementos não-metálicos. A título de exemplo citam-se o ferro, o aço, o alumínio e o cobre. Por sua vez, como exemplos de elementos não-metálicos citam-se o carbono, o azoto e o oxigênio. Os metais possuem uma estrutura cristalina, na qual íões positivos se dispõem de um modo ordenado num mar de elétrons. Os metais são caracterizados por possuírem elevadas condutividades térmica e elétrica. Muitos deles são relativamente resistentes e dúcteis à temperatura ambiente, bem como mantêm uma boa resistência mecânica mesmo a temperaturas elevadas.

Os materiais metálicos (metais e ligas metálicas) são geralmente divididos em duas classes: a dos *materiais metálicos ferrosos*, que contêm uma elevada percentagem de ferro, tais como os aços e os ferros fundidos, e a dos *materiais metálicos não-ferrosos*, que não contêm ferro ou em que este surge apenas em pequena quantidade. O alumínio, o cobre, o zinco, o titânio e o níquel, assim como as respectivas ligas, são exemplos de materiais não-ferrosos.

Materiais poliméricos (Plásticos) são materiais formados por longas cadeias ou redes de moléculas orgânicas. A resistência mecânica e a ductilidade destes materiais variam bastante. Devido à natureza da sua estrutura interna, a maioria dos materiais

poliméricos tem uma condutividade eléctrica baixa. Em geral, estes materiais possuem densidades baixas e amaciam ou decompõem-se a temperaturas relativamente baixas. O polietileno (PE) e o cloreto de polivinilo (PVC) são exemplos de materiais poliméricos.

Materiais cerâmicos são materiais inorgânicos constituídos por elementos metálicos e não-metálicos ligados quimicamente entre si. Podem ser cristalinos, não-cristalinos ou uma mistura dos dois tipos. A maioria possui elevada dureza e grande resistência mecânica a altas temperaturas, porém têm tendência a ser frágeis. Os materiais feitos de argila, o vidro e o óxido de alumínio, compactado e densificado a partir de pós, constituem exemplos de materiais cerâmicos.

Materiais compósitos são misturas de dois ou mais materiais. A maioria consiste numa mistura de um material de reforço ou de enchimento com um material compatível que serve de ligante (ou matriz), de forma a obterem-se determinadas características e propriedades. Em geral, os componentes não se dissolvem uns nos outros podendo ser fisicamente identificados pelas interfaces que os separam. A título de exemplo da utilização de compósitos, citam-se os materiais constituídos por fibras de vidro numa matriz de poliéster ou de resina epoxídica, e ainda os compósitos de sulfureto de polifenileno (PPS) reforçados com fibra de vidro que possuem boa resistência aos agentes químicos corrosivos encontrados nos ambientes dos campos petrolíferos.

Materiais electrónicos são materiais usados em electrónica, e especialmente em microelectrónica. Como exemplo referem-se, o silício, o qual é modificado ou dopado de várias maneiras, a fim de se alterarem as suas características eléctricas, e o arsenieto de gálio.

Os materiais competem uns com os outros na conquista dos mercados actuais e futuros, pelo que é comum assistir-se, para certas aplicações, à substituição de um material por outro. A disponibilidade de matérias-primas, os custos de produção, bem como o desenvolvimento de novos materiais e de novas técnicas de fabrico, são os principais factores que provocam mudanças no consumo dos materiais (Smith, 1998).

Substâncias e Misturas

Uma substância é uma forma de matéria com composição definida e propriedades próprias. São exemplos a água, o amoníaco, a sacarose (o açúcar), o ouro e o oxigénio. As substâncias diferem umas das outras na composição e podem ser distinguidas pelo seu aspecto, cheiro, paladar e outras propriedades (Chang, 1994).

Uma mistura é uma combinação de duas ou mais substâncias em que estas mantêm a identidade própria. Alguns exemplos familiares de misturas são o ar, os refrigerantes, o leite e o cimento. As misturas não têm composição constante. Assim, amostras de ar obtidas em diferentes cidades diferirão provavelmente na sua composição em consequência de factores como a altitude, poluição atmosférica, etc.

As misturas podem ser homogéneas ou heterogéneas. Quando dissolvemos uma colher de açúcar em água, por exemplo, a composição da mistura é a mesma em todos os pontos e a solução é pois uma mistura homogénea. Mas se misturarmos areia com limalha de ferro, os grãos de areia e as partículas de limalha permanecem visíveis e separados. A uma tal mistura, em que a composição não é espacialmente uniforme, dá-se o nome de mistura heterogénea. A atmosfera, composta por vários gases, é outro exemplo de uma mistura heterogénea (Chang, 1994).

Qualquer mistura, seja ela homogénea ou heterogénea, pode ser obtida ou desfeita por meios puramente físicos, mantendo os seus constituintes a identidade inicial. Assim, podemos recuperar o açúcar de uma solução aquosa por aquecimento da mesma até que toda a água se evapore; a condensação do vapor, permitirá por seu lado obter de novo água pura. Para separar a mistura areia - limalha de ferro, basta usar um íman, pois a areia não é atraída pelo íman. Após a separação, os componentes da mistura têm a composição e as propriedades que tinham antes de serem misturados.

Os Três Estados da Matéria

Todas as substâncias podem existir em três diferentes estados: sólido, líquido e gasoso. Os gases distinguem-se dos outros estados pela grande distância intermolecular. Num sólido, as moléculas estão dispostas de forma compacta e organizada, sem possibilidade de grandes movimentos individuais. Num líquido, as moléculas estão próximas umas das outras, contudo a rigidez posicional não existe podendo movimentar-se com alguma liberdade. Num gás, as distâncias entre moléculas são muito superiores às dimensões das próprias moléculas (Chang, 1994).

Os três estados da matéria são interconvertíveis. Um sólido, quando aquecido, funde para dar um líquido (a temperatura a que esta mudança de estado ocorre é o chamado *ponto de fusão*). Um aquecimento adicional do líquido leva à vaporização do mesmo para originar o correspondente vapor (esta mudança de estado dá-se à temperatura de ebulição). Por sua vez, o arrefecimento do vapor levará à sua

condensação num líquido, e um arrefecimento suplementar do líquido levará à sua solidificação para dar o sólido.

Propriedades Físicas da Matéria

As substâncias são identificáveis pela sua composição e também pelas suas propriedades. A cor, o ponto de fusão, o ponto de ebulição e a densidade são exemplos de propriedades físicas. Uma propriedade física tem a característica de poder ser medida ou observada sem que a composição ou integridade da substância respectiva seja afectada (Chang, 1994). Por exemplo, a temperatura de fusão da água pode ser determinada aquecendo um pedaço de gelo e lendo a temperatura, num termómetro, a que este se liquefaz. A água líquida tem a mesma composição do que o gelo, e pode ser reconvertida naquele por arrefecimento. Portanto, a fusão é uma transformação física e o ponto de fusão uma propriedade física. Do mesmo modo, quando dizemos que o hélio é mais leve do que o ar, estamos a comparar os dois gases em termos da propriedade física densidade.

Todas as propriedades da matéria podem ser classificadas em extensivas e intensivas. O valor de uma propriedade extensiva depende da quantidade de matéria em questão. A título de exemplo refere-se a massa, o comprimento e o volume. Este tipo de propriedade é aditivo. Por outro lado, o valor de uma propriedade intensiva é independente da quantidade de matéria. Como exemplo cita-se a densidade e a temperatura. Este tipo de propriedade não é aditiva (Chang, 1994).

A densidade (ou massa volúmica) de um material define-se como o quociente da sua massa pelo seu volume,

$$\textit{densidade} = \frac{\textit{massa}}{\textit{volume}} \quad \text{ou seja} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

em que ρ e V representam densidade e volume, respectivamente. Note-se que a densidade é uma propriedade intensiva uma vez que o volume aumenta da mesma forma que a massa com a quantidade de matéria, pelo que o quociente se mantém constante.

A unidade SI de densidade é o quilograma por metro cúbico (kg/m^3).

Forças Intermoleculares

As forças atractivas entre as moléculas, designadas forças intermoleculares, são as responsáveis por assegurar a existência dos estados condensados da matéria – líquido e sólido. Por sua vez, as forças de ligação mantêm os átomos de uma molécula unidos. Estas, estabilizam as moléculas individuais, enquanto as forças intermoleculares são as principais responsáveis pelas propriedades físicas da matéria (por exemplo, o ponto de fusão e o ponto de ebulição). Em geral, as forças intermoleculares são muito mais fracas do que as forças de ligação. Portanto, a evaporação de um líquido requer muito menos energia do que a necessária para quebrar as ligações dentro das moléculas do líquido. As temperaturas de ebulição das substâncias reflectem geralmente a intensidade das forças intermoleculares existentes entre as moléculas. À temperatura de ebulição tem de se fornecer energia suficiente para vencer a atracção entre as moléculas de modo a permitir a sua passagem à fase de vapor (Chang, 1994).

Para compreender as propriedades da matéria condensada, é necessário compreender primeiro os diferentes tipos de forças intermoleculares. As forças dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido e de dispersão constituem as chamadas forças de van der Waals, em honra do físico holandês Johannes van der Waals. A atracção global entre as moléculas pode ter contribuições aditivas de vários tipos dependendo do estado físico da substância, da natureza das ligações químicas e dos elementos presentes (Chang, 1994).

As forças dipolo-dipolo, ou de Keesom, são forças que actuam entre moléculas polares, ou seja, entre moléculas que possuem momento dipolar. A sua origem é electrostática, podendo ser compreendidas em termos da lei de Coulomb. Assim, quanto maiores forem os momentos dipolares e mais pequenas forem as moléculas, maior é a força. Nos líquidos as moléculas não ocupam posições fixas tão rígidas como nos sólidos, podendo haver repulsões e atracções entre elas, mas tendem a alinhar-se de modo a que, em média, as interacções atractivas sejam máximas.

As forças ião-dipolo que ocorrem entre um ião (um catião ou um anião) e uma molécula polar, também podem ser explicadas pelas forças de Coulomb. A intensidade desta interacção depende quer da carga e do tamanho do ião, quer do momento dipolar e do tamanho da molécula. As cargas dos catiões estão mais concentradas, porque estes são normalmente mais pequenos do que os aniões. Por consequência, no caso das cargas serem iguais em valor absoluto, a interacção de um catião com um dipolo é mais forte do que a de um anião (Chang, 1994).

No que respeita à interacção atractiva que envolve moléculas apolares considera-se o dipolo induzido, que é o dipolo resultante da separação das cargas positiva e negativa no átomo (ou molécula apolar) que resulta da proximidade de um ião ou de uma molécula polar. A interacção atractiva entre um ião e o dipolo induzido chama-se interacção ião-dipolo induzido, ao passo que a interacção atractiva entre uma molécula polar e o dipolo induzido tem o nome de interacção dipolo-dipolo induzido, ou de Debye.

A probabilidade de um momento dipolar ser induzido depende quer da carga do ião e da intensidade do dipolo, quer da polarizabilidade do átomo ou da molécula. A polarizabilidade é a facilidade com que a distribuição electrónica do átomo (ou molécula) pode ser distorcida. Em geral, quanto maior for o número de electrões e mais difusa for a nuvem electrónica do átomo ou da molécula, maior é a sua polarizabilidade (Chang, 1994).

A polarizabilidade torna possível a condensação dos gases constituídos por átomos ou moléculas apolares. Por exemplo, num átomo de hélio os electrões movem-se a uma certa distância do núcleo, sendo provável que, a qualquer instante, o átomo tenha um momento dipolar criado pelas posições específicas dos electrões, ao qual se dá o nome de dipolo instantâneo, pois dura apenas uma fracção de segundo.

Em 1930 Fritz London propôs uma interpretação para os dipolos instantâneos baseada na mecânica quântica, demonstrando que a intensidade desta interacção atractiva é proporcional à polarizabilidade do átomo ou da molécula. Assim, as forças atractivas que surgem como resultado de dipolos instantâneos induzidos nos átomos ou nas moléculas, designadas por forças de dispersão, ou de London, podem ser muito fracas. Estas forças aumentam geralmente com a massa molar, uma vez que moléculas com maiores massas molares possuem mais electrões e a intensidade das forças de dispersão aumenta com o número de electrões e com a maior superfície exposta. Além disso, maiores massas molares significam átomos maiores cujas distribuições electrónicas são mais facilmente perturbadas, pois os electrões exteriores estão menos ligados ao núcleo. Como era de esperar, ao comparar temperaturas de fusão de substâncias semelhantes apolares, a temperatura de fusão aumenta à medida que aumenta o número de electrões na molécula, pois as únicas forças intermoleculares atractivas presentes são as forças de dispersão (Chang, 1994).

Além das forças de van der Waals, outra força intermolecular é a ligação de hidrogénio que envolve um tipo especial de interacção dipolo-dipolo entre o átomo de

hidrogénio numa ligação polar, tal como N-H, O-H ou F-H, e um átomo muito electronegativo O, N ou F. A energia média de uma ligação de hidrogénio é muito grande quando comparada com as energias das interacções dipolo-dipolo. Assim, as ligações de hidrogénio desempenham um papel crucial na determinação das estruturas e propriedades de muitos compostos. As moléculas que interactuam através deste tipo de ligação são mais difíceis de separar e possuem temperaturas de ebulição extremamente elevadas. A intensidade da sua ligação é determinada pela força de Coulomb entre os pares isolados do átomo electronegativo e o núcleo do átomo de hidrogénio.

Separação de Misturas

Os processos de separação são escolhidos consoante o tipo de misturas e a respectiva composição. De seguida, e de acordo com Pombeiro (1998), faz-se uma breve descrição de algumas técnicas que permitem separar as substâncias de uma mistura.

Filtração

A filtração consiste na separação entre uma fase sólida e uma fase líquida (águas mãe), por passagem desta através de um meio filtrante. Os dois processos mais utilizados no laboratório são a filtração a pressão ambiente e a filtração a pressão reduzida. No primeiro processo utiliza-se papel de filtro (ou celulose), que tem diferentes porosidades que variam entre 0,4 – 0,5 micrómetros. Escolhe-se um papel que possibilite uma velocidade máxima de filtração, retendo todas as partículas, incluindo as mais pequenas. O papel de filtro é sempre usado sobre um suporte durante a filtração, que pode ser um funil cónico de vidro ou um funil de placa perfurada, chamado funil de Buchner. A filtração a pressão reduzida, permite filtrações mais rápidas e de mais fácil aplicação quando se trata de grandes quantidades de cristais. Este método consiste em fazer vácuo na parte inferior do filtro ligando-o a um kitasato para onde escorre o filtrado, e este a uma trompa ou um qualquer dispositivo de sucção. Para terminar a filtração deve ter-se em atenção para não se fechar a trompa sem se ter retirado o funil de Buchner, com o fim de evitar um refluxo de água.

Extracção

Na extracção líquido-líquido estabelece-se o contacto entre duas fases líquidas, total ou parcialmente imiscíveis, havendo transferência de um ou mais solutos de uma

delas para outra. Esta técnica baseia-se, portanto, na distribuição ou partição de um ou mais solutos, entre duas fases líquidas, sendo, por vezes, também designada, embora menos propriamente, por extracção por solvente ou extracção líquida (termos não recomendados pela IUPAC). Para a realização da extracção pode utilizar-se uma ampola de decantação na qual as duas fases líquidas são postas em contacto e agitadas, sendo em seguida o sistema deixado em repouso até separação das duas fases imiscíveis, as quais são então separadas abrindo a torneira da ampola e deixando escoar a fase mais densa. Muitos sistemas têm tendência a formar emulsões. Nestes casos, não se deve agitar a ampola de decantação, sacudindo-a, mas balouçando-a apenas, com um ligeiro movimento de translação circular.

Centrifugação

A sedimentação centrífuga é aplicada na separação de componentes de uma suspensão, desde que estes apresentem massas específicas ou densidades diferentes.

Na centrifugação, também designada por deposição diferencial, o tubo da centrífuga, é cheio de uma suspensão uniforme com as partículas a separar. Estas deslocam-se sob a acção da força centrífuga, apresentando as de maiores dimensões uma velocidade superior de migração. A operação é efectuada até que ocorra a deposição completa da espécie com estas partículas da qual fica então isenta a solução sobrenadante.

Cristalização

A cristalização de um constituinte de uma fase líquida consiste na separação daquele por formação de uma fase sólida cristalina. Constitui um processo clássico de separação e de purificação. Há autores que distinguem entre *cristalização* e *precipitação* atendendo ao processo utilizado para obtenção da separação do sólido. Na *precipitação* a separação é atingida por adição de um agente precipitante (processo químico) enquanto a *cristalização* consiste num processo físico resultante, por exemplo, do arrefecimento da solução ou evaporação do solvente. Um problema importante a atender na cristalização de um composto consiste na escolha do solvente. Entre outros, constituem factores de escolha os seguintes: grande variação de solubilidade com a temperatura (um bom solvente para a recristalização deve dissolver a substância a quente mas não dissolver, ou dissolver mal, a frio); fácil remoção (solvente de baixo

ponto de ebulição); ausência de reacção com o soluto; baixa toxicidade; inflamabilidade.

Destilação

Uma solução líquida pode separar-se nos componentes líquidos por destilação, uma técnica de separação baseada nas diferenças de pontos de ebulição. Durante a destilação há um contacto entre uma fase líquida e outra de vapor, havendo transferência simultânea da massa entre ambas as fases (da gasosa para a líquida por condensação, e da líquida para a de vapor por vaporização), e também de calor, resultando num aumento de concentração na fase de vapor do componente mais volátil e um aumento da concentração do componente menos volátil na fase líquida.

Considere-se uma solução de um soluto volátil (com pressão de vapor elevada) a qual vai sofrer uma destilação simples. O vapor formado é removido do contacto com o líquido à medida que se vai formando, considerando-se cada massa diferencial de vapor em equilíbrio com o líquido, razão por que esta destilação é frequentemente conhecida por diferencial.

Como a fase de vapor é sempre mais rica no componente mais volátil do que o líquido a partir do qual ela é formada, a composição destas fases varia com o tempo, havendo um empobrecimento do líquido no componente mais volátil.

Se considerarmos uma solução de dois líquidos, de pontos de ebulição próximos, o líquido com o ponto de ebulição mais baixo (mais volátil) vaporiza-se primeiro, em maior quantidade de que o outro líquido, de pontos de ebulição mais elevado, mas o seu vapor contém algumas propriedades de cada um dos componentes. Em geral, uma simples destilação é insuficiente para a obtenção do grau de separação pretendido, e deve então recorrer-se a um conjunto de sucessivas destilações, ou seja, a uma destilação fraccionada.

Se o vapor for condensado num recipiente separado e o líquido obtido for novamente levado à ebulição, a concentração do componente mais volátil na fase de vapor será ainda maior. Repetindo este processo muitas vezes, é possível separar completamente os dois componentes.

Em geral, porém, as sucessivas destilações não são realizadas independentemente, recorrendo-se antes às chamadas colunas de fraccionamento, intercaladas entre o balão de destilação e o condensador, nas quais o vapor ao ascender ao longo delas condensa parcialmente, enquanto que o condensado se evapora

parcialmente por absorção de calor da fase gasosa ascendente. Este ciclo é repetido ao longo de toda a coluna, de modo a que a ascensão do vapor é acompanhada por uma sucessão de condensações que lhe retiram o componente menos volátil e permite que aquele esteja bastante enriquecido no componente mais volátil quando atinge o topo da coluna. Há deste modo um contacto líquido-vapor em contracorrente (líquido descendente e vapor ascendente) acompanhado de transferência de massa e calor.

O balão de fundo redondo contendo a mistura dos líquidos adapta-se a uma coluna comprida cheia de esferas de vidro. Quando a mistura entra em ebulição, o vapor condensa nas esferas situadas na parte inferior da coluna e o líquido volta a cair dentro do balão de destilação. À medida que o tempo passa, as esferas vão aquecendo gradualmente permitindo que o vapor suba devagar. Essencialmente, o enchimento da coluna leva a que a mistura seja sujeita, de um modo contínuo, a inúmeros passos de vaporização-condensação. Em cada passo, a composição do vapor na coluna enriquece no componente mais volátil, isto é, de menor ponto de ebulição. No fim, o vapor que chega ao cimo da coluna é constituído da substância mais volátil praticamente pura que depois é condensada e recolhida.

Cromatografia

Cromatografia é um termo que designa não um único método mas sim um conjunto de métodos afins de separação, em que os componentes de uma mistura são distribuídos entre duas fases: uma estacionária (sólida ou líquida, aderente a um meio-suporte sólido poroso) com grande área superficial, outra móvel (fluido) que contacta a primeira. A separação resulta das diferenças de velocidades dos componentes arrastados pelo solvente móvel, dadas as diferentes interações com a fase estacionária.

Os vários métodos cromatográficos podem ser classificados atendendo à natureza do processo (predominante) de distribuição, e subclassificados segundo o estado físico das fases móvel e estacionária.

Na cromatografia em coluna, de adsorção ou de troca iónica, a separação é baseada nas diferenças, respectivamente, de afinidades adsorventes e das cargas dos componentes da amostra em relação à superfície de um sólido activo. O tipo de cromatografia em coluna em que a fase estacionária é um sólido e a móvel um líquido é realizado numa coluna na qual a fase estacionária é um enchimento sólido e o movimento da fase líquida ao longo da coluna ocorre, tradicionalmente, por acção da

gravidade, sendo a eluição relativamente lenta, ou, modernamente, sob pressão (a superior velocidade) na cromatografia líquida de alta pressão, HPLC.

Na cromatografia líquido-sólido o processo predominante de distribuição de solutos entre fases é tradicionalmente a adsorção, baseando-se a separação nas interações entre as moléculas dos solutos da fase móvel líquida e a superfície de um sólido adsorvente (fase estacionária) em geral finamente dividido e enchendo uma coluna.

A cromatografia de adsorção em coluna encontra aplicação sobretudo em separações (segundo a polaridade, o número relativo e a posição do grupo funcional) de espécies não-iónicas solúveis em solventes orgânicos.

As colunas cromatográficas podem ser constituídas muito simplesmente de tubos de vidro, servindo por vezes uma bureta com um pouco de lã de vidro na parte inferior como suporte ao enchimento sólido. Podem ser também obtidas comercialmente, em geral em vidro de borossilicatos com vários refinamentos e acessórios.

Entre os vários adsorventes possíveis em cromatografia de adsorção líquido-sólido a alumina e a sílica constituem os mais largamente utilizados, sob a forma de grânulos, porosos ou peliculares.

Os solventes podem ser classificados quantitativamente, segundo a força de adsorção, em séries elutrópicas, referentes a cada adsorvente.

Na técnica usual de cromatografia em coluna, a fase estacionária é preparada formando uma suspensão do adsorvente no eluente, a qual é adicionada à coluna com o cuidado de manter o sólido imerso no eluente. O adsorvente está, portanto, em contacto com o eluente desde o início da operação.

Uma espécie de cromatografia de adsorção é a cromatografia em camada fina (TLC). Nesta técnica a fase estacionária é uma fina camada de um adsorvente (por exemplo, sílica gel, celulose em pó ou alumina) colocada sobre um material rígido e inerte, como uma placa de vidro ou uma folha de alumínio ou de plástico. Isto significa que o processo de separação ocorre numa superfície plana e essencialmente em duas dimensões.

Existem dois pontos importantes na aplicação prática desta técnica:

1. As placas TLC devem ser manuseadas cuidadosamente pelas bordas, Não se deve tocar na superfície da placa para evitar contaminação;

2. É aconselhável limpar a placa antes de usá-la, de modo a remover eventuais impurezas do adsorvente. Isto pode ser feito utilizando-se o solvente de desenvolvimento para levar uma corrida até a extremidade superior da placa e secando, em seguida, antes do uso.

O cromatograma é usualmente desenvolvido com a técnica ascendente, na qual a placa é imersa 0,5 cm no solvente de desenvolvimento. Permite-se o desenvolvimento até que a frente de solvente atinja a distância necessária (usualmente 10 a 15 cm), remove-se a placa e marca-se a posição da frente do solvente com um objecto pontiagudo. Seca-se a placa em capela ou em estufa, levando-se em consideração a sensibilidade da amostra ao calor e à luz.

Os diversos solutos separados podem ser localizados por diferentes métodos. Substâncias coloridas podem ser vistas directamente sobre a fase estacionária. Substâncias incolores podem ser detectadas borrifando-se a placa com um reagente apropriado que colore as regiões ocupadas pelas manchas.

O sucesso da cromatografia em camada fina depende dos solventes de desenvolvimento e das afinidades diferentes dos solutos pelo adsorvente da placa. A ordem de separação das substâncias depende das combinações de solventes utilizados.

Na selecção de uma fase móvel para o desenvolvimento de placas TLC, é importante garantir que o sistema de solventes não reaja quimicamente com as substâncias a serem separadas. Os sistemas de solventes podem variar desde solventes puros não polares como o hexano até misturas de solventes polares como o etanol e ácidos orgânicos. No caso das fases estacionárias polares, é normal usar solventes de baixa ou média polaridade. Os sistemas com fase reversa exigem, usualmente, solventes mais polares como a acetonitrila ou o butanol.

Sob condições constantes de temperatura, sistemas de solventes e adsorvente, qualquer soluto move-se com uma razão constante em relação à frente do solvente. Esta razão é conhecida como R_f (frente relativa ou factor de retardação), onde o parâmetro de retardação R_f de cada soluto, é o parâmetro habitualmente utilizado em cromatografia plana (cromatografia de papel e de camada fina), dada a facilidade de medição de distâncias nestas técnicas. Na separação cromatográfica dos componentes de uma amostra ou bandas de substâncias puras (desenvolvimento do cromatograma), pode-se utilizar o factor de retardação, R_f , definido do seguinte modo:

$$R_f = \frac{\text{Distância atingida pela amostra}}{\text{Distância atingida pela frente do solvente no mesmo tempo}}$$

A determinação do seu valor realiza-se através da medição de distâncias numa folha de papel ou numa placa com uma camada fina.

A cromatografia gasosa (GC) foi inicialmente sugerida por Martin e Synge, aquando da sua comunicação ao referirem que a fase líquida móvel poderia ser substituída por um gás. Esta é uma técnica cromatográfica de coluna e o eluente (hidrogénio, diazoto, hélio, árgon) é um gás que atravessa, sob pressão, a coluna (a qual contém a fase estacionária sólida ou líquida) arrastando consigo a amostra em estudo.

A cromatografia gasosa constitui uma das técnicas separativas mais poderosas e populares, dadas as características altamente favoráveis que apresenta: elevada eficiência, selectividade, rapidez e simplicidade; fácil quantificação; exigência de uma reduzida amostra; técnica não destrutiva; facilidade de automatização e junção a outras técnicas analíticas, nomeadamente à espectrometria de massa e à pirólise.

A cromatografia gasosa apresenta, porém, algumas limitações tais como: exigência usual de amostras voláteis e termicamente inertes; dificuldade de aplicação em escala preparativa.

No que respeita aos injectores a amostra é introduzida por uma seringa hipodérmica, através de um septo de borracha, directamente no topo da coluna ou numa câmara de injeção atravessada pelo gás de arrastamento e aquecida a uma temperatura superior à do ponto de ebulição do componente menos volátil. Assim a sua vaporização é instantânea, seguindo para a coluna o gás resultante misturado com o gás arrastador.

As colunas utilizadas em cromatografia gasosa são tubos, em geral, metálicos (aço, cobre, alumínio) ou de vidro, de dois tipos principais: com enchimento e capilares. As primeiras contêm um enchimento sólido granular, que constitui a fase estacionária em cromatografia gás-sólido (GSC) ou forma o suporte da fase líquida estacionária em cromatografia gás-líquido (GLC). As colunas capilares ou tubulares abertas, de forma helicoidal, em vidro, nylon, aço inoxidável ou cobre, não apresentam suporte sólido, constituindo a fase estacionária um fino filme que reveste a parede interior da coluna. O uso destas colunas apresenta as seguintes vantagens: superior resolução, maior rapidez de análise a mais baixas temperaturas, ausência de efeitos laterais devidos ao suporte sólido, menor quantidade de fase estacionária, menor perda de pressão. Como

desvantagens podem mencionar-se: a necessidade usual de recorrência a um sistema divisório da amostra, dada a reduzida quantidade desta, exigida pela baixa capacidade da coluna, a qual apresenta uma pequena quantidade da fase estacionária; maior dificuldade de preparação da fase estacionária; custo superior; menor tempo de duração e facilidade de obstrução.

A cromatografia e a centrifugação são exemplos de técnicas que podem ser utilizadas em avanços da ciência e da tecnologia, recorrendo a processos ainda mais sofisticados.

Fundamentação Didáctica

A presente proposta didáctica foi elaborada de acordo com as sugestões de aprendizagem preconizadas nas Orientações Curriculares, de modo a contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem das ciências, tendo presente a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), um ensino orientado para o desenvolvimento de competências, a avaliação como aprendizagem e a literacia científica dos alunos (Galvão *et al.*, 2002).

Os Materiais, nas Orientações Curriculares, inserem-se no tema organizador “Terra em Transformação”, o qual tem como objectivo que os alunos adquiram conhecimentos relacionados com os elementos constituintes da Terra e com os fenómenos que nela ocorrem.

A escolha dos Materiais, tema central na Química, fez-se essencialmente, por permitir realizar actividades laboratoriais motivadoras para os alunos e propícias ao gosto pela ciência. Estes aspectos são um bom ponto de partida para investigações. Trata-se de um tema central para a compreensão da Química como Ciência e visa proporcionar a aquisição de conhecimentos sobre os Materiais.

Na concepção das tarefas, a proposta didáctica teve presente a abordagem construtivista do ensino, a qual apela o envolvimento activo e efectivo dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, através de tarefas o mais diversificadas e significativas possíveis, que devem ir ao encontro dos interesses pessoais dos alunos e devem estar em conformidade com o que se passa à sua volta (DEB, 2001), de modo a permitir uma aprendizagem contextualizada (Sole & Coll, 2001). Uma estratégia de ensino que se enquadra nesta abordagem é a das tarefas de investigação, as quais já foram discutidas no capítulo anterior e que nunca será demais mencionar tratar-se de uma estratégia de ensino bastante recomendada pela investigação educacional (Leite, 2001). Para além de promover uma abordagem construtivista, esta proposta valorizou as experiências educativas de natureza investigativa, integrou a perspectiva Ciência – Tecnologia – Sociedade - Ambiente e assumiu que as finalidades, as estratégias de ensino e a avaliação constituíram um todo coerente no processo de ensino-aprendizagem. (Freire, 2005).

Nas Orientações Curriculares encontram-se quatro temas organizadores, que estão interligados entre si, *Terra no Espaço, Terra em Transformação, Sustentabilidade*

na Terra e Viver melhor na Terra (Figura 3.2). Qualquer um destes temas envolve as componentes científica, tecnológica, social e ambiental e pretende-se que no final do terceiro ciclo do ensino básico os alunos sejam capazes de aplicar os conceitos aprendidos a situações que contemplem a intervenção humana na Terra e a resolução de problemas daí resultantes. (ME-DEB, 2001).

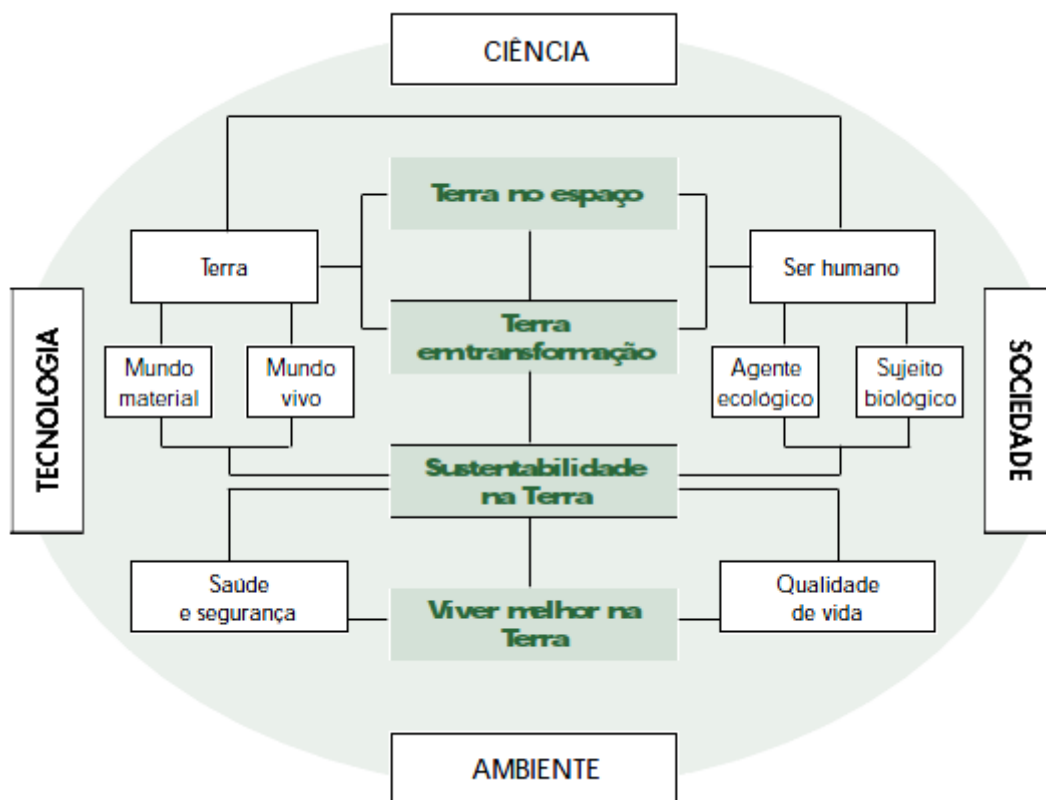


Figura 3.2 Esquema organizador dos quatro temas apresentado nas Orientações Curriculares

Tratando-se o 7º ano de escolaridade o ano principiante de Ciências Físico-Químicas, os alunos não possuem quaisquer noções de tarefas que envolvem trabalho prático-laboratorial. Assim sendo, a professora teve o cuidado de, antecipadamente, explicar aos alunos algumas normas de segurança a ter num laboratório de Química, nomeadamente a leitura dos rótulos das embalagens dos produtos, bem como os cuidados a ter na sua manipulação. Os alunos devem ser sensibilizados para o cumprimento dessas normas, como forma de preservação pessoal e do ambiente, em qualquer situação.

Organização da Proposta Didáctica

A proposta didáctica consistiu na concepção de tarefas de investigação, para tal procedeu-se à selecção e preparação de tarefas a incluir em cada uma das aulas de acordo com o proposto nas Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais, para o processo de ensino/aprendizagem. O plano de aulas foi preparado para leccionar a unidade temática Materiais a alunos do 7º ano de escolaridade e foi com base nas Orientações Curriculares que se desenvolveram as diferentes tarefas. As tarefas de investigação foram elaboradas de acordo com o modelo teórico dos *Cinco E's*, nas quais se procurou considerar as cinco fases propostas por este modelo: *Engagement - motivar*, *Exploration - explorar*, *Explanation - explicar*, *Elaboration - ampliar* e *Evaluation - avaliar*. No que respeita à fase *motivar*, as tarefas iniciaram-se com o intuito de estimular o interesse dos alunos em relação à temática em estudo. Para tal, recorreu-se a imagens, textos e à visualização de um filme. As palavras indicativas da fase *explorar* são “pesquisem” e “planifiquem”. Aqui tinha-se como finalidade que os alunos pesquisassem no manual e/ou Internet sobre um determinado assunto em questão, assim como planificassem uma actividade de modo a poderem dar resposta a uma situação problemática inicial e que realizassem a mesma de acordo com o que planificaram. É uma fase rica para a aprendizagem, pois obriga os alunos a questionar, a pesquisar e a comunicar por escrito, tarefa geralmente difícil para eles. Na fase *explicar* os alunos fizeram a apresentação das suas conclusões aos restantes elementos da turma. Na fase *ampliar*, a qual foi atribuída a designação “Aplica os teus conhecimentos”, foi solicitado aos alunos para atribuírem um título à actividade e que dessem resposta a uma última questão. Por fim, a fase *avaliar* que corresponde ao “Pensa sobre o trabalho que realizaste”, pretendia-se que os alunos, individualmente, realizassem uma reflexão global de todo o trabalho sobre o que aprenderam, o que mudavam, as dificuldades que sentiram, o que acharam mais interessante e o modo como funcionaram como grupo. De seguida os alunos fizeram a sua auto-avaliação, preenchendo uma grelha de competências, com uma escala de um a cinco.

A implementação da unidade foi organizada em cinco tarefas de 90 minutos cada uma. As orientações curriculares apresentam para o estudo dos Materiais uma sugestão sequencial de experiências educativas segundo a qual esta proposta didáctica se orientou. A Figura 3.3 mostra, de forma resumida, essa sequência ao longo das aulas.

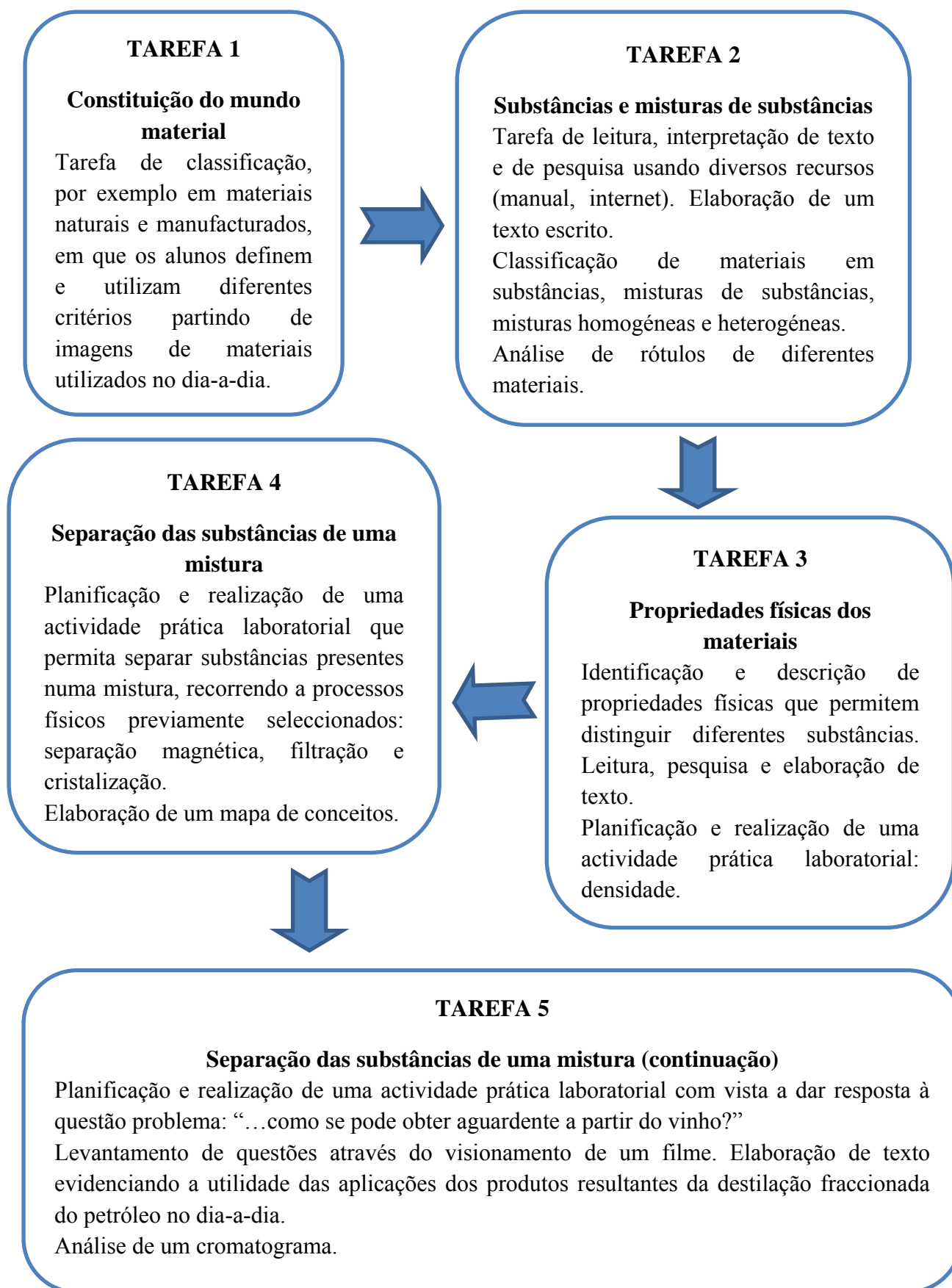


Figura 3.3 Organização sequencial das tarefas de sala de aula

Todas as tarefas foram realizadas com quatro grupos de alunos, sendo a escolha dos mesmos efectuada pelos próprios alunos com o objectivo destes interagirem e assim desenvolverem atitudes de inter-ajuda, cooperação, partilha e discussão de ideias. Semanalmente e durante cinco semanas, forneceu-se uma tarefa aos alunos com a qual se pretendia conduzi-los a colocar questões e a tentar obter respostas; incentivá-los a procurar informações em fontes variadas, de forma a criarem um plano de investigação pertinente; incentivar a sua imaginação, criatividade e originalidade e favorecer o trabalho de grupo. Os conceitos científicos abordados em cada tarefa encontram-se no Quadro 3.1 e as competências mobilizadas na unidade didáctica Materiais no quadro 3.2. Nas aulas em que os alunos tinham de realizar actividade experimental, estes já tinham todo o material necessário para a execução da mesma. Os alunos tiveram a oportunidade de planificar e realizar experiências, registar as observações, tirar conclusões, e apresentar oralmente as conclusões à turma, através de um porta-voz de grupo.

Quadro 3. 1

Conceitos Abordados em Cada Tarefa Para o Ensino dos Materiais

Tarefa	Conceitos abordados
1	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais naturais; • Materiais Manufacturados.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Substância; • Mistura de substâncias; • Substância pura; • Mistura homogénea; • Mistura heterogénea.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Elasticidade; • Magnetismo; • Ponto de fusão; • Ponto de ebulição; • Densidade.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Peneiração; • Separação magnética; • Decantação; • Filtração; • Cristalização.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Destilação simples; • Destilação fraccionada; • Cromatografia.

Durante a execução das tarefas, sempre que necessário, a professora prestou esclarecimentos, apoiou e incentivou os alunos a raciocinarem. Teixeira (2003), refere que quando os alunos estão a fazer um trabalho laboratorial de natureza investigativa, é necessário que o professor os questione a fim de promover uma atitude de investigação, pois se o professor só der as respostas pode ocultar o desenvolvimento dessa mesma atitude. Além disso, é necessário que os encoraje e os apoie na sua aprendizagem, os ajude a iniciar as investigações, os assista nas dificuldades processuais, como sejam a montagem de equipamento ou as medições e lhes providencie oportunidades de avaliação.

Assim, ao longo da aula, a professora circula pela sala, no sentido de observar os elementos dos diferentes grupos, estabelece diálogo com os alunos, apoia-os no seu trabalho e intervém sempre que necessário. O professor deve promover a troca e confronto de ideias entre os elementos do grupo, a reflexão, a argumentação, a correção da linguagem e dos termos científicos, para que não haja entraves à realização das tarefas e, deste modo, tecer o fio condutor em todas as fases da investigação.

Hodson (1996) defende que os alunos descrevam a investigação, justifiquem os seus procedimentos e apresentem o que descobriram por escrito e oralmente. Para o autor, escrever relatórios de pesquisa e apresentá-los é uma parte fundamental do fazer ciência. No entanto, elaborar o relatório pode ser muito exigente se os alunos possuírem dificuldades na escrita (Osborne, 2002). Se assim for, o professor deve ensinar ao aluno o que pode incluir e auxiliá-lo na linguagem científica e na forma de expor as suas ideias. Por fim, a apresentação oral faz com que os alunos tenham de ser precisos a descrever o que fizeram, a dizer os resultados que obtiveram e ainda a assegurar-se que a sua conclusão é válida.

Quadro 3.2

Competências Mobilizadas na Realização das Tarefas de Investigação

Competências	Competências Mobilizadas	1ª Aula	2ª Aula	3ª Aula	4ª Aula	5ª Aula
Conhecimento	Planificar experiências / investigações			×	×	×
	Manusear material			×	×	×
	Realizar experiências			×	×	×
	Registar os resultados			×	×	×
	Recolher evidências			×	×	×
	Tirar conclusões das tarefas realizadas	×	×	×	×	×
	Mobilizar conhecimento científico	×	×	×	×	×
	Explorar o problema através de leituras	×	×	×	×	×
	Pesquisar informação	×	×	×	×	×
Raciocínio	Formular questões				×	×
	Reflectir sobre o trabalho desenvolvido	×	×	×	×	×
	Tomar decisões	×	×	×	×	×
	Explicar os fenómenos com base em evidências			×	×	×
	Interpretar textos e/ou imagens	×	×	×	×	×
	Estabelecer relações entre conceitos	×	×	×	×	×
Comunicação	Argumentar com base nas evidências recolhidas			×	×	×
	Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara	×	×	×	×	×
	Apresentar textos escritos / orais de forma coerente	×	×	×	×	×
	Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita	×	×	×	×	×
Atitudes	Demonstrar perseverança	×	×	×	×	×
	Respeitar os colegas e o professor	×	×	×	×	×
	Demonstrar seriedade no trabalho	×	×	×	×	×
	Demonstrar autonomia	×	×	×	×	×
	Partilhar ideias	×	×	×	×	×
	Aceitar as decisões do grupo	×	×	×	×	×
	Trabalhar cooperativamente	×	×	×	×	×

Avaliação de Competências

A avaliação constitui um processo de aprender e não apenas um processo classificativo. De acordo com Murphy (1994), tradicionalmente, a avaliação reporta-se a documentação produzida, a qual fornece a progressão de conhecimentos, aos alunos, aos pais e aos demais da comunidade educativa interessados em avaliação.

Durante a implementação da proposta didáctica teve-se em conta a avaliação de competências formativa, entendida como uma componente fundamental, visto possuir um efeito positivo na aquisição de conhecimentos e estímulo ao envolvimento dos alunos no seu processo de aprendizagem (Galvão et al., 2001).

Esta avaliação apresentou uma função formativa uma vez que as evidências recolhidas pela professora foram utilizadas para adaptar as actividades de ensino, de modo a atender às necessidades de aprendizagem dos alunos, proporcionando a estes a construção do seu próprio conhecimento (Black & Harrison, 2010).

A avaliação dos alunos, no decorrer da realização das tarefas de investigação, foi um processo contínuo e integrado que incidiu nas aprendizagens e competências definidas no Currículo Nacional. Para o efeito, realizou-se uma recolha sistemática através da observação em sala de aula dos alunos envolvidos nas tarefas e dos planos de investigação escritos pelos mesmos, recorrendo a uma grelha para registo das competências desenvolvidas nas tarefas propostas. O Quadro 3.2, indicou quais as competências avaliadas em cada uma das tarefas realizadas ao longo das aulas.

A avaliação formativa desempenha assim um papel importante, porque auxilia no desenvolvimento da aprendizagem de modo a melhorar a qualidade do trabalho dos alunos (Solomon, 1998).

Síntese

Neste capítulo apresentou-se a proposta didáctica construída e a fundamentação teórica que lhe está inerente.

Iniciou-se o capítulo com a descrição alguns termos científicos considerados relevantes para a leccionação do tema Materiais e de seguida realizou-se uma sistematização da proposta didáctica implementada, explicitando-se as estratégias de ensino usadas.

Durante o decorrer das aulas valorizou-se a verbalização das ideias por parte dos alunos, os registos escritos e a execução experimental por se considerarem estes aspectos essenciais para a evolução das ideias dos alunos, promovendo a mobilização de competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes.

No final do capítulo descreve-se sumariamente a avaliação de competências e apresentam-se as competências avaliadas em cada uma das tarefas, bem como a importância desta para o processo de ensino aprendizagem.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Este estudo tem como finalidade conhecer as reacções dos alunos do 7º ano de escolaridade quando se coloca em prática tarefas de investigação durante a leccionação da temática Materiais. O problema de investigação tem uma importância decisiva na escolha da metodologia a ser utilizada. O estudo enquadra-se numa metodologia que tem as suas raízes na investigação qualitativa, com orientação interpretativa sendo o investigador o principal “instrumento” de recolha de dados. A sua preocupação essencial consiste em descrever, referindo o processo, analisando os dados e procurando dar significado às situações.

Este capítulo compreende quatro secções. Na primeira, fundamenta-se a metodologia seguida. Na segunda, descreve-se o contexto do estudo no que se refere a aspectos gerais e caracterizam-se os participantes do estudo. A terceira apresenta os instrumentos utilizados na recolha dos dados. Na última, surge o procedimento para a análise de dados, que contribuirá para a interpretação e tratamento dos dados e consequente clarificação das questões de investigação formuladas.

Fundamentação Metodológica

A escolha da metodologia de investigação a utilizar na abordagem de um determinado problema é sempre condicionada por uma série de opções e concepções que têm a ver com a natureza do problema em estudo, os objectivos do estudo, o tipo de questões a que ele procura responder, a perspectiva do investigador relativamente às vias possíveis de abordar esse problema, o papel do investigador no processo de investigação e com os sujeitos envolvidos na investigação (Bogdan & Biklen, 1994).

Este estudo tem como finalidade conhecer as reacções que manifestam os alunos do 7º ano de escolaridade, quando se coloca em prática tarefas de investigação para o ensino dos Materiais. Para isso, pretende-se saber as dificuldades que os alunos revelam durante as aulas, bem como as aprendizagens que realizam quando estão envolvidos em

tarefas de investigação. Assim, a escolha da metodologia utilizada está intrinsecamente relacionada com o problema e as questões de investigação.

Neste estudo, opta-se por uma metodologia qualitativa, pois as questões enunciadas apontam para um objecto de estudo que abrange preferencialmente uma natureza descritiva e interpretativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a abordagem qualitativa é uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais. Estes autores identificam cinco características que uma investigação qualitativa pode possuir: 1) a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; 2) os dados recolhidos são maioritariamente descritivos; 3) os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos; 4) os investigadores qualitativos tendem a analisar os dados de forma indutiva; 5) é dada especial importância ao ponto de vista dos participantes.

De acordo com Denzin e Lincoln (2000), a definição de investigação qualitativa é apresentada do seguinte modo:

A investigação qualitativa é uma actividade contextualizada que situa o observador no mundo. Consiste num conjunto de práticas interpretativas que tornam o mundo visível. Estas práticas transformam o mundo numa série de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotografias, gravações e notas pessoais. A este nível, a investigação qualitativa envolve uma abordagem interpretativa, naturalista. (p. 3)

O recurso a esta metodologia vai permitir realizar a triangulação dos dados, uma vez que são utilizados vários instrumentos de recolha de dados que possibilitam a comparação e confrontação, ao longo da investigação, dos dados obtidos.

Contexto e Participantes do Estudo

A escola onde se realiza o estudo foi fundada em 1965 e situa-se em Lisboa. Actualmente tem cerca de 1000 alunos, pertencendo cerca de um quarto ao Ensino Básico, num total de cerca de 50 turmas. No presente ano lectivo está em curso uma remodelação das instalações que possibilitará uma melhor adequação dos recursos físicos e didácticos ao processo de ensino-aprendizagem. Nas novas instalações destacam-se dois edifícios: o bloco de origem, com três pisos, e o novo bloco

(implantado em terreno adjacente, pertencente à escola), também com três pisos, os quais estão ligados por duas passagens superiores. Os espaços de circulação são amplos e adequados a indivíduos com mobilidade reduzida, por meio de rampas ou elevadores. O edifício de origem integrará as seguintes zonas: Zona Administrativa – inclui os gabinetes da Direcção, do Presidente do Conselho Geral e da Associação de Pais, bem como espaços de trabalho e atendimento para os Directores de Turma; Zona de Docentes – zona destinada ao trabalho dos professores, equipada com material informático; Zona de apoios – área destinada ao Serviço de Educação Especial e SPO; Zonas de salas de aula – estão dotadas de equipamentos diversificados e adaptados às novas tecnologias, distribuindo-se por 3 pisos; Zona da biblioteca – área que integra: zona multimédia, espaço de exposições e leitura informal e zona de consulta e trabalho; Zona de Educação Física e Desporto – conta com dois ginásios interiores, três espaços exteriores, balneários, gabinete de professores com respectivo balneário e arrecadação de materiais específicos. O novo edifício comportará as seguintes áreas: Zona social e de serviços de apoio – salas de professores e associação de estudantes, bar, reprografia, cozinha, refeitório e esplanada coberta; Zona de salas específicas – Laboratórios (Física, Química, Biologia, Geologia, Multimédia e Expressões). Em articulação com estas salas, existem zonas de arrumação para apoio às diferentes áreas disciplinares; Centro de Formação Professor João Soares – gabinetes e sala de formação; Auditório – com lotação para 200 pessoas e equipamento multimédia.

Os participantes pertencem a uma turma do 7º ano de escolaridade constituída por 9 alunos, 3 raparigas e 6 rapazes, cuja média etária é de 12 anos. As idades dos alunos no início do ano lectivo estão registadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1

Idades dos Participantes no Estudo

Idades	Rapazes	Raparigas	Total
12	5	2	7
13	---	1	1
14	---	---	---
15	1	---	1

Em relação ao percurso escolar dos alunos, constata-se que apenas um aluno se encontra a repetir o 7º ano e que uma aluna teve uma retenção num ano anterior, como se indica no quadro 4.2. No final do 1º período do presente ano lectivo, dois alunos tiveram negativa, todos os outros tiveram positiva.

Quadro 4.2

Repetências dos Participantes no Estudo

	Rapazes	Raparigas
Nº de alunos com repetências	1	1
Anos de escolaridade	7º ano	Em anos anteriores ao 7º ano

No que respeita às habilitações académicas dos progenitores dos alunos, as mães têm o ensino secundário incompleto e uma tem habilitação académica superior. Os pais no geral possuem o 3º ciclo do ensino básico e apenas um tem habilitação académica superior.

Relativamente à profissão dos progenitores, a maioria é trabalhadora por conta de outrem, no comércio e nos serviços, não havendo desempregados.

Salienta-se que metade das famílias é monoparental, morando os alunos, geralmente, com as mães.

Os encarregados de educação destes alunos são, na sua maioria, as mães.

Por questões éticas, durante a realização do trabalho, os nomes dos participantes são fictícios de modo a manter o anonimato, segurança e protecção dos dados pessoais.

Instrumentos de Recolha de Dados

Assumindo uma investigação num ambiente natural de sala de aula, numa perspectiva de investigação sobre a prática, os alunos constituem-se como a fonte de dados e a professora como instrumento de recolha de dados.

Na metodologia qualitativa, o investigador pode recorrer a uma variedade de instrumentos para recolha de informação, não existindo uma orientação única para o seu uso (Cohen, Manion & Morrison, 2003). Assim, procede-se a uma recolha de dados, diversificando os instrumentos, de modo a possibilitar uma compreensão mais profunda

das situações conferida por uma possível triangulação de dados, resultando numa maior confiança nos dados recolhidos. A triangulação é um processo que serve para clarificar significados, permitindo comparar diferentes instrumentos de recolha de dados e verificar onde corroboram uns com os outros (Patton, 1990).

Para Cohen, Manion e Morrison (2003), a triangulação pode ser muito útil quando o investigador está envolvido na investigação, pois a triangulação dos dados ao recorrer aos vários instrumentos de recolha de dados faz com que a influência exercida pela investigadora no contexto do estudo seja minimizada, permitindo compreender em profundidade o fenómeno em estudo.

A recolha de dados é efectuada ao longo das aulas a partir das seguintes fontes:

- observação naturalista (notas de campo e registos áudio das aulas);
- entrevistas (em grupo focado e semi-estruturadas);
- documentos escritos (fichas de trabalho escritas pelos alunos).

De seguida, faz-se uma breve descrição das características de cada um dos instrumentos de recolha de dados usados.

Observação Naturalista

A observação é um instrumento de recolha de dados, utilizando os sentidos, de forma a obter informação de determinados aspectos da realidade. (Lakatos & Marconi, 1990). Assim, a observação permite que o investigador compreenda as perspectivas dos participantes no estudo e, ao ser realizada pelo professor na sala de aula, permite-lhe interpretar o que ocorre durante a realização das tarefas, na medida que possibilita um contacto pessoal e estreito do investigador com o fenómeno em estudo (Lüdke & André, 1986).

O papel da observação, independentemente de ser estruturada ou não, participante ou não, consiste num instrumento indicado para compreender determinados fenómenos, permitindo a recolha de dados de forma directa e sem interferências entre o investigador e o ambiente a pesquisar, ou seja, permite observar e registar da forma mais objectiva possível, para numa fase posterior possibilitar a interpretação dos dados recolhidos (Bogdan & Biklen, 1994).

Segundo Cohen *et al.* (2000), identificam-se dois tipos de observação – participante e não participante. A observação participante pode ser geradora de hipóteses para o problema de investigação, existem vários níveis de participação e o observador torna-se parte da situação a observar, ou seja, citando Estrela (1994), “corresponde a uma observação em que o observador poderá participar, de algum modo, na actividade do observado, mas sem deixar de representar o seu papel de observador e, conseqüentemente, sem perder o respectivo estatuto” (p. 35). Na observação não participante, o observador não está directamente envolvido na situação a observar, isto é, não interage nem afecta de modo intencional o objecto de observação.

Neste estudo é realizada observação do tipo participante, uma vez que a professora é um dos elementos intervenientes nas aulas registando o que acontece, recorrendo ao uso de notas de campo e de registos áudio das aulas, para assim ter a oportunidade de promover a introspecção.

As notas de campo consistem na descrição daquilo que o investigador observa, são datadas e é onde é efectuado o registo de informações, permitindo ao investigador relembrar o que observa no campo (Patton, 1987).

De modo a tornar a observação mais fiável, as notas de campo elaboradas após cada momento de observação devem incluir, uma parte descritiva do local, pessoas, acções e conversas observadas (procurando captar uma imagem por palavras) e uma parte reflexiva com as observações pessoais do observador, as suas ideias e preocupações, mas não deve assentar nas suposições que o observador faz acerca do meio (Bogdan & Biklen, 1994). Segundo os autores, os investigadores qualitativos defendem que a dimensão reflexiva das notas de campo lhes permite saber o que pensam e como o fazem, de modo a poder melhorar o estudo.

Para garantir uma compreensão mais completa de tudo o que se passa nas aulas, são realizados registos áudio com o objectivo de proporcionar mais informação no momento da análise de dados.

Os registos áudio permitem conhecer as interacções dos alunos na sala de aula, bem como, a forma de organizar as suas ideias (Silverman, 2001). As gravações em áudio têm a vantagem de serem públicas; poderem ser ouvidas várias vezes e transcritas; e preservarem a sequência pela qual os participantes falam.

O investigador, após informar os participantes do objectivo da gravação, deve-se certificar de que os participantes se sentem à vontade, não comprometendo as suas respostas quando diante de um gravador (Rosa & Arnoldi, 2006).

Neste estudo todas as aulas são gravadas em áudio. Para tal são utilizados três gravadores, sendo colocados um em cada grupo de alunos. No final de cada aula são recolhidas as gravações e, posteriormente, as mesmas são transcritas pela professora.

Entrevista

Uma entrevista consiste numa conversa intencional, utilizada para “recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo” (Bogdan & Biklen, 1994, p.134). Neste contexto, torna-se fundamental que o investigador crie empatia com o seu entrevistado, sem nunca deixar de ser directivo e imparcial no decorrer da entrevista (Bell, 1997; Fontana & Frey, 1998). Deste modo, o investigador deverá procurar criar um ambiente agradável e de confiança mútua, onde o entrevistado se sinta à vontade para expressar as suas opiniões, aspirações ou percepções. É de sublinhar que o investigador deve ter o cuidado de não emitir quaisquer juízos avaliativos durante o desenrolar da entrevista, mesmo que ouça algo que o perturbe, pois tal atitude pode influenciar a resposta do entrevistado ou até mesmo inibi-lo de falar abertamente sobre a temática em estudo (Bell, 1997; Fontana & Frey, 1998). Porém, o uso exclusivo da entrevista levanta problemas, uma vez que o entrevistado pode ter dificuldade em descrever e explicar as suas acções, por não ter consciência delas, levando à projecção de um comportamento que não reflecte a realidade, daí a necessidade deste instrumento ser complementado com outros, nomeadamente, a observação (Patton, 1990).

Tendo em conta a literatura, as entrevistas mais usuais são as semi-estruturadas e de grupo focado. De acordo com Patton (1987) e Afonso (2005), na entrevista semi-estruturada os tópicos e as perguntas são previamente especificados e explorados no decorrer da entrevista, podendo o entrevistador efectuar questões espontaneamente. Como Patton (1987) refere, a entrevista semi-estruturada é feita a partir de um guião geral, uma vez que a condução da mesma através de um guião dá ao investigador alguma segurança, evitando a omissão de aspectos fundamentais. Neste tipo de entrevista, além do entrevistador poder alterar, acrescentar ou suprimir algumas perguntas, o tipo de questões a formular possui um carácter aberto (Patton, 1987). Assim, o entrevistador pode desenvolver as questões, sequenciá-las e tomar decisões conforme recolhe informação.

Segundo Patton (2002), uma entrevista em grupo focado é uma entrevista realizada com um pequeno grupo de pessoas, sobre um tema específico. Os grupos típicos que participam na mesma têm seis a dez elementos. Esta entrevista é conduzida de modo a conseguir uma variedade de perspectivas, assim como, aumentar a confiança nos padrões que emergem. O entrevistador coloca uma questão, sendo posteriormente solicitado aos participantes, que reflectam sobre a mesma. Os participantes ouvem as respostas dos seus colegas e, em seguida, fazem comentários adicionais. Contudo, não é necessário que os participantes concordem uns com os outros ou cheguem a um consenso.

Este tipo de entrevista é útil para que o entrevistador conheça o mundo dos participantes, pois ao fazerem uma reflexão conjunta sobre um tema, os entrevistados são encorajados a discutirem e a darem ideias que podem ser exploradas mais tarde (Bogdan & Biklen, 1994). No entanto, Patton (2002) pondera também algumas limitações deste instrumento, como o número limitado de questões que permite tratar, devido ao tempo restrito e a dificuldade de tomar notas durante a entrevista. Por consequência, sugere a utilização de pares de entrevistadores, um dos quais fica encarregado do registo das respostas, enquanto o outro gere a entrevista e o grupo. Afonso (2005), salienta ainda a limitação da entrevista em grupo focado quando é gravada, na medida em que a sobreposição das vozes dos entrevistados, resultante da dinâmica gerada pela entrevista, poder dificultar a compreensão e transcrição da informação.

Neste estudo, a entrevista é realizada no fim da implementação da unidade didáctica.

Documentos Escritos

Consideram-se documentos “quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano” (Lüdke & André, 1986, p.38).

As autoras referem ainda que os documentos escritos constituem uma fonte estável e rica, que permitem recolher informações para dar resposta às questões de estudo e podem ser consultados várias vezes, dando confiança aos resultados obtidos. Na mesma linha, Yin (1989), afirma que este tipo de documentos são instrumentos de recolha de dados, que permitem corroborar e confirmar as evidências sugeridas por

outro tipo de instrumentos, podendo ser encarado como um instrumento complementar no momento da triangulação dos dados.

Lüdke e André (1986) citado por Guba & Lincoln (1981), salientam as vantagens do uso de documentos dizendo que uma fonte tão repleta de informações sobre a natureza do contexto nunca deve ser ignorada, quaisquer que sejam os outros métodos de investigação escolhidos. No entanto, há quem distinga os documentos tal como Merriam (1988) ao apresentar dois tipos de documentos, os oficiais e os pessoais.

Neste estudo foram tidos em conta, essencialmente, documentos pessoais, ou seja, documentos produzidos por cada um dos participantes. Utilizam-se as fichas de trabalho preenchidas pelos alunos quer em situação de sala de aula quer após o ensino. Pretende-se recolher dados que evidenciem as dificuldades e as aprendizagens realizadas pelos alunos, bem como aquilo que pensam durante a leccionação da unidade didáctica.

Análise de Dados

A análise de dados é um processo de compreensão e sistematização da informação recolhida através dos instrumentos utilizados que permite uma melhor percepção do material obtido, constituindo, simultaneamente, uma forma de o organizar, com o objectivo de dar resposta ao problema enunciado e atingir os objectivos definidos. Para Bogdan e Biklen (1994), a análise de dados define-se como

o processo de busca e de organização sistemática de transcrições de entrevistas, notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objectivo de aumentar a compreensão do [investigador] desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. (p.205)

Enquadrando-se o estudo numa investigação qualitativa e interpretativa, a análise de conteúdo de acordo com Bardin (2004), é o processo utilizado no tratamento dos dados. Deste modo, falar em análise de dados, significa interpretar e dar sentido a todo o material de que se dispõe a partir da recolha de dados (Bogdan & Biklen, 1994). Os autores Milles e Huberman (1994) referem que submeter os dados a análise qualitativa, consiste em reduzir e apresentar dados, de modo a permitir inferências.

Neste estudo recorre-se à observação participante à realização de entrevistas e recolha de documentos, para possibilitar a triangulação de dados no momento da análise e interpretação dos mesmos.

O primeiro passo para a análise dos dados é a transcrição dos registos áudio das aulas e das entrevistas. Em seguida, elabora-se um esquema de organização que permita o agrupamento desses dados. Tal agrupamento é organizado segundo *categorias*, que indicam os pontos em comum e as regularidades presentes nos dados. Portanto, as entrevistas são transcritas e analisadas através de um processo de comparação e questionamento constante, fazendo delas emergir as categorias que permitirão um nível de maior interpretação e abstracção (Strauss & Corbin, 2008).

A análise de conteúdo das descrições das observações realizadas na sala de aula constitui um suporte de validação da interpretação das entrevistas. Os registos escritos de observação que são elaborados pela investigadora, também são alvo de análise segundo um conjunto de categorias.

Os documentos escritos pelos alunos são também submetidos a análise de conteúdo, de modo a fazer emergir as categorias de análise.

No caso das categorias serem demasiado abrangentes, existe a necessidade de constituir subcategorias de forma a facilitar a composição e apresentação dos dados (Lüdke & André, 1986). Deste modo, todas as categorias surgem de uma nova codificação dos segmentos de texto incluídos em cada categoria.

Relativamente à questão das dificuldades dos alunos, e depois de analisados todos os documentos, foram constituídas duas categorias: mobilizar competências e recursos didáticos. Assim, a categoria definida como mobilizar competências inclui cinco subcategorias – atitudes, conhecimento substantivo, comunicação, raciocínio e conhecimento procedimental.

No que respeita à questão das aprendizagens dos alunos foram consideradas duas categorias: o que aprenderam e o modo como aprenderam. Para a categoria o que aprenderam emergem duas subcategorias – conceitos e factos científicos e comunicação escrita.

Em relação à questão do que pensam os alunos sobre as tarefas de investigação, foram incluídas duas categorias: interesses e críticas às tarefas propostas.

As categorias e subcategorias de análise que se incluem nas respectivas questões de investigação encontram-se sistematizadas no Quadro 4.3.

Quadro 4.3

Categorias e Subcategorias de Análise Para as Respectivas Questões de Investigação

Questões de Investigação	Categorias	Subcategorias
Que dificuldades revelam os alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação sobre o tema “Materiais”?	Mobilizar competências	Atitudes
		Conhecimento substantivo
		Comunicação
		Raciocínio
		Conhecimento procedimental
	Recursos didáticos	
Que aprendizagens dizem realizar os alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação na sala de aula?	O que aprenderam	Conceitos e factos científicos
		Comunicação escrita
	Modo como aprenderam	
O que pensam os alunos sobre as tarefas de investigação?	Interesses	
	Críticas às tarefas propostas	

Síntese

Tendo em conta o problema de investigação delineado e os objectivos deste estudo, optou-se por uma metodologia qualitativa e de carácter interpretativo por se revelar a mais adequada às características do estudo.

As estratégias utilizadas na recolha de dados foram diversificadas e incluíram a observação naturalista, como o registo das aulas em gravações áudio e as notas de campo registadas pela professora; entrevistas; e documentos escritos, como as tarefas escritas pelos alunos. O recurso a estes instrumentos constitui uma forma de obtenção de dados de diferentes tipos, proporcionando a possibilidade de triangulação dos dados recolhidos, no momento da análise utilizando-se o método do questionamento e comparação constantes. A informação foi sendo organizada, definindo-se categorias emergentes, estabelecendo-se relações entre as questões e os dados.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os resultados do estudo que teve como finalidade conhecer as reacções dos alunos do 7º ano de escolaridade quando se coloca em prática tarefas de investigação durante a leccionação da temática Materiais. Para o efeito pretende-se encontrar respostas para as seguintes questões de investigação:

- Que dificuldades revelam os alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação sobre o tema Materiais?
- Que aprendizagens dizem realizar os alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação na sala de aula?
- O que pensam os alunos sobre as tarefas de investigação?

Apresentam-se a seguir, os resultados organizados de acordo com as questões do estudo.

Dificuldades Reveladas Pelos Alunos Quando Estão Envolvidos em Tarefas de Investigação Sobre o Tema Materiais

Nesta secção, e tendo por base a primeira questão do estudo, faz-se referência às dificuldades dos alunos na realização de tarefas de investigação, encontradas no decorrer das diferentes fases das investigações. As dificuldades dos alunos foram organizadas em duas categorias: mobilizar competências e uso de material didáctico. De seguida apresentam-se alguns exemplos retirados dos dados recolhidos a partir dos registos áudio, das notas de campo, da entrevista em grupo focado e dos documentos escritos.

Mobilizar Competências

Esta categoria inclui as subcategorias: atitudes, conhecimento substantivo, comunicação, raciocínio e conhecimento procedimental.

Atitudes

A autonomia foi uma dificuldade evidente em todos os grupos de trabalho durante a realização das tarefas. A título de exemplo, apresentam-se 2 excertos das transcrições das gravações áudio, correspondentes às tarefas 4 e 5:

Bernardo – Oh stora, a stora só está aí!
Professora – Eu já estive com vocês.
Bernardo – Não, a stora esteve foi no grupo deles.
Frederico – À quantas horas!
Alice – Stora desculpe lá, mas venha cá se faz favor.
Bernardo – Não stora, venha cá. Nós chamámos primeiro.

Professora – Alice, na cadeira do professor nunca se senta.
Alice – Então vá lá ao fundo ajudar-me.
Professora – Calma. Eu vou a todos os grupos.
Baltazar – Nós somos melhores.
Alice – Então venha cá stora.
Professora – Um grupo de cada vez.
Alice – A stora não me ajuda. Não, eu quero perguntar uma coisa. A stora não me ajuda, olha!
Professora – Primeiro têm de pensar por vocês.
Alice – Stora, stora venha cá se faz favor.

Nestas transcrições, é visível a necessidade dos alunos em ter a professora sempre por perto, reclamando de modo permanente a sua atenção. Nas notas de campo verificou-se que os alunos também têm dificuldades em demonstrar autonomia. Transcrevem-se dois comentários elaborados acerca do assunto:

O grupo 3 não começou a tarefa até que eu fosse junto deles, porque têm receio de não conseguirem fazer as coisas certas. A maioria dos alunos chama-me com alguma frequência (notas de campo sobre a aula 17/03/11).

Sinto que, na maioria das questões, os alunos dependem da minha presença para conseguirem avançar no trabalho (notas de campo sobre a aula 31/03/11).

A constante presença da professora permitiu aumentar a confiança dos alunos no trabalho que realizaram, pois só assim é que conseguiam progredir, sem receios e mais seguros de si próprios.

Conhecimento Substantivo

No que respeita a esta competência, alguns alunos tiveram dificuldades na tarefa 2, pergunta 10, em relacionar o significado da palavra “puro” em Química e na linguagem quotidiana. Nesta tarefa, esta questão, foi uma das que os alunos apontaram como aquela em que tiveram mais dificuldades.

As notas de campo recolhidas na segunda tarefa evidenciam as dificuldades de alguns grupos de alunos nesta questão.

Os alunos dos grupos 2,3 e 4 revelaram muitas dificuldades em relacionar conceitos que são utilizados em situações do dia-a-dia com a linguagem científica. A maioria dos elementos destes grupos perguntaram: “O que é para dizer aqui?” ou “Não estou a perceber”. (notas de campo sobre a aula 24/03/11)

Ainda na mesma tarefa, mas na parte da reflexão individual, a Alice nas dificuldades escreveu: “Saber o que era substâncias e misturas de substâncias”.

Tendo em conta os resultados apresentados, menciona-se que esta dificuldade foi manifestada apenas em alguns alunos à medida que as tarefas decorriam.

Comunicação

Relativamente a esta subcategoria, como a realização das tarefas de investigação é efectuada em grupo e existe a necessidade de explorarem as tarefas propostas, os alunos tinham que comunicar quer oralmente quer por escrito. Tarefa geralmente difícil para eles, pois verificou-se que alguns não conseguiam exprimir as suas ideias.

Esta é, sem dúvida, a parte que os alunos sentiram mais dificuldades, pois queixavam-se constantemente, nomeadamente na comunicação escrita. O diálogo a seguir apresentado corresponde a um excerto da entrevista em grupo focado, quando os alunos foram questionados sobre as dificuldades sentidas na realização das tarefas.

Alice - Em desenvolver as coisas.

Isaura - O vocabulário de Físico-Química é muito difícil...com aquelas palavras tão grandes e complexas.

Alice - Desenvolver melhor as respostas.

Isaura - A escrita.

A entrevista em grupo focado está em concordância com os documentos escritos. Outro exemplo que evidencia as dificuldades dos alunos na comunicação

escrita é a resposta que o Frederico escreveu na reflexão: “O texto, porque foi difícil de resumir”, relativa à pergunta 11 da tarefa 5, na qual era solicitado que os alunos elaborassem um texto evidenciando a utilidade das aplicações dos produtos resultantes da destilação fraccionada do petróleo no dia-a-dia. Da transcrição dos registos áudio, e ainda na mesma tarefa o aluno referiu: “Eiha...é preciso escrever isso tudo?! Fogo professora!”, em relação à legenda da montagem da destilação simples.

A comunicação oral também constituiu uma dificuldade para os alunos. A título de exemplo, apresenta-se um excerto das transcrições das gravações áudio de um grupo, relativo à tarefa 3:

Afonso – Não estou a perceber nada do que estás para aí a dizer!
Julieta – Vê lá se te explicas melhor.
Isaura – Como é que vou dizer isto?
Afonso – Eu não quero ir apresentar à turma.
Julieta – Nem eu!

Certos alunos revelaram também pouca vontade em ler, o que se constatou também nos registos áudio da tarefa 5, quando visualizaram o filme sobre a destilação fraccionada do petróleo que apresentava, por vezes, curtas legendas com explicações sobre o assunto. Exemplo disto foi quando a Julieta questionou: “ Isto é para nós lermos?”

Esta dificuldade ainda foi sentida por alguns alunos na tarefa 5, conforme se verificou nos registos áudio.

Raciocínio

Nesta subcategoria as dificuldades evidenciadas pelos alunos consistiram em: formular questões, tirar conclusões, pesquisar, interpretar.

Alguns grupos de alunos revelaram dificuldades em formular questões. Esta dificuldade foi identificada nos registos áudio da tarefa 4, quando o David afirma: “Não faço a mínima ideia do que é para perguntar aqui.” e o Frederico “Não sei fazer a questão”.

As notas de campo recolhidas na quarta e quinta tarefas também revelaram que os alunos de alguns grupos tiveram dificuldades em elaborar questões.

Apercebi-me que os grupos 2 e 3 foram os que sentiram mais dificuldades. Os alunos pretendiam que eu lhes disse-se as questões que

tinham de realizar, pois diziam constantemente “Oh stora diga lá as perguntas que temos de fazer”. Notei que os alunos não perceberam que podiam elaborar questões simples sobre o que liam. (notas de campo sobre a aula 28/04/11)

De acordo com os resultados apresentados nos registos áudio e nas notas de campo da professora, salienta-se que esta dificuldade foi verificada na maioria dos alunos durante a realização das tarefas.

No que respeita a tirar conclusões, dos registos áudio foram retirados excertos que comprovam as dificuldades dos alunos nesta competência. Como exemplo, apresenta-se o diálogo do grupo 2, na tarefa 3:

Baltazar – As conclusões é que ele foi enganado.
David – Não é para dizeres isso.
Baltazar – Então é para dizer o quê?
David – Tens de falar da densidade do anel.
Baltazar – Acho que não.

Na tarefa 4, o grupo 3 referiu:

Bernardo – Stora, o que é que temos de dizer no tirem conclusões?
Frederico – O que é que pomos no tirem conclusões?

Ainda nos registos áudio a Isaura, do grupo 1, na tarefa 5 referiu: “No tirem conclusões é o quê? Em que sentido tirar conclusões?”.

As notas de campo relativas às tarefas 3, 4 e 5 evidenciaram que após os alunos realizarem a actividade experimental, estes tinham dificuldades em tirar conclusões sobre a mesma. Possivelmente, pelo facto desta parte obrigá-los a pensar no porquê das suas observações e explicar com base nos seus conhecimentos o que aconteceu.

A partir dos registos áudio e das notas de campo salienta-se que esta dificuldade foi evidente na maioria dos alunos no decorrer das tarefas.

Pesquisar foi outra dificuldade que muitos alunos sentiram quando realizaram as tarefas. Nos documentos escritos constatou-se que alguns alunos referiram o “pesquisar”, como dificuldade, nas reflexões individuais no final de cada tarefa.

Nas notas de campo recolhidas ao longo das tarefas verificou-se que a maioria dos alunos se limitava a transcrever na íntegra os textos consultados. Por isso, foi solicitado a alguns alunos que reformulassem a pesquisa que tinham feito na pergunta três da tarefa 2. Nesta pergunta, era pedido aos alunos que realizassem uma pesquisa no

manual ou na Internet, sobre substâncias, misturas de substâncias, misturas homogêneas e heterogêneas, e alguns alunos consultaram apenas um site, quando tinham vários à sua disposição.

Refere-se que de acordo com os argumentos expressos pelos alunos nos documentos escritos e das notas de campo da professora, as dificuldades que sentiram em pesquisar foram manifestadas por alguns alunos à medida que as tarefas decorriam.

Os alunos também apresentaram dificuldades em interpretar textos e as questões colocadas nas tarefas. Essas dificuldades são visíveis, por exemplo, nas reflexões dos documentos escritos quando na tarefa 1 o Dinis mencionou: “As dificuldades que senti foi perceber o que é para responder nas perguntas”. Na tarefa 2 a Julieta comentou: “Tive muitas dificuldades em entender o que as perguntas perguntavam”.

Ao nível da interpretação, nas notas de campo elaboradas pela professora pode ler-se:

Logo na primeira tarefa senti que os alunos tinham dificuldades em responder às perguntas, porque na maior parte das vezes não compreendiam o que era pedido nas questões. Por isso, os alunos solicitaram várias vezes a minha presença para junto deles. Espero, que com a continuação da realização das tarefas consigam superar este tipo de dificuldade. (notas de campo sobre a aula 17/03/11)

A partir dos resultados apresentados salienta-se que a dificuldade em interpretar foi notável na maioria dos alunos durante a realização das tarefas.

Conhecimento Procedimental

Nesta subcategoria integram-se as dificuldades: planificar e realizar experiências.

Relativamente a planificar, pode-se constatar que esta foi uma das competências que os alunos manifestaram mais dificuldades. Por exemplo, os diálogos transcritos dos registos áudio evidenciam esta dificuldade quando, pela primeira vez na tarefa 3, pergunta seis, foi solicitado aos alunos que planificassem uma actividade que lhes permitisse dar resposta à questão colocada no texto.

Julieta – Eu não sei fazer isto.

Afonso – Como é que se planifica uma actividade?

Isaura – Acho que temos de dizer o que precisamos para fazer a experiência.

Afonso – Nunca aprendemos a fazer isso.
Julieta – Eh pá! Que coisa tão complicada.

Na mesma tarefa, o grupo 2 referiu:

David – Planificar uma actividade?
Baltazar – Não percebo patavina disto!
David – Isto é para a experiência.
Baltazar – Vamos chamar a stora. Isto é bué difícil.

Os documentos escritos pelos alunos também corroboram com o exposto, pois alguns alunos escreveram que sentiram dificuldades na “Planificação da actividade”. Nas notas de campo da tarefa 3 a professora também salientou que os alunos têm dificuldades em planificar uma actividade, principalmente, na designação do material e na escrita do procedimento da experiência, com o objectivo de especificar uma sequência de acções.

No que se refere a realizar experiências, esta é a competência que os alunos efectuem após a planificação da actividade. Todos se mostraram entusiasmados nesta parte da tarefa, no entanto, os alunos revelaram algumas dificuldades. O excerto da transcrição da tarefa 4 do grupo 4, a seguir apresentado, pretende elucidar esse aspecto.

Dinis – E agora o que é que fazemos a seguir à separação magnética?
Alice – Acho que é a filtração.
Dinis – Ou é a decantação? Já estou baralhado.
Alice - Espera aí! Primeiro é para dissolver o açúcar e a pimenta. É aquilo da extracção.

Nas notas de campo da tarefa 4 a professora escreveu:

Constatei que os alunos têm dificuldades em seguir a sequência da planificação da actividade, que eles próprios realizaram. Ao executarem a actividade tinham dúvidas sobre o que haviam de fazer a seguir. Por esse motivo chamaram-me várias vezes, para os auxiliar a realizar a experiência (notas de campo sobre a aula 28/04/11).

Através da transcrição dos registos áudio e das notas de campo pode-se mencionar que os alunos evidenciaram dificuldades em realizar experiências.

Recursos Didáticos

Esta categoria refere-se às dificuldades que os alunos tiveram em usar o computador, mais propriamente, devido às suas limitações de velocidade. Nos registos áudio este aspecto é visível, por exemplo, no seguinte grupo de trabalho:

David – Fogo, o computador não anda!

Baltazar – Ficamos sempre com o pior computador. É o costume.

Frederico – Vamos atrasar-nos. Estou a ver que não vamos conseguir acabar a ficha toda.

Baltazar – Não quero saber. A culpa é do computador que é um atraso de vida.

Os registos escritos da tarefa 2 também são testemunhos deste tipo de dificuldade. O Bernardo escreveu: “O computador estava muito lento”. O David redigiu: “O pc andava muito devagar, por isso não conseguia avançar no trabalho”.

É de realçar que esta dificuldade é um factor externo às capacidades dos alunos não sendo, por isso, controlável pelos mesmos. É sim uma limitação do próprio recurso que não se encontrava nas melhores condições.

Aprendizagens que os Alunos Dizem Realizar Quando Estão Envolvidos em Tarefas de Investigação na Sala de Aula

Nesta secção evidenciam-se as aprendizagens que os alunos dizem realizar quando são implementadas tarefas de investigação nas aulas de Ciências Físico-Químicas. As aprendizagens foram categorizadas em dois grupos: o que aprenderam e o modo como aprenderam. Para cada uma das categorias, analisam-se as respostas dadas pelos alunos na entrevista em grupo focado e nos documentos escritos.

O que Aprenderam

Nesta categoria inseriram-se duas subcategorias: conceitos e factos científicos e comunicação escrita.

Conceitos e Factos Científicos

A aprendizagem de conceitos e factos científicos foi evidenciada na realização das várias tarefas de investigação. Na entrevista em grupo focado muitos alunos direccionaram as suas respostas para os conteúdos leccionados, quando confrontados com a questão: “O que aprenderam?”. Como exemplo, apresenta-se a resposta dada pela Alice à questão colocada: “Muita coisa. As substâncias e as misturas de substâncias, as propriedades físicas dos materiais, separação das substâncias de uma mistura, constituição do mundo material, etc”.

Os documentos escritos pelos alunos também permitiram confirmar estes resultados. Por exemplo, na tarefa 1 o Bernardo escreveu: “Aprendi com esta tarefa a distinguir materiais naturais de manufacturados”. Na tarefa 2 o Frederico afirmou: “Aprendi o que são substâncias e misturas de substâncias, e a distinguir misturas homogéneas de heterogéneas “. A Julieta na tarefa 3 redigiu: “Aprendi o que são os vários tipos de propriedades físicas dos materiais”. Em relação à tarefa 4 a Alice registou: “As técnicas de separação de misturas”. Por último, na tarefa 5, a Isaura escreveu: ”Aprendi o que é a destilação simples e fraccionada e como as realizar”.

Tendo em conta as respostas dadas pode-se referir que, no que respeita às aprendizagens que dizem realizar, os alunos conseguiram mobilizar conhecimentos adequados às tarefas propostas, nomeadamente, em termos de conceitos e factos científicos.

Comunicação Escrita

A aprendizagem escrita foi evidenciada durante a realização das tarefas, por exemplo, através da elaboração de textos. Os documentos escritos pelos alunos permitiram corroborar esta aprendizagem. Na pergunta 3 da segunda tarefa, o grupo 4 escreveu:

Uma substância é formada por apenas um tipo de moléculas ou átomos. A mistura de substâncias consiste em duas ou mais substâncias diferentes. A mistura homogénea é uma mistura onde ao final do processo de união de substâncias, estas já não podem ser identificadas como no início. A mistura heterogénea é aquela que apresenta mais de uma fase, onde se pode identificar a presença de mais de uma substância.

Em relação à questão 3 da terceira tarefa, o grupo 2 redigiu:

O ponto de ebulição é a temperatura a que uma substância passa do estado líquido ao estado gasoso à pressão normal. O ponto de fusão é a temperatura a que uma substância passa de sólida a líquida. Esta temperatura depende da pressão atmosférica. O magnetismo é a atracção entre dois objectos, sendo um deles um íman. A elasticidade é uma propriedade que depois de deformados os materiais conseguem voltar à sua forma inicial.

Na questão 10, relativa à quinta tarefa, o grupo 1 escreveu:

Os produtos resultantes da destilação fraccionada do petróleo têm muitas utilidades. O gás utiliza-se para o fuel gasoso e produção de hidrogénio. A gasolina, o querosene e o gasóleo utilizam-se para os combustíveis dos automóveis e aviões. Os lubrificantes servem para lubrificar peças. As parafinas servem para fazer velas e fósforos. E o asfalto serve para alcatroar os pavimentos.

A ideia de que os alunos aprenderam a escrever, também se encontra presente no seguinte extracto de texto, retirado da entrevista em grupo focado:

Professora – O que aprenderam?

Dinis – A escrever.

Baltazar - Eu aprendi a escrever muito. Coisa que nunca fazia.

De acordo com os resultados apresentados salienta-se que, apesar de ser novidade para os alunos o uso de palavras específicas no discurso científico, os alunos conseguiram comunicar por escrito usando uma linguagem científica adequada ao contexto de cada uma das situações.

Modo Como Aprenderam

Nesta categoria os alunos mencionaram como é que a aprendizagem foi feita no decorrer da realização das tarefas de investigação. O extracto da entrevista em grupo focado realizada aos alunos, que a seguir se apresenta, é exemplo do que foi referido.

Professora – Como aprenderam?

Alice – Com a ajuda do livro.

Isaura – Através de experiências. Às vezes do computador, do manual e das fichas.

Alice – E da stora.

Relativamente ao modo como aprenderam, os alunos quando confrontados com a questão: “Consideram estas tarefas importantes na vossa aprendizagem? Porquê?” é outro exemplo retirado do extracto da entrevista. À questão colocada a Isaura respondeu: “Sim, porque como as perguntas são difíceis nós precisamos de ler os textos do manual, pesquisar às vezes na Internet. Precisamos de ler e ao ler nós, às vezes, memorizamos e aprendemos. E ao realizar e ao escrever também.”

Outro exemplo, extraído da entrevista, é apresentado de seguida:

Professora - Tentaram melhorar de uma tarefa para a outra? Como?

Alice – Sim.

Julieta – Claro.

Alice - Estando mais atentos. Pesquisando melhor, sem perguntar à stora.

Julieta - A sermos nós a escrever respostas mais desenvolvidas.

Ainda na entrevista em grupo focado, quando os alunos foram questionados sobre o que este tipo de tarefas os obrigaram a fazer, é outro exemplo do modo como aprenderam.

Isaura – A ler, a pesquisar.

Afonso – Interpretar.

Isaura – A escrever.

Julieta – A perguntar.

Isaura – A realizar.

Alice – E a responder.

Julieta – E a desenvolver.

Também nos documentos escritos os alunos mostraram como aprenderam, permitindo-lhes, dessa forma, enriquecer os seus conhecimentos sobre os Materiais. O extracto que se segue, relativo à segunda tarefa, é exemplo disso: “Aprendi que quase todos os materiais que existem são misturas de substâncias, quando a stora mostrou os rótulos das embalagens dos produtos”. Ainda sobre a mesma tarefa, outro aluno escreveu: “Procurar no computador o significado das palavras e ver os rótulos, porque deu para perceber que muitos materiais são misturas”. Na terceira tarefa, um outro aluno redigiu: “A experiência, porque percebo melhor as coisas quando sou eu a fazer. As experiências ajudam muito”.

Destaca-se, quer da entrevista, quer dos documentos escritos, que os alunos reconheceram que estavam envolvidos num processo de aprendizagem. É de mencionar

que estes aprenderam, sobretudo, quando realizavam experiências, pesquisavam e escreviam.

Opiniões que os Alunos Atribuem às Tarefas de Investigação

O que pensam os alunos das tarefas de investigação implementadas nas aulas de Ciências Físico-Químicas incluem as categorias: interesses e críticas às tarefas propostas. Para cada uma das categorias citadas, analisam-se as respostas dadas pelos alunos na entrevista em grupo focado e nos documentos escritos.

Interesses

Quando confrontados na entrevista em grupo focado com a questão, “o que acharam das tarefas?” constata-se que os alunos revelaram pontos de vista distintos. O extracto da entrevista, que a seguir se apresenta, exemplifica as respostas proferidas pelos alunos.

Frederico - Foram engraçadas.

Julieta – Interessantes.

Alice – Secantes.

Frederico - A parte prática foi bacana, mas a parte de escrever foi uma grande treta.

Os alunos quando questionados sobre o que gostaram e valorizaram mais, é outro exemplo extraído da entrevista realizada aos alunos:

Isaura - A realização das experiências e trabalharmos em grupo.

Alice - Foi divertido.

Isaura - Se fosse sozinhos nós não tínhamos a comunicação, não tínhamos...não sabíamos o que é que os outros pensavam. Assim sozinhos não sabemos se estamos certos ou errados.

Julieta - As experiências.

Isaura - As fichas.

Afonso - As perguntas, porque temos que escrever e esclarecer.

As afirmações proferidas pelos alunos na entrevista em grupo focado foram também corroboradas pelos documentos escritos. O extracto que se segue é exemplo

disso: “Gostei de trabalhar em grupo. Como digo sempre, foi perfeito pois nós somos bons amigos e isso ajuda na nossa relação e no nosso trabalho”. Um outro aluno escreveu: “O trabalho de grupo foi muito bom. Trabalhámos muito bem, porque colaboramos e cooperamos e esclarecemos algumas dúvidas”. Ainda no que respeita aos interesses, um outro aluno escreveu: “O que achei mais interessante foi a experiência, porque eu gosto de experiências e mexer nos materiais”.

Os resultados apresentados, referentes à entrevista e aos documentos escritos, indicam que os interesses dos alunos incidem, sobretudo, no trabalho de grupo, porque lhes permite partilhar ideias com os colegas, e na realização de experiências, porque lhes possibilita aprender os conteúdos de uma forma mais divertida.

Críticas às Tarefas Propostas

Nesta categoria são evidenciadas as críticas apontadas pelos alunos às tarefas de investigação propostas.

Os argumentos apresentados pelos alunos, na entrevista em grupo focado, salientam algumas dessas críticas. O extracto da entrevista realizada aos alunos, que a seguir se apresenta, é exemplo do que foi referido, quando questionados sobre o que modificavam nas tarefas.

Frederico - Não escrevíamos.

Alice - Fazia mais experiências.

Julieta - Mudava a quantidade de exercícios.

Isaura - Escrever nas tarefas as páginas que tínhamos de pesquisar. Em vez da professora ir a um grupo e ir a outro, escrevia lá as páginas e ficava sempre registado. Por exemplo, os sites foi bom, quando escreveu os sites.

Frederico - Fazíamos mais actividades práticas numa aula em vez de estarmos sempre a escrever. Podíamos fazer umas cinco experiências e escrever durante um segundo.

O exemplo a seguir corresponde a um excerto da transcrição da entrevista em grupo focado, quando os alunos foram questionados se gostavam de continuar a realizar este tipo de tarefas.

Alice - Sim, mas reduzia nas perguntas. Em vez de ser para nós escrevermos muito, para desenvolvermos muito...

Julieta - Deviam ter perguntas mais simples.

Alice – Exactamente.

Isaura - Era muito complexo para nós. Nós ainda não estamos habituados a isso.

Baltazar – Pois não!

Frederico - As experiências são bacanas, mas...

David - Não, porque as experiências são poucas, porque a gente tem mais que escrever, temos de estar mais atentos.

Frederico - A stora mete-nos na folha 16 perguntas e só uma experiência!

Os mesmos resultados puderam ser confirmados a partir dos documentos escritos pelos alunos, durante a realização das tarefas: “Fazia uma actividade prática”, registou o Frederico na tarefa 3. O Dinis e a Alice na tarefa 2 redigiram: “Fazia uma experiência”. Segundo o Bernardo na tarefa 4: “Não pesquisava tanto no manual”. A Alice na tarefa 5 afirmou: “Mudava. Metia menos questões”. Ainda acerca das críticas, o David na tarefa 5 escreveu: “Colocava menos perguntas e fazia menos experiências”.

Assim, salienta-se que de acordo com os argumentos expressos pelos alunos nos extractos da entrevista em grupo focado e nos documentos escritos, as críticas recaem no facto das tarefas serem demasiado extensas, o que implica para os alunos terem de escrever mais e realizar menos experiências. Factores que os alunos parecem não apreciar.

Síntese

Neste capítulo procedeu-se à apresentação dos resultados de investigação relativos à implementação da unidade didáctica para o ensino dos Materiais.

Os resultados foram organizados com o intuito de dar resposta às questões do estudo. Para cada questão enunciada recorreu-se a dados provenientes dos diversos instrumentos utilizados na recolha de dados, procedendo-se à sua análise conjunta. Os resultados foram apresentados em três secções.

A primeira secção realçou as principais dificuldades que os alunos revelaram na realização das tarefas de investigação.

Na segunda secção deu-se a conhecer as aprendizagens que os alunos dizem realizar quando estão envolvidos em tarefas de investigação.

Na terceira e última secção deste capítulo, referiu-se o que os alunos pensam sobre as tarefas de investigação propostas.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO E REFLEXÃO FINAL

Com este estudo pretendeu-se conhecer as reacções dos alunos do 7º ano de escolaridade quando se coloca em prática tarefas de investigação durante a leccionação da temática Materiais. Para além disto, pretendeu-se identificar as dificuldades dos alunos quando estão envolvidos em tarefas de investigação, averiguar as aprendizagens que os alunos dizem realizar quando estão envolvidos em tarefas e investigação e, por fim, conhecer as opiniões dos alunos sobre as estratégias usadas.

Este capítulo encontra-se organizado em três secções. Na primeira, discutem-se os resultados. Na segunda, apresentam-se as conclusões do estudo. Por último, na terceira secção, faz-se uma reflexão final sobre o estudo.

Conclusão

A implementação de tarefas de investigação permitiu, para além da mobilização de diversas competências, despertar nos alunos, o gosto pela descoberta. Os alunos ao realizar as tarefas de investigação desenvolveram e mobilizaram a maioria das competências gerais preconizadas pelo actual Currículo Nacional.

Salienta-se, que embora os alunos não estivessem habituados à realização de trabalho laboratorial e de pesquisa, é verdade que depressa se habituaram ao ritmo e ao método das tarefas de investigação sendo manifesta a evolução no desempenho dos alunos nas várias etapas do processo investigativo e o aumento da qualidade das respostas escritas dos alunos. Considera-se que esta situação se deveu à forma como as tarefas de investigação foram concebidas e estruturadas, pois teve-se em conta o facto de que estes não estavam habituados a este tipo de tarefas. Os alunos ao realizarem as tarefas de investigação tinham de escrever, exercitando a Língua Portuguesa e a linguagem científica, raciocinar, mobilizar e consolidar conhecimentos, apresentar ideias, defendê-las e argumentá-las e ainda expô-las oralmente. Portanto, para que os alunos sejam literados cientificamente têm de aprender a ler e a escrever sobre ciência (Prain & Hand, 2002).

A motivação dos alunos foi outro aspecto evidente, pois encaram as aulas de modo diferente, denota-se maior empenho e mais interesse na realização das tarefas, e conseqüentemente, pela ciência. Os alunos estão mais envolvidos nas tarefas de investigação quando estas são aliadas ao trabalho laboratorial, pois as aulas tornam-se mais interessantes e motivadoras para os alunos aprenderem a gostar de ciência quando a professora desenvolve actividades que permitam ao aluno fazer, manusear o material e executar a parte procedimental, trabalhar em grupo, discutir e partilhar ideias. Este modo, apesar de contribuir para o desenvolvimento de competências, consiste numa estratégia de ensino que permite uma melhor e mais eficaz apropriação de conceitos científicos a adquirir pelos alunos, dando mais sentido às aulas de ciências e ao processo de aprendizagem dos alunos, pois permite promover e reforçar aprendizagens diversas.

As dificuldades reveladas pelos alunos quando realizam tarefas de investigação sobre a temática Materiais constitui a primeira questão orientadora deste estudo. Os resultados obtidos permitiram verificar que os alunos tiveram dificuldades em mobilizar competências ao nível das atitudes, no que respeita à autonomia. No decorrer das tarefas, este obstáculo persistiu na maioria dos alunos. Outra dificuldade foi mobilizar competências de conhecimento substantivo, propriamente em relacionar conceitos que são utilizados quer em Química, quer no dia-a-dia. Este obstáculo apenas foi constatado em alguns grupos de alunos. Uma outra dificuldade revelada foi mobilizar competências de comunicação escrita e oral, tendo este obstáculo permanecido em alguns alunos. Foram também evidenciadas dificuldades em mobilizar competências de raciocínio, nomeadamente em formular questões, tirar conclusões, pesquisar e interpretar. Pode-se mencionar que ao longo das tarefas, quando os alunos eram confrontados com este tipo de obstáculos, alguns não conseguiam ultrapassá-los. Ainda foram reveladas dificuldades em mobilizar competências de conhecimento procedimental, nomeadamente em planificar e realizar experiências. No decorrer da realização das tarefas, estas dificuldades permaneceram apenas em alguns alunos. Por último, foram reveladas dificuldades nos recursos didácticos, especificamente em usar o computador, devido às suas limitações de velocidade. Este obstáculo foi apenas verificado num grupo de alunos, tendo sido posteriormente ultrapassado.

A segunda questão de estudo relacionou-se com as aprendizagens que os alunos disseram realizar quando estavam envolvidos em tarefas de investigação na sala de aula. A análise dos dados respeitantes aos argumentos proferidos pelos alunos na entrevista em grupo focado e nos documentos escritos, revelaram o que aprenderam e o modo

como efectuaram essas aprendizagens. Em relação ao que aprenderam, os alunos referiram, sobretudo, conceitos e factos científicos e a comunicação escrita. As finalidades que se apontam às tarefas de investigação recaem sobretudo por ser uma estratégia que pode proporcionar o desenvolvimento de conhecimento conceptual e procedimental e, de outras competências associadas à resolução de problemas, aspectos concordantes com algumas das finalidades apontadas por Hodson (2000). A mobilização de conhecimento substantivo por parte dos alunos foi evidenciada em todas as tarefas de investigação realizadas. A comunicação foi a competência que os alunos inicialmente apresentaram maior dificuldade na sua mobilização. Colocar por escrito as suas ideias foi tarefa a que os alunos não estavam habituados. No entanto, ao longo das tarefas de investigação foi notória a evolução dos alunos neste domínio. Passaram a ter maior facilidade de exposição de ideias por escrito e aprenderam a utilizar linguagem científica contextualizada. No que concerne ao modo como aprenderam, os alunos consideraram a realização de experiências, a pesquisa e a escrita como as estratégias de ensino que mais contribuíram para as suas aprendizagens. Este tipo de tarefas coloca os alunos no centro das suas aprendizagens, pondo de parte o ensino tradicional e promove um ensino centrado nos alunos, onde estes aprendem fazendo, envolvendo-os activamente em actividades de investigação com intuito de proporcionar o desenvolvimento de competências de conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudes, promovendo, assim, a literacia científica. Segundo as Orientações Curriculares do Ensino Básico, as tarefas de investigação permitem dar resposta às exigências do mundo actual, uma vez que a progressão intelectual do aluno tem por base experiências problemáticas, cuja resolução lhe permite reconstruir a sua própria forma de pensar e capacitá-lo para enfrentar novas situações. Assim, o aluno aprende e interessa-se mais pelo trabalho a desenvolver quando está envolvido na construção do seu próprio conhecimento, alterando a sua perspectiva sobre a qualidade do ensino (Galvão *et al.*, 2002).

A última questão orientadora do estudo relaciona-se com as opiniões dos alunos sobre as tarefas de investigação. Através dos resultados obtidos, foi possível detectar os interesses e as críticas que os alunos apontam às tarefas propostas. No que se refere aos interesses os alunos mostraram gostar de trabalhar em grupo, pois pode-se constatar a partilha de informação, o respeito pelos colegas, o incentivo de alguns alunos perante outros para participarem e o entendimento de que todas as opiniões são úteis para a discussão permanente das situações problemáticas inerentes às tarefas de investigação.

Outro interesse manifestado pela grande maioria dos alunos foram as experiências, pois encaram as aulas de modo diferente, denotando-se maior empenho e mais interesse na realização das tarefas, e conseqüentemente, pela ciência. No entanto, os alunos apontaram algumas críticas às tarefas considerando serem difíceis por os obrigar a escrever constantemente, serem muito extensas, e possuírem poucas experiências.

Reflexão Final

Este trabalho caracterizou-se por ter levado a professora a construir um conhecimento sobre o aprender a ser professor. Aspecto crucial, por se ter revelado extremamente enriquecedor e motivante para a prática de ensino. Antes de efectuar o estudo a professora teve sempre a preocupação de preparar tarefas que motivassem os alunos, pois estava consciente que estas poderiam influenciar a qualidade de ensino e da aprendizagem dos alunos. Apesar dos alunos serem um pouco irrequietos, mostraram-se empenhados na realização das tarefas e revelaram particular interesse na realização de experiências.

A professora ao realizar este estudo verificou que os alunos têm um maior envolvimento nas tarefas quando lhes é dada a oportunidade para formular questões, pesquisar, planear e executar uma actividade, interpretar os resultados obtidos após observação, discutir e tirar conclusões em grupo, bem como, haver espaço para comunicação oral dos resultados e para auto-avaliação pelos alunos sobre o trabalho desenvolvido. Tendo em conta que estas estratégias de ensinar são defendidas pelas Orientações Curriculares, aconselha-se, vivamente, os professores a começarem a utilizá-las nas suas aulas.

Os professores devem ter consciente as suas práticas e deixar para trás um papel essencialmente como transmissor de conhecimentos, de modo a passarem a encarar o ensino e aprendizagem numa perspectiva construtivista, como orientadores e facilitadores da construção do conhecimento dos alunos. Arriscar será a palavra-chave para que os professores optem pela mudança. De acordo com Levitt (2001), o ensino das ciências requer um novo pensar quer acerca da ciência, quer do ensino e da aprendizagem das ciências. Para que isso se concretize, o professor deve reflectir sobre as suas perspectivas relativamente ao ensino, à aprendizagem e à sua prática, e

comparar com as experiências educativas sugeridas na investigação educacional. Existe a necessidade de formar os professores, isto é, incutir-lhes a ideia que a mudança nas práticas é necessária quando o objectivo é melhorar a qualidade do ensino, dar-lhes a conhecer as novidades da investigação educacional e proporcionar-lhes processos formativos baseados na reflexão na acção.

Defende-se então, uma formação de professores de índole construtivista, com objectivo de activar um processo complexo que implique a reestruturação e reconstrução das perspectivas dos professores, de modo a promover a mudança das práticas transformando-as, com intuito de melhorar o ensino das ciências. Tal como refere Cachapuz *et al.* (2002), urge redefinir, reorientar e provocar mudança nas concepções dos professores. Contudo e segundo Zhang *et al.* (2005), esta exigência em mudar as práticas tradicionais para um ensino baseado em investigações constitui um processo lento e que só será concretizado na totalidade caso o professor consiga enfrentar este desafio de forma contínua e positivo.

Em síntese, este estudo contribuiu para conhecer as reacções dos alunos do sétimo ano de escolaridade quando se coloca em prática tarefas de investigação durante a leccionação da temática Materiais. Este conhecimento permite auxiliar os professores a ultrapassar os obstáculos quando implementam novas estratégias de ensino e salienta a necessidade de inovar as práticas para que a escola não se afaste da realidade actual. Todavia, o estudo realizado apresentou limitações no que respeita ao processo de recolha de dados e à amostra de alunos utilizada. A amostra é muito reduzida o que impossibilita a generalização dos resultados obtidos para a população. Seria útil repetir este estudo com uma amostra maior, de forma a compreender e a clarificar-se melhor as relações que este estudo pretendeu analisar.

A experiência pessoal que vivi durante o Mestrado permitiu-me reflectir, de forma contínua, sobre todo o trabalho desenvolvido com os alunos durante a prática lectiva, contribuindo para aperfeiçoar as estratégias de ensino, com o objectivo de levar os alunos a atingir um maior sucesso na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Este trabalho caracterizou-se por me ter levado a construir um conhecimento progressivo sobre o aprender a ser professor, para além de aprender a elaborar o relatório. Para mim, a elaboração do relatório foi, sem dúvida, uma experiência muito enriquecedora, o que desde logo começou com a pesquisa bibliográfica que efectuei. A sua realização permitiu-me aumentar vários conhecimentos, nomeadamente, a nível científico e didáctico. Particularmente, aprendi a organizar um estudo, de modo a poder

comunicar a importância de reflectir e estudar a própria prática de ensino, com a grande finalidade de uma melhoria da qualidade de ensino. Por tudo isto, não posso deixar de frisar que este trabalho foi uma mais valia na minha formação como professora, quer a nível profissional, quer a nível pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação: um guia prático e crítico*. Lisboa: ASA Editores.
- Almeida, A. M. (2001). Educação em ciências e trabalho experimental: Emergência de uma nova concepção. Em A. Veríssimo, M. A. Pedrosa, & R. Ribeiro (Coord.), *Ensino experimental das ciências: (Re)pensar o ensino das ciências* (pp. 51-73). Lisboa: ME.
- Ash, D. & Klein, C. (2000). Inquiry in the informal learning environment. In J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, CA: Corwin Press.
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições Asa. (Trabalho original publicado em francês em 1977).
- Beisenherz, P. & Dantonio, M. (1996). *Using the learning cycle to teach Physical Science*. Portsmouth: Heinemann.
- Bell, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação: Um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação* (1ª ed.). Lisboa: Gradiva.
- Beltrão, L., & Nascimento, H. (2000). *O Desafio da Cidadania na Escola*. Lisboa: Editorial Presença
- Black, P., & Harrison, C. (2010). Formative assessment in science. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* . (pp. 183-210). Open University Press.
- Bogban, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Cachapuz, A. (2000). *Perspectivas de ensino. Formação de professores - Textos de apoio nº 1*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000a). Perspectivas de Ensino das Ciências. In A. Cachapuz (Org.), *Perspectivas de Ensino. Formação de Professores – Ciências* (Textos de Apoio Nº 1). Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.

- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- Carlson, L., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Chang, R. (1994). *Química*. 5ª edição. Lisboa: McGraw-Hill.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2003). *Research Methods in Education*. (5th ed.). London: Routledge.
- DeBoer, G, E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.
- Denzin, W. K. & Lincoln, Y. S. (2000). The discipline and practice of qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds). *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage.
- Departamento de Educação Básica - DEB (2001). *Currículo nacional do ensino básico. Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Estrela, A. (1994). *Teoria e prática de observação de classes. Uma estratégia de formação de professores* (4ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Fonseca, H., Brunheira, L., & Ponte, J. P. (1999). *As actividades de investigação, o professor e a aula de Matemática*. Actas do ProfMat 99, (pp. 91-101). Lisboa:APM
- Fontana, A. & Frey, J. (1998). Interviewing: the art of science. In N. Denzin & Y. Lincoln (Ed.), *Collecting and interpreting qualitative materials* (pp. 47-78). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Freire, A.M. (1993). Um olhar sobre o ensino da Física e da Química nos últimos cinquenta anos. *Revista de Educação*, III, 1, 37-49.
- Freire, A. M. (1999). *Aprender a ensinar nos estágios pedagógicos: Estudo sobre mudanças nas concepções de ensino e na prática instrucional de estagiários de Física e Química*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Freire, A. (2005). Ensino da física para os alunos da escolaridade obrigatória. *Itinerários: Investigar em Educação* (pp. 145-154). Lisboa: Centro de Investigação em Educação, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.

- Galvão, C. & Freire, A. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e Naturais em Portugal. In I. Martins, F. Paixão e R. Vieira (Org.). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 31-38). Aveiro: Univ
- Galvão, C. (Coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2002). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de Competências em Ciências*. Lisboa: Edições Asa.
- Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Giordan, A. (1999). *Une Didactique Pour Les Scienses Expérimentales*. Paris: Éditions Belin.
- Gott, R., & Duggan, S. (1996). Practical work: Its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791-806.
- Hackling, M. (2004). Investigating in science. In G. J. Venville & V. M. Dawson (Eds.), *The art of teaching science* (pp. 88-104). Crows Nest, NSW: Allen & Unwin.
- Hebrank, M. (2004). *What do we mean by inquiry?*. Recuperado em 2004, Agosto, de www.letus.org/PDF/GM_AERA_02_Hinel_dreft_pdf
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science: Exploring some directions for change. *Internacional Journal of Science Education*, 18(7), 755-760.
- Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. In M. Sequeira, L. Dourado, M. T. Vilaça, J. L. Silva, A. S. Afonso & J. M. Baptista (Org.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências* (pp. 29-42). Braga: Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.
- Kellerman, L., R. (1993). An Issue as an Organizer: A Case Study. In R. E. Yager (Ed.), *The Science, Technology, Society Movement – What Research Says to the Science Teacher* (141-145). Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (1990). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Editora Atlas SA.

- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Departamento do Ensino Secundário (Ed.), *Cadernos didáticos de ciências* (pp. 77-96). Lisboa: Ministério da Educação
- Levitt, K. (2001). An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, 86(1), 1-22.
- Lüdke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Martins, M. I. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Milles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências Essenciais*. Lisboa Autor.
- Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Competências Essenciais*. Lisboa Autor.
- Mintzes, J.J. & Wandersee, J.H. (1998). Reforma e inovação no ensino da ciência: uma visão construtivista. *Ensinando ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Murphy, N. (1994). Helping preservice teachers master authentic assesement for the learning cycle model. Em L. E. Schafer (Ed.), *Behind the methods class door: Educating elementary and middle school science teachers* (pp. 13-31). Columbus, OH: The ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- National Research Council – NRC (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
- Nunes, M. (2006). *Da concepção à implementação da unidade “em trânsito” das orientações curriculares. Um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada. Universidade de Lisboa, Departamento de Educação, Lisboa.
- Osborne, J. (2002). Learning science without practical work?. Em S. Amos & R. Boohan (Eds), *Aspects of teaching secondary science: Perspectives on practice*. London: Open University Press.
- Patton, M. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.

- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2ª ed.). Newbury Park, CA: Sage.
- Patton, M. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. London: Sage Publications Ltd.
- Piel, E. J. (1993). Decision-Making: A Goal of STS. In R. E. Yager (Ed.), *The Science, Technology, Society Movement – What Research Says to the Science Teacher* (147-152). Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Pinto, J. (2002). A avaliação pedagógica numa organização curricular centrada no desenvolvimento de competências. Obtido em 15 de Maio de 2006, de <http://www.deb.min-edu.pt/revista4/avaliacaopedagogica/avalipedagogica>
- Pombeiro, A. (1998). *Técnicas e operações unitárias em química laboratorial*. (3ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ponte, J. P. (2003). Investigação sobre investigações matemáticas em Portugal. *Revista Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação*, 2, 93-169.
- Prain, V., & Hand, B. (2002). Pupil learning through writing in science. Em S. Amos & R. Boohan (Eds), *Aspects of teaching secondary science: Perspectives on practice* (pp. 190-198). London: Open University Press.
- Projecto Física (1978). *Conceitos de movimento - unidade 1*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (Trabalho original publicado em inglês em 1975).
- Rosa, M., & Arnoldi, M. (2006). *A entrevista na pesquisa qualitativa: Mecanismos para validação dos resultados*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Rutherford, F.J., & Ahlgren, A. (1995). *Ciência para Todos*. Lisboa: Gradiva.
- Sá, J. (2002). *Renovar as práticas no 1º ciclo pela via das ciências da natureza* (2.ªed.). Porto: Porto Editora.
- Santos, M. (2002). *Trabalho experimental no ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data: methods for analyzing talk, text and interaction* (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Smith, W. (1998). *Princípios de ciência e engenharia dos materiais*. 3ª edição. Lisboa: McGraw-Hill.
- Sole, I., & Coll, C. (2001). Os professores e a concepção construtivista. Em C. Coll & vários, *O construtivismo na sala de aula: Novas perspectivas para a acção pedagógica* (pp. 8-27). Porto: Edições Asa.

- Solomon, J. (1998). *Avaliação do trabalho experimental dos alunos no ensino das ciências*. In Livro de Actas, 2º Fórum Ciência Viva . Open University, Faculty of Science. Retirado de <http://www.cienciaviva.pt/forum/2forum/actas/2forumactas-conferencia.pdf> em 22 Julho de 2005
- Staver, J., & Shroyer, G. (1994). Teaching elementary teachers how to use the learning cycle for guided inquiry instructing science. Em L. E. Schafer (Ed.), *Behind the methods class door: Educating elementary and middle school science teachers* (pp. 181-185). Columbus, OH: The ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- Strauss, A. & Corbin, J. (2008). *Pesquisa qualitativa: Técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada* (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Teixeira, H. M. M. T. (2003). *Trabalho laboratorial de natureza investigativa- Perspectivas dos alunos sobre a sua utilização em aulas de Física no ensino secundário*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Valente, O. (1996). O Ensino das Ciências em Portugal. *Revista de Educação*, 6(1), 103-104.
- Watts, M. (1994). Describing problem solving: a core skill in the curriculum. In M. Watts (ed.), *Problem Solving in Science and Technology: Extending Good Classroom Practice* (Cap.1). London: David Fulton Publishers.
- Wellington, J. (2002). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.
- Woolnough, B. E. (1994). *Effective science teaching: Developing science and technology education*. Buckingham: Open University Press.
- Woolnough, B. (2000). Appropriate practical work for school science – making it practical and making it science. In J. Minstrell & E. V. Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Yin, R. K. (1989). *Case study research: Design and methods*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Zhang, B., Krajcik, J., Sutherland, L., Wang, L., Wu, J., & Qiang, Y. (2005). Opportunities and challenges of China's inquiry-based education reform in

middle and high schools: Perspectives of science teachers and teacher educators.

International Journal of Science and Mathematics Education, 1(4), 477-503.

Ziman, J. (1994). The Rationale of STS Education is in the Approach. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (Cap.3). New York, NY: Teachers College Press.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tarefas de Investigação

Tarefa 1 - Ciências Físico-Químicas - 7º Ano - Ano Lectivo 2010/2011

Nome _____ N° _____ Grupo n° _____

Turma _____ Data ____ / ____ / ____

Na Antiguidade, o Homem utilizava apenas materiais existentes na Natureza. Com a sua arte, moldava esses materiais em objectos que lhe eram úteis. Fazia utensílios para preparar os alimentos, armas de caça, etc. No entanto, com o passar do tempo, verificou que, transformando outros materiais existentes na Natureza, podia criar utensílios mais adequados às suas necessidades.

(Morgado, Morgado & Alves, 2006)

1. Observem os materiais que têm à vossa disposição e aqueles que têm representados nas imagens.



Ferro



Detergente



Petróleo



Oxigénio



Computador



Perfume



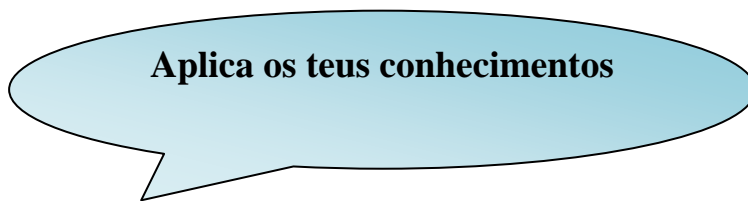
Sumo de Laranja



Aço

6. Reajustem os vossos agrupamentos.

7. Apresentem as vossas conclusões à turma.

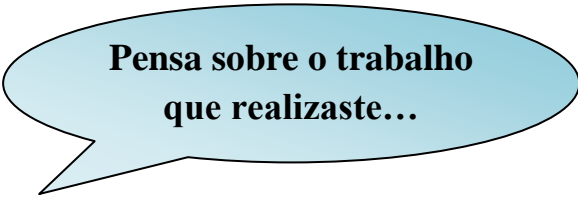


8. Atribuem um título à tarefa.

9. Existe uma grande diversidade de materiais no mundo que nos rodeia. Esses materiais utilizam-se no fabrico de objectos, na construção civil e em muitas situações da nossa vida. Considera o seguinte conjunto de palavras relacionado com os materiais.

Materiais Naturais	Ar atmosférico	Plásticos	Ouro	
Rochas	Iogurtes	Cerâmica	Materiais Manufacturados	
Proteínas	Nylon	Tintas	Água do mar	Solo

9.1. Construam duas frases, utilizando todas as palavras acima indicadas, que considerem correctas do ponto de vista científico e linguístico.



**Pensa sobre o trabalho
que realizaste...**

- 10.** Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.

- 11.** Refere o que mudavas se voltasses a realizar a tarefa.

- 12.** Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

- 13.** Indica o que achaste mais interessante.

- 14.** Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros?
Todos os elementos participaram na tarefa? ...)

Tarefa 2 - Ciências Físico-Químicas - 7º Ano - Ano Lectivo 2010/2011

Nome _____ Nº _____ Grupo nº _____

Turma _____ Data ____ / ____ / ____

1. Leiam com atenção o seguinte texto.

O Pedro que está a estudar “Substâncias e as Misturas de Substâncias” nas aulas de Ciências Físico-Químicas começou a estar interessado em observar materiais com que lida no dia-a-dia. Assim, numa tarde cheia de sol e com muito interesse também em estudar misturas homogéneas e heterogéneas, o Nuno e o Pedro foram até ao parque respirar ar rico em oxigénio e livre da poluição. Levaram água mineral sem gás, bolachas com chocolate e iogurte com pedaços de morango. Após uma caminhada sentaram-se e respiraram o ar puro do parque, lancharam e depois ainda foram brincar. Só que o Pedro tropeçou num ferro, caiu e esfolou um joelho. Tiraram, com água da torneira, os grãos de areia do ferimento e desinfectaram-no com a ajuda de um funcionário, com água oxigenada diluída, a quem agradeceram.

Adaptado de Silva, 2010

2. Sublinhem no texto as palavras cujo significado desconhecem.
3. Realizem uma pesquisa que vos permita conhecer o seu significado. Elaborem um texto com essa informação.
Recorram ao vosso manual, ao dicionário e/ou à pesquisa na *Internet*. Podem consultar as seguintes páginas web:

http://www.grupoescolar.com/materia/substancias_e_misturas.html

<http://estudacomcarla.blogspot.com/2009/04/substancias-e-misturas-de-substancias.html>

<http://pt.shvoong.com/exact-sciences/page-7/>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Mistura_homogênea

<http://www.infoescola.com/quimica/misturas-heterogeneas/>

7. Observem os seguintes rótulos.

ÁGUA 1

Composição química provável em mg/L

Sulfato de estrôncio	0,04
Sulfato de cálcio	2,29
Sulfato de potássio	2,16
Sulfato de sódio	65,71
Carbonato de sódio	143,68
Bicarbonato de sódio	42,20
Cloreto de sódio	4,07
Fluoreto de sódio	1,24
Vanádio	0,07

Características físico-químicas

pH a 25°C	10,00
Temperatura da água na fonte	24°C
Condutividade elétrica	$4,40 \times 10^{-4}$ ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180°C	288,00 mg/L

CLASSIFICAÇÃO:

"ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA"

ÁGUA 3

Composição Química

Resíduo seco (a 180°) ...	≤ 52 mg/l
pH	5,8 - 6,9
Sílica	≤ 21,5 mg/l
Sulfato de Sódio	≤ 5,5 mg/l
Sulfato de Cálcio	≤ 4,3 mg/l
Bicarbonato	24 mg/l
Cloreto de Sódio	≤ 3,0 mg/l

Água 2

Composição química provável (mg/l)

Sulfato de Estrôncio	=	0,02
Sulfato de Cálcio	=	3,40
Sulfato de Magnésio	=	0,99
Bicarbonato de Magnésio	=	1,46
Nitrato de Magnésio	=	0,24
Nitrato de Potássio	=	0,33
Cloreto de Potássio	=	1,09
Cloreto de Sódio	=	15,25
Óxido de Alumínio	=	0,11
Óxido de Silício	=	9,60

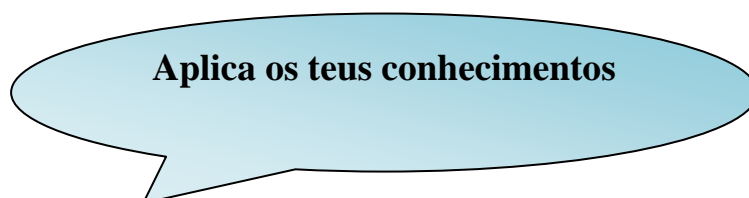
Características Físico-Químicas

pH a 25°C	=	4,5
Temperatura da água na fonte	=	27,0°C
Condutividade elétrica	=	$5,18 \times 10^{-5}$ mhos/cm
Resíduo da evaporação a 180°C	=	23,00 mg/l
Radioatividade na fonte a 20°C e 760 mm/g	=	2,49 manches

7.1 Identifiquem as substâncias comuns nos diferentes tipos de água descritas nos rótulos apresentados.

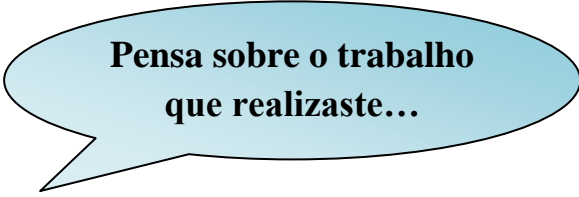
7.2 Atendendo à classificação que fizeram no ponto 4 da tarefa, o que concluem em relação a estas águas quando analisam os seus rótulos?

8. Apresentem as vossas conclusões à turma.



9. Atribuem um título à tarefa.

10. No dia-a-dia ouvem-se comentários como aquele que se enuncia a seguir “...A Água de *Monchique* é uma água pura, cristalina, fortemente mineralizada com teor característico...”.
Terá a palavra “puro” o mesmo significado em Química e na linguagem quotidiana?
Justifiquem a vossa resposta.



**Pensa sobre o trabalho
que realizaste...**

- 11.** Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.

- 12.** Refere o que mudavas se voltasses a realizar a tarefa.

- 13.** Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

- 14.** Indica o que achaste mais interessante.

- 15.** Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na tarefa? ...)

Tarefa 3 - Ciências Físico-Químicas - 7º Ano - Ano Lectivo 2010/2011

Nome _____ N° _____ Grupo n° _____

Turma _____ Data ____ / ____ / ____

1. Observem a seguinte imagem.



2. Identifiquem as propriedades físicas que a Maria, a Sofia e o Rui estão a referir.

3. Pesquisem no manual informação que vos permita comprovar e justificar a resposta dada na questão anterior. Elaborem um texto com essa informação.

4. Leiam com atenção o seguinte texto.

O ano passado, o Guilherme pretendia surpreender e decidiu oferecer uma prenda de anos diferente à sua mãe. Por isso, foi a uma ourivesaria e comprou-lhe um anel de prata. Quando chegou o dia de aniversário ao observar o presente deparou-se com um problema, o anel não tinha a marca de prata no interior e apresentava uma cor escura. Muito aborrecido com a situação dirigiu-se à mãe e explicou-lhe o sucedido. Contudo, surgiu-lhe imediatamente uma questão: “Será que fui enganado?”

5. Prevejam uma resposta para a questão colocada pelo Guilherme.

6. Planifiquem uma actividade que vos permita responder à questão colocada pelo Guilherme.
(Nota: Para vos ajudar na planificação desta tarefa pesquisem informação no vosso manual)

7. Realizem a actividade de acordo com a vossa planificação.

8. Esquematizem e registem o que observaram.

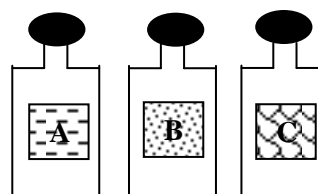
9. Tirem conclusões.

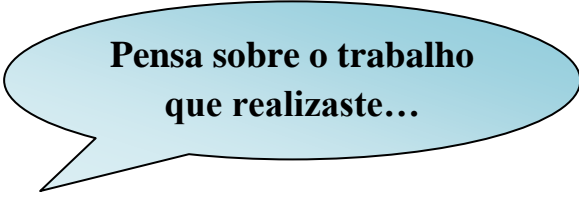
10. Apresentem as vossas conclusões à turma.

Aplica os teus conhecimentos

11. Atribuem um título à tarefa.

12. O Guilherme pretendia usar acetona no laboratório de Química. Dirigiu-se ao armário onde estavam armazenados os reagentes e deparou-se com um problema: três frascos iguais, com líquidos incolores e rótulos ilegíveis como sugerem a figura. Como poderia o Guilherme proceder para identificar qual dos frascos continha a acetona? Justifiquem a vossa resposta.





**Pensa sobre o trabalho
que realizaste...**

- 13.** Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.

- 14.** Refere o que mudavas se voltasses a realizar a tarefa.

- 15.** Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

- 16.** Indica o que achaste mais interessante.

- 17.** Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na tarefa? ...)

Tarefa 4 - Ciências Físico-Químicas - 7º Ano - Ano Lectivo 2010/2011

Nome _____ N° _____ Grupo n° _____

Turma _____ Data ____/____/____

Na Natureza existe uma grande variedade de materiais e a maior parte deles são misturas de substâncias.

O Homem, com o intuito de obter e aproveitar o máximo que a Natureza põe à sua disposição, arranjou processos físicos que lhe permitem separar os componentes de uma mistura.

(Gomes & Ribas, 2008)

1. Pesquisem no manual informação que vos permita descrever uma sequência de processos de modo a separar os componentes das misturas que se apresentam a seguir:

1.1. Azeite + água + areia;

1.2. Limalha de ferro + arroz + pão ralado

2. Leiam com atenção o seguinte texto.

Num dia muito frio e chuvoso de Inverno, a mãe da Teresa ficou constipada porque saiu de casa e não tinha levado chapéu-de-chuva. Ao regressar, a Teresa disse à mãe para se ir secar na sala, junto à lareira, enquanto lhe preparava um chá, para a aquecer. Quando a Teresa foi buscar o açúcar para adoçar o chá da mãe verificou, com aborrecimento, que o seu irmão tinha colocado pimenta no açucareiro. Perante a situação, ficou tão atrapalhada com o erro que deixou cair os alfinetes que tinha na mão dentro do mesmo açucareiro.



3. Elaborem uma questão que a leitura do texto vos sugere.
4. Planifiquem uma actividade que permita dar resposta à vossa questão. (Nota: Para vos ajudar na planificação desta tarefa pesquisem informação no vosso manual)

5. Realizem a actividade de acordo com a vossa planificação.

6. Esquematizem e registem o que observaram.

7. Tirem conclusões.

8. Apresentem as vossas conclusões à turma.



Aplica os teus conhecimentos

9. Atribuem um título à tarefa.

10. Agora que já conhecem algumas técnicas de separação de misturas, elaborem um mapa de conceitos com aquelas que aprenderam na aula.

Tarefa 5 - Ciências Físico-Químicas - 7º Ano - Ano Lectivo 2010/2011

Nome _____ N° _____ Grupo n° _____

Turma _____ Data ____/____/____

1. Leiam com atenção o seguinte texto.

O vinho é, genericamente, uma bebida alcoólica produzida por fermentação do sumo de uva. Na União Europeia, o vinho é legalmente definido como o produto obtido exclusivamente por fermentação parcial ou total de uvas frescas, inteiras, esmagadas ou de mostos.

A constituição química das uvas permite que estas fermentem sem que lhes sejam adicionados açúcares, ácidos, enzimas ou outros nutrientes. Apesar de existirem outros frutos como a maçã ou algumas bagas que também podem ser fermentados, os "vinhos" resultantes são geralmente designados em função do fruto a partir do qual são obtidos, por exemplo vinho-de-maçã, e são genericamente conhecidos como vinhos de frutas. A fermentação das uvas é feita por vários tipos de leveduras que consomem os açúcares presentes nas uvas transformando-os em álcool. Dependendo do tipo de vinho, podem ser utilizadas grandes variedades de uvas e de leveduras.

A aguardente é uma bebida de alto teor alcoólico. Em Portugal, há a aguardente vínica, obtida a partir de vinho. Esta, é muitas vezes envelhecida em pipas de carvalho, tomando então uma coloração amarelada e um sabor e aroma característico, passando a designar-se aguardente velha.

Contudo, persiste uma dúvida: como se pode obter aguardente a partir do vinho?



Adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Vinho>
e <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aguardente>

2. Prevejam uma resposta para a questão colocada no texto.

3. Planifiquem uma actividade que vos permita responder à questão colocada no texto.

4. Realizem a actividade de acordo com a vossa planificação.

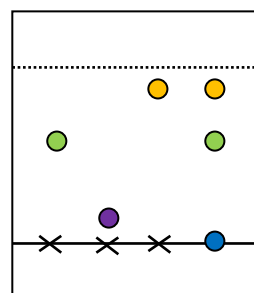
5. Esquematizem e registem o que observaram.

6. Tirem conclusões.

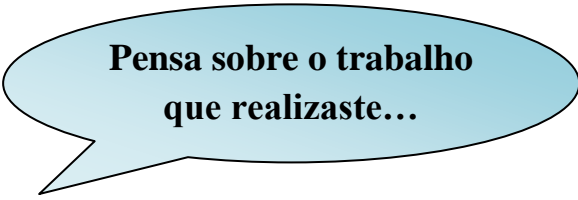
Aplica os teus conhecimentos

12. Atribuem um título à tarefa.

13. Numa aula prática, o Jorge e o Ricardo tiveram de realizar, por indicação do professor, uma cromatografia para analisar uma amostra de uma mistura homogénea líquida que suspeitava ser constituída pelos componentes A, B e C. Perante o cromatograma que obtiveram, o que concluem. Fundamentem a vossa resposta.



A B C Mistura



**Pensa sobre o trabalho
que realizaste...**

14. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.

15. Refere o que mudavas se voltasses a realizar a tarefa.

16. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.

17. Indica o que achaste mais interessante.

18. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros?
Todos os elementos participaram na tarefa? ...)

APÊNDICE B

Planificações

Planificação da aula nº1

Ano: 7ºano **Turma:** 2

Turno: 1

Data: 17/03/2011

Unidade Temática: Terra em transformação: Materiais

Início da aula: 11:50h

Duração: 90 minutos

Assunto: Materiais Naturais e Manufacturados

Competências Específicas	Estratégias		Recursos Didáticos
	Ensino	Avaliação	
<ul style="list-style-type: none">• Conhecer aplicações de alguns materiais.• Classificar os materiais existentes na Terra, utilizando critérios diversificados.• Tomar decisões.• Mobilizar conhecimento científico.• Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita.• Demonstrar perseverança.• Respeitar os colegas e o professor.• Demonstrar seriedade no trabalho.• Demonstrar autonomia.• Partilhar ideias.• Aceitar as decisões do grupo.• Trabalhar cooperativamente.• Explorar o problema através de leituras.• Pesquisar correctamente informação no manual escolar.• Seleccionar informação no manual.• Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara.	<ul style="list-style-type: none">• Análise de materiais.• Realização da tarefa proposta.• Resposta às questões colocadas na tarefa.• Apresentação oral das respostas elaboradas nos diferentes grupos.• Resolução de problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Lista de verificação (competências).	<ul style="list-style-type: none">• Ficha da tarefa• Manual escolar• Quadro e caneta de feltro• Materiais (areia, pedras e sabonete)

<ul style="list-style-type: none">• Estabelecer relações entre conceitos.• Distinguir, a partir da observação, materiais naturais de materiais manufacturados.• Apresentar textos escritos / orais de forma coerente.• Reconhecer que existe uma grande variedade de materiais que nos rodeiam.• Tirar conclusões das tarefas realizadas.• Reflectir sobre o trabalho desenvolvido.			
--	--	--	--

Planificação da aula nº2

Ano: 7ºano **Turma:** 2 **Turno:** 1

Data: 24/03/2011

Unidade Temática: Terra em transformação: Materiais

Início da aula: 11:50h

Duração: 90 minutos

Assunto: Substâncias e Misturas de Substâncias. Misturas Homogéneas e Heterogéneas.

Competências Específicas	Estratégias		Recursos Didáticos
	Ensino	Avaliação	
<ul style="list-style-type: none">• Interpretar textos.• Demonstrar perseverança.• Respeitar os colegas e o professor.• Demonstrar seriedade no trabalho.• Demonstrar autonomia.• Partilhar ideias.• Aceitar as decisões do grupo.• Trabalhar cooperativamente.• Explorar o problema através de leituras.• Pesquisar correctamente informação no manual escolar / dicionário / internet.• Seleccionar informação no manual / dicionário / internet.• Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita.• Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara.• Estabelecer relações entre conceitos.• Mobilizar conhecimento científico.• Tomar decisões.	<ul style="list-style-type: none">• Análise de rótulos.• Realização da tarefa proposta.• Resposta às questões colocadas na tarefa.• Apresentação oral das respostas elaboradas nos diferentes grupos.• Resolução de problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Lista de verificação (competências).	<ul style="list-style-type: none">• Ficha da tarefa• Manual escolar• Computador com ligação à internet• Quadro e caneta de feltro• Rótulos de produtos de consumo: água, leite, sabonete, dentífrico e bolachas.

<ul style="list-style-type: none">• Distinguir substâncias de misturas de substâncias.• Distinguir misturas homogêneas de misturas heterogêneas.• Apresentar textos escritos / orais de forma coerente.• Analisar rótulos.• Reconhecer a importância da leitura cuidada de rótulos.• Compreender que “puro” em Química não tem o mesmo significado que “puro” nos produtos de consumo.• Tirar conclusões das tarefas realizadas.• Reflectir sobre o trabalho desenvolvido.			
---	--	--	--

Planificação da aula nº3

Ano: 7ºano **Turma:** 2

Turno: 1

Data: 31/03/2011

Unidade Temática: Terra em transformação: Materiais

Início da aula: 11:50h

Duração: 90 minutos

Assunto: Propriedades Físicas dos Materiais.

Competências Específicas	Estratégias		Recursos Didáticos
	Ensino	Avaliação	
<ul style="list-style-type: none">• Identificar propriedades físicas que permitem caracterizar as substâncias.• Conhecer que os materiais apresentam propriedades que os permitem distinguir.• Distinguir ponto de fusão de ponto de ebulição.• Explorar o problema através de leituras.• Pesquisar correctamente informação no manual escolar.• Seleccionar informação no manual escolar.• Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita.• Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara.• Estabelecer relações entre conceitos• Mobilizar conhecimento científico.• Tomar decisões.• Planificar experiências / investigações.• Manusear material.• Realizar experiências.• Registrar os resultados.	<ul style="list-style-type: none">• Realização da tarefa proposta.• Resposta às questões colocadas na tarefa.• Apresentação oral das respostas elaboradas nos diferentes grupos.• Resolução de problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Lista de verificação (competências).	<ul style="list-style-type: none">• Ficha da tarefa• Manual escolar• Quadro e caneta de feltro• Material de laboratório:<ul style="list-style-type: none">– provetas– cobre, prata, zinco e chumbo– água destilada• Equipamento:<ul style="list-style-type: none">– balança

<ul style="list-style-type: none">• Recolher evidências.• Tirar conclusões das tarefas realizadas.• Explicar os fenómenos com base em evidências.• Conhecer o conceito de massa volúmica (densidade).• Demonstrar perseverança.• Respeitar os colegas e o professor.• Demonstrar seriedade no trabalho.• Demonstrar autonomia.• Partilhar ideias.• Aceitar as decisões do grupo.• Trabalhar cooperativamente.• Apresentar textos escritos / orais de forma coerente.• Reflectir sobre o trabalho desenvolvido.			
--	--	--	--

Planificação da aula nº4

Ano: 7ºano **Turma:** 2 **Turno:** 1

Data: 07/04/2011

Unidade Temática: Terra em transformação: Materiais

Início da aula: 11:50h

Duração: 90 minutos

Assunto: Separação das Substâncias de uma Mistura: Decantação, Filtração, Cristalização, Peneiração, Hidrogavimetria, Separação Magnética e Extração por solvente.

Competências Específicas	Estratégias		Recursos Didáticos
	Ensino	Avaliação	
<ul style="list-style-type: none">• Explorar o problema através de leituras.• Pesquisar correctamente informação no manual escolar.• Seleccionar informação no manual escolar.• Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita.• Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara.• Estabelecer relações entre conceitos• Mobilizar conhecimento científico.• Tomar decisões.• Interpretar textos• Formular questões.• Planificar experiências / investigações.• Manusear material.• Realizar experiências.• Registar os resultados.• Recolher evidências.• Tirar conclusões das tarefas realizadas.	<ul style="list-style-type: none">• Realização da tarefa proposta.• Resposta às questões colocadas na tarefa.• Apresentação oral das respostas elaboradas nos diferentes grupos.• Resolução de problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Lista de verificação (competências).	<ul style="list-style-type: none">• Ficha da tarefa• Manual escolar• Quadro e caneta de feltro• Reagentes:<ul style="list-style-type: none">– açúcar– pimenta– água destilada• Material de laboratório:<ul style="list-style-type: none">– limalhas de ferro– íman– copo– vareta– funil– papel de filtro– erlenmeyer– vidro de relógio

<ul style="list-style-type: none"> • Explicar os fenómenos com base em evidências. • Demonstrar perseverança. • Respeitar os colegas e o professor. • Demonstrar seriedade no trabalho. • Demonstrar autonomia. • Partilhar ideias. • Aceitar as decisões do grupo. • Trabalhar cooperativamente. • Apresentar textos escritos / orais de forma coerente. • Reflectir sobre o trabalho desenvolvido. 			<ul style="list-style-type: none"> – cristalizador • Equipamento: <ul style="list-style-type: none"> – placa de aquecimento
--	--	--	---

Planificação da aula nº5

Ano: 7ºano **Turma:** 2 **Turno:** 1

Data: 28/04/2011

Unidade Temática: Terra em transformação: Materiais

Início da aula: 11:50h

Duração: 90 minutos

Assunto: Separação das Substâncias de uma Mistura: Destilação Simples, Destilação Fraccionada e Cromatografia.

Competências Específicas	Estratégias		Recursos Didáticos
	Ensino	Avaliação	
<ul style="list-style-type: none">• Interpretar textos.• Planificar experiências / investigações.• Manusear material.• Realizar experiências.• Registar os resultados.• Recolher evidências.• Tirar conclusões das tarefas realizadas.• Explicar os fenómenos com base em evidências.• Mobilizar conhecimento científico.• Tomar decisões.• Formular questões.• Explorar o problema através de leituras.• Pesquisar correctamente informação no manual escolar.• Seleccionar informação no manual escolar.• Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita.• Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara.• Estabelecer relações entre conceitos	<ul style="list-style-type: none">• Realização da tarefa proposta.• Resposta às questões colocadas na tarefa.• Apresentação oral das respostas elaboradas nos diferentes grupos.• Resolução de problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Lista de verificação (competências).	<ul style="list-style-type: none">• Ficha da tarefa• Manual escolar• Quadro e caneta de feltro• Reagentes:<ul style="list-style-type: none">– vinho• Material de laboratório:<ul style="list-style-type: none">– balão de destilação com tubuladura lateral– termómetro– condensador– Alonga– proveta• Equipamento:<ul style="list-style-type: none">– manta de aquecimento

<ul style="list-style-type: none">• Demonstrar perseverança.• Respeitar os colegas e o professor.• Demonstrar seriedade no trabalho.• Demonstrar autonomia.• Partilhar ideias.• Aceitar as decisões do grupo.• Trabalhar cooperativamente.• Apresentar textos escritos / orais de forma coerente.• Reflectir sobre o trabalho desenvolvido.			
---	--	--	--

APÊNDICE C

Lista de Verificação

Lista de Verificação

Legenda: 1- Muito Reduzido; 2 – Reduzido; 3 – Suficiente; 4 – Bom; 5 – Muito Bom

Nome: _____ Nº _____ Grupo: _____

Competências	Competências Mobilizadas	1ª Aula	2ª Aula	3ª Aula	4ª Aula	5ª Aula
Conhecimento	Planificar experiências / investigações					
	Manusear material					
	Realizar experiências					
	Registar os resultados					
	Recolher evidências					
	Tirar conclusões das tarefas realizadas					
	Mobilizar conhecimento científico					
	Explorar o problema através de leituras					
	Pesquisar informação					
Raciocínio	Formular questões					
	Reflectir sobre o trabalho desenvolvido					
	Tomar decisões					
	Explicar os fenómenos com base em evidências					
	Interpretar textos e/ou imagens					
	Estabelecer relações entre conceitos					
Comunicação	Argumentar com base nas evidências recolhidas					
	Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara					
	Apresentar textos escritos / orais de forma coerente					
	Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita					
Atitudes	Demonstrar perseverança					
	Respeitar os colegas e o professor					
	Demonstrar seriedade no trabalho					
	Demonstrar autonomia					
	Partilhar ideias					
	Aceitar as decisões do grupo					
	Trabalhar cooperativamente					

APÊNDICE D

Folha de Auto-Avaliação do Aluno

Ficha de Auto-Avaliação do Aluno

Legenda: 1- Muito Reduzido; 2 – Reduzido; 3 – Suficiente; 4 – Bom; 5 – Muito Bom

Nome: _____ Nº _____ Grupo: _____

Competências	Competências Mobilizadas	1ª Aula	2ª Aula	3ª Aula	4ª Aula	5ª Aula
Conhecimento	Planificar experiências / investigações					
	Manusear material					
	Realizar experiências					
	Registar os resultados					
	Recolher evidências					
	Tirar conclusões das tarefas realizadas					
	Mobilizar conhecimento científico					
	Explorar o problema através de leituras					
	Pesquisar informação					
Raciocínio	Formular questões					
	Reflectir sobre o trabalho desenvolvido					
	Tomar decisões					
	Explicar os fenómenos com base em evidências					
	Interpretar textos e/ou imagens					
	Estabelecer relações entre conceitos					
Comunicação	Argumentar com base nas evidências recolhidas					
	Apresentar os resultados da pesquisa de uma forma clara					
	Apresentar textos escritos / orais de forma coerente					
	Usar correctamente a língua Portuguesa na comunicação oral e escrita					
Atitudes	Demonstrar perseverança					
	Respeitar os colegas e o professor					
	Demonstrar seriedade no trabalho					
	Demonstrar autonomia					
	Partilhar ideias					
	Aceitar as decisões do grupo					
	Trabalhar cooperativamente					

APÊNDICE E

Guião das Entrevistas Semi-Estruturadas

GUIÃO DA ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO

- 1- O que acharam das tarefas? O que modificavam?
- 2- As tarefas contribuíram para aumentar os vossos conhecimentos sobre os Materiais?
De que forma?
- 3- O que aprenderam? Como aprenderam? Que papel desempenharam na realização das tarefas?
- 4- Gostavam de continuar a realizar este tipo de tarefas? Porquê?
- 5- Que dificuldades sentiram na realização das tarefas?
- 6- Ao longo destas aulas como foram as vossas dificuldades? Diminuíram?
Aumentaram?
- 7- O que faziam para ultrapassar as dificuldades?
- 8- Consideram estas tarefas importantes na vossa aprendizagem? Porquê?
- 9- Ao longo das aulas foram sentindo mais à vontade na realização das tarefas? Porquê?
- 10- Que competências adquiriram ao realizar as tarefas?
- 11- Que importância tem a reflexão no final de cada tarefa?
- 12- Tentaram melhorar de uma tarefa para a outra? Como? O que melhoraram?
- 13- O que gostaram mais? O que valorizaram mais? Em que sentido?
- 14- Fizeram a vossa auto-avaliação?
- 15- Qual a importância da auto-avaliação?
- 16- Querem acrescentar mais alguma coisa? Alguma frase conclusiva?