



**Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação  
Universidade de Coimbra**

# **Atividades Experimentais nas Ciências Naturais**

## **Duas abordagens pedagógicas de um tema**

**Dissertação de Mestrado em**

Supervisão Pedagógica e Formação de Formadores

**Maria do Carmo da Silva Barros**

**Coimbra, 2012**





**Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação  
Universidade de Coimbra**

## **Atividades Experimentais nas Ciências Naturais**

### **Duas abordagens pedagógicas de um tema**

Dissertação de Mestrado em *Supervisão Pedagógica e Formação de formadores*, apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra e realizada sob orientação das Professoras Doutoradas Maria Helena Lopes Damião da Silva e Maria Augusta Vilalobos Pereira do Nascimento.

**Maria do Carmo da Silva Barros**

**Coimbra, 2012**



O trabalho acadêmico que agora apresentamos, ainda que materializado a uma escala de investigação reduzida, envolveu a compreensão e colaboração de várias pessoas a quem fazemos questão de agradecer de forma especial:

Às Professoras Doutoradas Maria Helena Damião da Silva e Maria Augusta Nascimento pelo acompanhamento prestado, pela disponibilidade, e pelo sentido de crítico,

À minha Família que me encorajou e estimulou valorizando o meu empenho,

Aos meus Colegas e Amigos que me incentivaram e apoiaram no que foi necessário,

Aos meus Alunos que estiveram envolvidos no estudo empírico, parte fundamental desta dissertação de Mestrado.



# Índice

<b>Resumo</b> .....	11
<b>Introdução</b> .....	13
<b>Capítulo 1 - As atividades experimentais no currículo do 3.º ciclo do ensino básico</b> .....	17
<b>1.1.</b> Da revisão curricular de 1991 à de 2001 .....	17
<b>1.2.</b> As metas de aprendizagem e as novas modalidades curriculares .....	31
<b>Capítulo 2 - Quadro de leitura do ensino das ciências com abordagem experimental</b> .....	39
<b>2.1.</b> Conceção vigente sobre o ensino das ciências .....	39
<b>2.2.</b> Clarificação terminológica .....	53
<b>Capítulo 3 - Planificação da investigação</b> .....	67
<b>3.1.</b> Apresentação da problemática .....	68
<b>3.2.</b> Problema e objetivos do estudo.....	74
<b>3.3.</b> Procedimento.....	75
<b>Capítulo 4 - Apresentação de resultados e sua análise</b> .....	83
<b>4.1.</b> Resultados para os grupos A e B no pré e pós-teste .....	85
<b>4.2.</b> Comparação geral de resultados obtidos no pré e pós-teste.....	88
<b>Conclusão</b> .....	93
<b>Bibliografia</b> .....	101
<b>Anexos</b> .....	107



## Índice de quadros, figuras e gráficos

### Quadros

<b>Quadro I</b> - Planificação do tema “A Terra e a sua História” Programa de Ciências Naturais para o 3.º ciclo (DGEBS, 1991) .....	19
<b>Quadro II</b> - Relação entre os diversos domínios definidos para o ensino das ciências, as experiências educativas e os objetivos .....	23
<b>Quadro III</b> - Relação entre as experiências de aprendizagem e os tipos de atividades práticas	26
<b>Quadro IV</b> - Competências e sua relação com algumas experiências de aprendizagem para o conteúdo “A Terra conta a sua história: os fósseis e sua importância para a reconstituição da história da Terra” .....	30
<b>Quadro V</b> - Finalidades para as atividades práticas laboratoriais segundo Lunetta, 1991 .....	44
<b>Quadro VI</b> - Classificação das atividades experimentais e sua caracterização (adaptado de Santos 2002).....	61
<b>Quadro VII</b> – Grau de abertura das atividades laboratoriais/experimentais segundo Hofstein (1991) e Tamir (1991), adaptado de Sequeira (2001) .....	65
<b>Quadro VIII</b> - Relação entre eventos de instrução e aprendizagem em contexto de aula (Gagné, 1988, 182, adaptação por Damião & Viães, 2009) .....	70
<b>Quadro IX</b> - Calendarização da aplicação do estudo, no grupo A e no grupo B .....	77
<b>Quadro X</b> - Itens do pré-teste e respetivos objetivos .....	81
<b>Quadro XI</b> - Comparação de respostas certas para as questões de 1 a 7, nos grupos A e B.....	85
<b>Quadro XII</b> - Comparação de respostas certas para as questões de 1 a 7, nos grupos A e B no pós-teste.....	87
<b>Quadro XIII</b> - Comparação de respostas certas à questão 8, nos grupos A e B no pós-teste....	87
<b>Quadro XIV</b> - Comparação de respostas certas para as questões de 1 a 7, no grupo experimental e no grupo de controlo.....	89
<b>Quadro XV</b> - Comparação de resultados no item 8, no GA e GB .....	89

<b>Quadro XVI</b> - Análise comparativa dos resultados obtidos nos dois grupos de alunos relativamente ao item n.º 9 no pré e pós-teste .....	90
---	----

## **Figuras**

<b>Figura 1</b> - Dimensões para o ensino das ciências, segundo Hodson (1998) .....	40
<b>Figura 2</b> - Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (Leite, 2001).....	56
<b>Figura 3</b> - Relação entre trabalho prático, laboratorial e experimental (Santos 2002).....	58
<b>Figura 4</b> - Dimensão do conhecimento e do processo cognitivo, adaptado de Anderson e Krathwohl, 2001 .....	72

## **Gráficos**

<b>Gráfico 1</b> - Níveis atribuídos na disciplina de Ciências Naturais no grupo A e no grupo B.....	79
<b>Gráfico 2</b> - Número de rapazes e raparigas nos grupos A e B.....	79
<b>Gráfico 3</b> - Idades dos alunos dos grupos A e B .....	80
<b>Gráfico 4</b> - Respostas do pré-teste ao item: “Onde está escrita a história da Terra” .....	84
<b>Gráfico 5</b> - Procedimento a ter quando se encontra um fóssil: dados dos grupos A e B.....	86
<b>Gráfico 6</b> - Comparação de resultados sobre o item perceção dos alunos sobre a ECV .....	86
<b>Gráfico 7</b> - Resultados obtidos no pós-teste nos grupos A e B no item n.º 9 .....	88

## Resumo

A dissertação de Mestrado Académico que intitulámos *Atividades experimentais nas Ciências Naturais: Duas abordagens pedagógicas de um tema*, incide na leção do conteúdo *A Terra conta a sua história - Processos de fossilização*, que integra o programa da disciplina do 3.º Ciclo do Ensino Básico.

Para enquadrar e esclarecer a problemática, como suporte heurístico para o trabalho empírico, procedemos a uma recolha e sistematização das orientações normativo-legais e curriculares veiculadas nas reformas educativas para o ensino das ciências, com particular destaque para as ciências naturais. Nelas se destaca a importância e a obrigatoriedade da realização de atividades experimentais, as quais são, no entanto, frequentemente consideradas atividades práticas e confundidas com elas. Assim sendo, considerámos relevante clarificar conceitos envolvidos no ensino das ciências, expondo, de seguida, perspetivas de diversos autores de referência em torno da conceptualização desse ensino e das abordagens pedagógico-didáticas, tendo-se percebido uma acentuada falta de consenso teórico.

Em termos empíricos, centrando-nos na *estratégia de controlo de variáveis* aplicável às atividades experimentais, empreendemos um estudo com o qual procurámos testar a eficácia, em termos de aprendizagem, de duas abordagens pedagógico-didáticas distintas: a “instrução direta” e a “aprendizagem pela descoberta”. Tais abordagens foram usadas na leção do tema acima referido em dois grupos equivalentes de alunos: o primeiro recebeu indicações claras e precisas, quer sobre o conteúdo em estudo, quer sobre a pertinência de se controlarem variáveis quando se realizam atividades de carácter experimental; o segundo apenas recebeu algumas sugestões. Ambos os grupos foram sujeitos a pré-teste e a pós-teste.

Os dados recolhidos indicam que o grupo sujeito a “instrução direta” conseguiu uma alteração de resultados académicos mais significativa, quer relativamente à aquisição de conhecimentos quer sobre o conhecimento da importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais, embora neste último aspeto a melhoria não fosse tão expressiva.

Deste estudo decorrem implicações para a organização e supervisão do ensino e formação de professores.

### Palavras-chave

Ensino das ciências; Orientações Curriculares; Atividade prática; Atividade experimental; Instrução direta; Aprendizagem por descoberta.

## Abstract

The current work, entitled *Experimental activities in natural sciences: two pedagogic approaches to a topic*, focuses on the content *The Earth tells its story – Fossilization Processes*, that makes part of the natural sciences intermediate curriculum.

To situate and clarify the issue, as a heuristic support for the empirical work, we made a collection and systematization of legal and curriculum guidelines conveyed in educational reforms to science education, with particular emphasis on the natural sciences. These conclusions highlight the importance and obligation of performing experimental activities, which are, however, often considered practical activities and confused with them. Therefore, we considered relevant to clarify some concepts inherent to this subject, and we exposed afterwards, the perspectives of several authors of reference considering the conceptualization of teaching and pedagogical-didactic approaches. As a result, we noticed that there's a real lack of theoretical consensus.

In empirical terms, focusing on the *control strategy variables* applicable to experimental activities, we undertook a study which sought to test the effectiveness of two distinct pedagogical-didactic approaches: a "direct instruction" and "learning by searching." Such approaches were used in the above theme and with two similar groups of students: the first received clear and accurate instructions, not only about the content in that study, but also about the relevance of controlling variables when performing experimental activities; the second just received some suggestions. Both groups were submitted to a pre-test and to a post-test.

The data collected indicate that the group submitted to "direct instruction" got better school results, either with regard to knowledge acquisition or to knowledge about the importance of controlling variables in experimental activities, although they were not so good in this last aspect.

This study brings benefits for the organization and supervision of teaching and teachers' life-long learning.

### Keywords

Science teaching; Curriculum Guidelines; Practical activity; Experimental activity; Direct instruction, Learning by searching.

## **Introdução**

“Não se deve experimentar à toa. Uma atividade experimental deve começar pela formulação de uma questão, o mais simples e precisa possível, que o docente coloca ou ajuda a colocar.”

Carlos Fiolhais, 2012, 6.

A dissertação que apresentamos e que designamos de *Ensino experimental das ciências – duas abordagens pedagógicas de um tema*, foi desenvolvida no âmbito do Mestrado de Supervisão Pedagógica e Formação de Formadores, da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra e realizada sob a orientação das Professoras Doutoradas Maria Helena Lopes Damião da Silva e Maria Augusta Vitalobos Pereira do Nascimento.

Trata-se de um trabalho em que procurámos apresentar uma perspetiva curricular das últimas reformas no ensino, com maior ênfase no das ciências e relacionado com as atividades experimentais. Complementarmente, explorámos diversas perspetivas teóricas que se organizaram em torno do ensino experimental.

A nossa contribuição mais relevante em termos de conhecimento académico, ainda que com muitas limitações que lhe reconhecemos, situa-se no estudo empírico que realizámos para comparar, em termos de eficácia, duas abordagens pedagógico-didáticas distintas: a “instrução direta” e a “aprendizagem pela descoberta”.

Como professora do ensino básico a lecionar a disciplina de ciências naturais, entendemos que a questão da eficácia metodológica reveste-se do maior interesse, necessitando esclarecimento, para o que se requer investigação pedagógica. Efetivamente, em torno deste assunto têm-se produzido muitos discursos e realizados muitos debates, nem sempre assentes nos mesmos pressupostos nem conduzidos pela mesma objetividade.

A perspetiva de que partimos visa apresentar uma panorâmica do que foi estabelecido para a educação básica ao longo das duas últimas décadas e que se refletiu na filosofia ao ensino das ciências, nomeadamente da sua vertente experimental, que tem sido fortemente recomendada.

Na década de noventa do século XX, a publicação do Programa das ciências naturais do 3.º ciclo, incluído no documento *Organização Curricular e Programas*, evidenciou as finalidades e objetivos, conteúdos, linha metodológica geral e critérios de avaliação, sendo que recomendava que as atividades experimentais assumissem um espaço importante no trabalho que o professor desenvolvia com os seus alunos. Com a publicação do *Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem*, para as ciências naturais, emanado pela Direção-Geral do Ensino Básico e Secundário (DGEBS), foi apresentado e especificado um conjunto de propostas de trabalho que, embora não assumindo uma função normativa, elucidavam o professor sobre a articulação entre as várias componentes curriculares.

A par destas orientações curriculares a investigação sobre o ensino das ciências passava, também, por diversas reflexões, algumas decorrentes de investigação. Foram promovidos diversos encontros, seminários, em que o ensino experimental foi objeto de debate, tanto no ensino básico como no ensino secundário, embora neste assumisse um maior impacto.

Na década seguinte nova reforma curricular foi promovida e com ela se pretendeu, entre outros aspetos, dar maior destaque à vertente do ensino experimental, mas a redução do número de horas letivas atribuída às ciências naturais, associada a um extenso programa, constituíram duas fortes barreiras à sua implementação. Foi facultada ao professor a possibilidade de gerir o elenco temático da disciplina, devendo, para tal, ter em conta a realidade e o contexto dos seus alunos.

As *Orientações Curriculares*, surgidas neste âmbito, tornaram-se o documento principal para guiar o ensino das ciências. Elaboradas para as disciplinas, de físico-química e ciências naturais, exibiam uma resolução inovadora na apresentação dos temas e das experiências de aprendizagem, quebrando assim com o conceito de programas estruturados fornecedores de indicações objetivas acerca do essencial.

A investigação envolvendo as atividades experimentais assumiu um lugar de destaque nesta época. Os estudos, então publicados, mostravam a importância dada, pelos professores, à sua realização sendo, por estes consideradas como um meio de fomentar a curiosidade, o interesse e a motivação dos alunos servindo também de apoio à compreensão dos conteúdos e processos científicos. Referidas, por muitos, como fundamentais no desenvolvimento da literacia científica, às atividades experimentais, atribuíam-se a vantagem de desenvolver a capacidade de observação, manuseamento de materiais e acima de tudo promover a resolução e a discussão de problemas ligados ao mundo natural.

Também se discutia a relação entre ciência escolar e ciência real que se realiza nos laboratórios, entendendo uns ser fundamental aproximar uma da outra, e outros sublinhando que existem propósitos distintos das duas abordagens, que os intervenientes devem ter bem presentes.

A disciplina de ciências naturais do 3.º ciclo desde a reforma curricular de 1991 integrou conteúdos de biologia e geologia. Transparecia nos documentos curriculares a preocupação de os alunos possuírem conhecimento científico nestas duas áreas, destacando-se, no entanto a necessidade de serem familiarizados com os métodos e processos usados na ciência real. Estes dois propósitos, conhecimentos e processos, deveriam ser alargados a toda a escolaridade básica contribuindo as atividades experimentais para a sua concretização.

Contudo, o modo de conceber, planificar, implementar e avaliar estas atividades suscitava interpretações diferentes entre os professores, muito relacionadas com as conceções que cada um possuía acerca do que estas significavam e a forma como podiam ser realizadas, uma vez que, por parte da tutela, não foram disponibilizadas indicações concretas que pudessem servir de referencial.

Depois desta breve resenha, passamos a sistematizar o nosso projeto de investigação, que está organizado em quatro capítulos.

No **primeiro capítulo**, intitulado *As atividades experimentais no currículo do 3.º ciclo do ensino básico*, expomos o enquadramento normativo-legal, curricular e programático das últimas reformas educativas e esclarecemos o lugar das atividades expe-

rimentais, com destaque no tema *A Terra conta a sua história*. Apresentamos uma breve retrospectiva sobre as recomendações veiculadas por esses documentos e caracterizamos, em traços gerais, a reforma do ensino de 1991 e as linhas orientadoras da que foi iniciada em 2001. Ao terminar este capítulo referimos as últimas deliberações do Ministério da Educação e Ciência para o ensino em geral e para as ciências em particular.

No **segundo capítulo**, designado *Quadro de leitura do ensino das ciências com abordagem experimental*, damos ênfase às concepções vigentes sobre o ensino das ciências e traçamos um quadro teórico relacionado com as atividades experimentais. Iniciamos com a apresentação das perspectivas de diversos investigadores sobre a importância do ensino das ciências naturais. Continuando, referimos recomendações acerca do que se deve privilegiar nesse ensino. Ainda neste capítulo procuramos clarificar conceitos e apresentamos algumas considerações de autores de referência nesta temática.

Considerando que os normativos da tutela, para o ensino das ciências naturais no 3.º ciclo, apelam para metodologias experimentais, em termos de investigação empírica, pretendemos comparar duas abordagens pedagógico-didáticas, no sentido de avaliar o seu nível de eficácia, em termos de aprendizagem.

Assim, no **terceiro capítulo**, *Planificação da investigação*, apresentamos e descrevemos a investigação que realizámos: procedemos à sua contextualização, indicamos a metodologia usada, caracterizamos os grupos envolvidos e descrevemos os instrumentos de trabalho e de recolha de dados.

No **último capítulo**, *Apresentação de resultados e sua análise*, expomos a forma como os dados foram tratados e os resultados a que nos foi possível chegar, analisando-os à luz da contribuição curricular e teórica. Trata-se de resultados que confirmam a eficácia, em termos de aprendizagem, da abordagem designada por “instrução direta”.

No final, integramos a **Conclusão** que retoma algumas ideias dos dois primeiros capítulos para discutirmos os resultados obtidos. Aqui apresentamos também alguns aspetos que condicionaram o nosso estudo e algumas sugestões para novos estudos relacionados com a temática.

## **Capítulo 1**

### **As atividades experimentais no currículo do 3.º ciclo do ensino básico**

“O sistema educativo responde às necessidades resultantes da realidade social, contribuindo para o desenvolvimento harmonioso da personalidade dos indivíduos, incentivando a formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários e valorizando a dimensão humana do trabalho.”

Lei de Bases do Sistema Educativo, Lei n.º 46 de 1986

Neste capítulo inicial damos conta do impacto das últimas reformas educativas nas orientações curriculares para o ensino das ciências naturais no quadro do 3.º ciclo da escolaridade básica, com especial incidência no ensino experimental uma vez que constitui o objetivo central do nosso estudo.

#### **1.1. Da revisão curricular de 1991 à de 2001**

Na sequência da publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo – Lei n.º 46/86 de 14 de outubro – o Ministério da Educação criou um grupo de trabalho para proceder à Reforma Curricular do Ensino Básico e Secundário, que ficou consignada no Decreto-Lei n.º 286/89.

De acordo com o estipulado nessa Lei, a reforma curricular, publicada em 1991, introduziu a lógica da hierarquização vertical dos conhecimentos ao longo dos três ciclos da escolaridade básica, no sentido de favorecer a sua consolidação e aprofundamento progressivos. Para além disso, apelou a que o ensino fosse orientado por três di-

mensões: formação pessoal (nas vertentes individual e social), aquisição de saberes/capacidades fundamentais e habilitação para o exercício da cidadania responsável.

No documento que materializou essa reforma, *Organização Curricular e Programas* (1991), da responsabilidade da Direção-Geral do Ensino Básico e Secundário, salientava-se a importância do ensino das ciências e a preocupação em dar a todos os jovens uma “educação que lhes seja útil num mundo necessariamente muito diferente do atual” (p. 207).

Com esta reforma foram introduzidas duas alterações significativas na disciplina de ciências naturais: deixou de ser lecionada nos três anos que compõem o 3.º ciclo para passar a ser lecionada apenas nos 7.º e 8.º anos e no seu programa foram incluídos conteúdos de geologia.

A par destas alterações procedeu-se à criação de uma área curricular disciplinar que agrupou as disciplinas de ciências naturais e físico-química. Apesar desta agregação as duas disciplinas apresentavam programas distintos.

O documento *Organização Curricular e Programas* reuniu os programas de diversas disciplinas, incluindo o das ciências naturais. Aí se encontravam as finalidades e objetivos, conteúdos, linha metodológica geral e critérios de avaliação. Paralelamente, em setembro de 1993 foi publicado o *Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem*, para as ciências naturais que, de uma forma mais detalhada, especificava um conjunto de sugestões de trabalho a desenvolver pelos docentes.

No documento curricular acima referido, *Organização Curricular e Programas*, foram apresentadas dez finalidades para a condução do ensino na disciplina de ciências naturais no 3.º ciclo, liderando a lista as seguintes: “Sensibilizar para a importância da atividade experimental na elaboração de estruturas conceituais” e “Desenvolver uma metodologia experimental na abordagem dos problemas que facilite a compreensão do mundo natural e tecnológico em que vivemos” (p. 209).

Salientava-se, pois, a importância da componente experimental das ciências: as atividades experimentais surgiam não apenas como objetivos mas também como sugestão metodológica. Nesta última perspetiva foi recomendado um aumento gradual da sua formalização, isto é, proporcionando desde tarefas mais simples até às mais complexas,

permitindo, ao aluno, a estruturação conceptual, “tomando como ponto de partida os seus conhecimentos prévios” (p. 218).

No entanto, a ênfase atribuída às atividades experimentais haveria de se confrontar, desde o início, com vários problemas. Um dos mais evidentes relaciona-se com a multiplicidade de entendimentos de expressões como, “atividades de laboratório”, “atividades experimentais” ou “atividades de campo”, porquanto todas remetem para a exploração mais prática de temas incluídos no programa. A confusão conceptual que geraram e que se tem mantido ao longo do tempo, apesar de se ter sempre procurado uma clarificação de conceitos, ainda hoje orienta discussões e alimenta alguma controvérsia.

Outro problema ligado às atividades experimentais é a formação dos professores: se aos do ensino secundário foram proporcionadas ações direcionadas para o ensino experimental das ciências, tendo-se publicado diversos materiais de apoio, aos do ensino básico não se lhes foi fornecida orientação equivalente.

Apesar de se considerar que o ensino das ciências deve contemplar uma forte componente experimental, para o tema que escolhemos explorar na parte empírica - *A Terra e a sua História* -, no documento *Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem*, essa componente não se encontra contemplada, conforme se pode constatar pela recolha de informação sistematizada no quadro I.

**Quadro I** - Planificação do tema “A Terra e a sua História” Programa de Ciências Naturais para o 3.º ciclo (DGEBS, 1991)

Conteúdos	Objetivos	N.º aulas previstas	Observações/sugestões metodológicas	Termos/conceitos
<p><b>A Terra e a sua História</b></p> <p>1. Documentos que permitem conhecer a História da Terra.</p> <p>2- Os fósseis como indicado-</p>	<p>Reconhecer a importância dos fósseis para a reconstituição da História da Terra</p>	<p>10</p>	<p>- Se na região existirem afloramentos de rochas fossilíferas, é importante efetuar uma <u>recolha de fósseis</u> com os alunos. A <u>visita a um museu</u> ou a <u>consulta de livros</u> permite a <u>pesquisa de dados sobre o material recolhido</u>.</p> <p>- <u>Preparar moldes</u> de conchas e outro material proveniente de organismos vivos. <u>Discutir os resultados</u> obtidos de modo a esclarecer a origem de alguns fósseis.</p> <p>- <u>Utilização de “calendários”</u> em que a História da Terra se referencia a curtos períodos de tempo, permitem sensibilizar para a duração relativa dos acontecimentos e consequente importância dos fósseis.</p> <p>- <u>Análise de quadros</u> onde constem as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento de certos organismos</p>	<p>Fóssil</p>

res da idade e de ambientes			fósseis, concluindo da sua importância como indicadores de ambiente.  - <u>Concluir</u> de antigas condições climáticas pelo aparecimento em certas áreas, de fósseis de organismos semelhantes a outros que, atualmente, só encontramos em áreas bem definidas (por exemplo conchas de moluscos marinhos ou recifes coralígenos...). É de bom senso não aprofundar estes assuntos, apenas se pretende a compreensão dos fósseis como possíveis pistas para o conhecimento do passado da Terra.	
-----------------------------------	--	--	---	--

Efetivamente, sugestões metodológicas como, “recolher fósseis”, “visitar um museu”, “preparar moldes”, “analisar quadros”, entre outras, não remetem para qualquer atividade de cariz experimental.

Após dez anos de vigência das diretrizes presentes nos documentos a que nos referimos - *Organização Curricular e Programas e Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem* -, uma nova reforma curricular foi apresentada no Decreto-lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro. Este diploma legal surgiu acompanhado de alguns normativos que se mantiveram vigentes até o final de 2011.

Nesse Decreto-lei esclarece-se que a proposta à revisão do currículo, tinha como objetivos “assegurar uma escolaridade básica a todos os alunos e constituir o início de um processo de formação a desenvolver ao longo da vida”, “proporcionar uma atenção especial a situações de exclusão”, bem como, “desenvolver um trabalho de clarificação de exigências quanto às aprendizagens cruciais e aos modos como as mesmas se deveriam processar”.

Esse documento veio também modificar a ideia de currículo entendido, até à data, como um conjunto de conteúdos a cumprir uniformemente por todas as escolas. Em alternativa, conferiu-se-lhes a possibilidade de apresentarem o seu projeto de gestão flexível do currículo. O próprio desenho curricular, nele constante, assim o induzia, ao indicar a distribuição da carga horária, por áreas disciplinares. A gestão do número de horas a atribuir a cada uma das disciplinas que integravam essas áreas era definida de acordo com as necessidades e interesses da comunidade escolar. Acrescente-se ainda a possibilidade da oferta educativa, em termos disciplinares, poder diferir de escola para escola.

Adjunto ao referido Decreto-lei, o documento *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais*, publicado em 2001, estabeleceu um conjunto de competências estruturantes, designadas de gerais, transversais e específicas, estas últimas para cada área disciplinar. Também exemplifica o tipo de experiências educativas a proporcionar a todos os alunos. Desejava-se, com a publicação deste documento, criar uma referência nacional para a construção do *Projeto Curricular de Turma* e do *Projeto Curricular de Escola*, previstos no Decreto-lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, possibilitando-se o desenvolvimento da autonomia das escolas.

Além disso, o *Currículo Nacional* introduziu uma mudança no modelo de orientações vigentes para o ensino: de programas por disciplina e ano de escolaridade, com conteúdos e objetivos bem explícitos e respetivas indicações metodológicas, para um conjunto de competências a desenvolver ao longo dos três ciclos do ensino básico, articuladas com diferentes tipos de experiências educativas, por área disciplinar.

A publicação deste documento apontava, pois, para uma alteração conceptual na forma de estruturar o ensino. Esta ideia tornou-se mais evidente em determinadas práticas a executar pelos professores, por exemplo na elaboração de planificações e na avaliação da aprendizagem que deveriam deixar de se conduzir por objetivos e passarem a ser conduzidas por competências.

Esta opção levantou, desde logo, um problema: não sendo clara a noção de “competência”, suscitou entre os professores diversas interpretações, nunca ficando esclarecida a sua relação com a noção de objetivos (Damião e Festas, 2011).

Ainda assim, e para melhor se perceber a orientação curricular em vigor na última década, fazemos alusão às competências gerais para todo o ensino básico, omitiremos as transversais e deter-nos-emos nas específicas para as ciências com focagem especial nas que se relacionam com o objeto no nosso estudo empírico.

As competências gerais, em número de dez, são as que se seguem:

- 1) Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano;
- 2) Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar;

- 3) Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio;
- 4) Usar línguas estrangeiras para comunicar adequadamente em situações do cotidiano e para apropriação de informação;
- 5) Adotar metodologias personalizadas de trabalho e de aprendizagem adequadas a objetivos visados;
- 6) Pesquisar, selecionar e organizar informação para a transformar em conhecimento mobilizável;
- 7) Adotar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões;
- 8) Realizar atividades de forma autónoma, responsável e criativa;
- 9) Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns;
- 10) Relacionar harmoniosamente o corpo com o espaço, numa perspetiva pessoal e interpessoal promotora da saúde e da qualidade de vida.

---

(ME/DEB, 2001, p 15)

Delineadas com base nos pressupostos da Lei de Bases do Sistema Educativo (1986), estas competências deveriam ser desenvolvidas, em convergência, em todas as áreas curriculares. Para cada competência foi apresentada a respetiva operacionalização que deveria assumir um carácter transversal. O modo como cada área curricular iria proceder a essa operacionalização deveria ser explicitado e ter em consideração o contexto de aprendizagem do aluno. É ainda referido um conjunto de ações a desenvolver por cada professor para atingir as competências gerais e transversais.

Como se terá percebido, esta reforma dá continuidade ao conceito de “área curricular”, propósito que surge reforçado nas ciências físicas e naturais, materializando-se com a apresentação de diretrizes comuns para as disciplinas de ciências naturais e físico-química, integradas em documentos comuns.

Para além da aproximação entre disciplinas o *Currículo Nacional*, perspetiva uma ligação entre os 3 ciclos do ensino básico, mantendo em comum os grandes temas a tratar ao longo deste percurso de escolaridade, sempre numa lógica de aprofundamento em espiral de conhecimentos previamente adquiridos. Esta intenção já era previsível com as alterações introduzidas na anterior reforma curricular, nomeadamente com a criação da “área curricular disciplinar”.

A par de outras mudanças, como a criação de “áreas curriculares não disciplinares”, foi introduzida a **obrigatoriedade do ensino experimental** das ciências. Para se concretizar esta medida foram concebidas condições favoráveis ao desenvolvimento da prática experimental, sendo, nomeadamente, permitido o desdobramento de turmas que integrassem quinze ou mais alunos.

No que respeita às competências específicas, para a área das ciências físicas e naturais, estas visavam promover a literacia científica dos alunos ao longo do 3.º ciclo e abrangiam diferentes domínios, tais como o conhecimento, o raciocínio, a comunicação e as atitudes.

Para se atingirem estas competências foram apresentadas algumas experiências educativas, que constituíam exemplos, quanto ao conteúdo, sequencialidade, e quanto à importância que cada uma assume nos domínios mencionados.

O quadro II sintetiza os referidos domínios, as sugestões de experiências educativas, bem como o que com elas se pretendia alcançar.

**Quadro II** - Relação entre os diversos domínios definidos para o ensino das ciências, as experiências educativas e os objetivos

Domínio		Experiências educativas	Objetivos
Conhecimento	Substantivo	Análise e discussão de evidências e situações problemáticas.	Adquirir conhecimento científico para interpretar e compreender leis e modelos científicos.
	Processual	Realização de pesquisa bibliográfica. Observação e execução de experiências Avaliação de resultados. Planeamento e realização de investigações. Elaboração e interpretação de representações gráficas.	
	Epistemológico	Análise e debate de relatos de descobertas científicas.	Confrontar as explicações científicas com as do senso comum, a arte e a religião.
Raciocínio	Situações de aprendizagem baseadas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalizações e deduções.		Promover o pensamento de forma criativa e crítica, relacionando evidências e explicações, confrontando diferentes perspectivas de interpretação científica.

Comunica- ção	Recurso à linguagem científica usando fontes de informação diversificadas, com distinção do essencial do acessório. Partilha de informação e apresentação de resultados de pesquisa recorrendo às novas tecnologias de informação.	Desenvolver a capacidade de expor ideias, defesa e argumentação, o poder de análise e síntese, produção de textos escritos e/ou orais.
Atitu- des	Apela-se ao desenvolvimento de atitudes inerentes ao trabalho em Ciência: curiosidade, perseverança, seriedade.	Apreciar e respeitar a estética e a beleza dos objetos e dos fenômenos naturais.

ME/CNEB, 2001, p. 132

Neste quadro, no domínio das experiências educativas, identificam-se diretrizes favorecedoras do ensino experimental, por exemplo, em termos processuais é explícito o *planeamento e realização de investigações*.

Será que as diretrizes apresentadas no *Currículo Nacional* se retomam com maior substancialidade nas *Orientações Curriculares* definidas para as ciências naturais? A esta questão tentaremos dar resposta ao analisarmos as competências específicas e as *Orientações Curriculares* para as ciências naturais.

Na sequência do estabelecido no Decreto-lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, são designadas as **competências específicas** para a área curricular das ciências físicas e naturais, bem como a importância desta área na preparação dos alunos para a sua vida futura.

Na introdução ao *Currículo Nacional* enfatiza-se a disparidade entre os conteúdos de ensino e as necessidades de aprendizagem dos alunos, apelando-se para uma maior aproximação a estas. Retomam-se, também, os princípios que originaram a criação da área curricular disciplinar de ciências físicas e naturais, em 1991. Assim, reforça-se a ideia de preparar os jovens para um mercado de trabalho globalizante onde a mudança tecnológica acelerada exige dos indivíduos uma preparação científica mais abrangente, em diversas áreas. Pretende-se ainda, dotá-los de uma capacidade de comunicação, de aprendizagem ao longo da vida e de flexibilidade. Salienta-se, ainda, que estes aspetos não se coadunam num ensino das ciências compartimentado, com segregação de conteúdos.

O dito documento destaca a importância dos temas abordados nas disciplinas de ciências, considerados de interesse geral. Salienta que é função da escola dar-lhes significado e explicação antecipando-se aos *média* nesta tarefa. Evidencia que o desenvolvi-

mento tecnológico da sociedade, aliado ao desenvolvimento da ciência, é responsável não só pela transformação do ambiente natural, mas também pela forma do pensamento humano. Os processos que a ciência usa (o inquérito, a resolução de problemas e a comunicação) darão um excelente contributo para o desenvolvimento do indivíduo.

Refere-se ainda, no documento, que cabe ao professor de ciências o papel de sistematizar o conhecimento científico, de acordo com o nível etário dos alunos, e reitera-se a importância do ensino das ciências numa educação básica para todos, que possa ser aprofundada no ensino secundário. Assim, o ensino das ciências, no quadro de escolaridade em que nos detemos, deve proporcionar a possibilidade 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;
- Questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da ciência e da tecnologia no nosso ambiente na nossa cultura em geral.

---

ME/CNEB, 2001, p. 129

Para além destas grandes finalidades, o mesmo documento indica os procedimentos a adotar para que os alunos consigam procurar explicações fiáveis sobre o mundo e sobre eles próprios. Desta forma pretende-se desenvolver as capacidades de:

- Analisar, interpretar e avaliar evidência recolhida diretamente, quer a partir de fontes secundárias;
- Conhecer relatos de como ideias importantes se divulgam e foram aceites e desenvolvidas ou foram rejeitadas e substituídas;
- Reconhecer que o conhecimento científico está em evolução permanente, sendo um conhecimento inacabado;
- Aprender a construir argumentos persuasivos a partir de evidências;
- Discutir sobre um conjunto de questões pertinentes envolvendo aplicações da ciência e das ideias científicas e problemas importantes para a vida na Terra;
- Planear e realizar trabalhos ou projetos que exijam a participação de áreas científicas diversas, tradicionalmente mantidas isoladas.

---

ME/CNEB, 2001, p. 130

São ainda apresentadas experiências de aprendizagem, que sistematizamos no quadro III.

**Quadro III** - Relação entre as experiências de aprendizagem e os tipos de atividades práticas

Experiências de aprendizagem	Tipo de atividade de prática	Instrumentos de registo	Materiais a usar	Outros aspetos
Observar o meio envolvente.	Saídas de campo.	Roteiros de observação; diários de campo; Instrumentos de registo simples.	Bússola, lupa, cronómetro, termómetro, martelo de geólogo, sensores.	
Recolher e organizar material.	Recolha de material – saída de campo. Seleção de informação.	Construção de um portfólio onde se registre todas as etapas da recolha à organização de material.	Material natural: biológico ou geológico recolhido. Outro material.	OB: Quando se tratar de recolha no meio ambiente não danificar os locais de recolha.
Planificar e desenvolver pesquisas.	Resolução de problemas.	Pesquisar recolher, organizar a informação.		
Conceber projetos.	Construção de um projeto atendendo às diferentes fases da construção do projeto.			
Realizar atividade experimental.	Atividade experimental.	Construção do <i>design</i> experimental decorrente de problemas.		Com formulação de hipóteses, previsão de resultados, observação e explicitação.
Analisar e criticar notícias.			Notícias de jornais e televisão.	Aplicação de conhecimentos científicos.
Realização de debates.				Estimular a capacidade de argumentação.
Comunicar resultados de pesquisas e projetos.	Trabalho de grupo.		Utilização de audiovisuais, modelos ou novas tecnologias de informação e comunicação.	
Realização de trabalho cooperativo.	Projetos extracurriculares. Sala de aula. Trabalho independente.			

Adaptado de ME/CNEB, 2001, p. 131

Estas experiências de aprendizagem surgem ajustadas às várias vertentes do trabalho prático, sendo esse ajustamento fruto de uma interpretação pessoal e de acordo

com o que é referido, na literatura científica. A clarificação acerca do que é considerado trabalho prático será tratada no capítulo seguinte.

A análise da informação contida no quadro III permite-nos concluir que é possível associar as experiências de aprendizagem a diversas modalidades de trabalho prático, no entanto persiste a ausência de instruções explícitas e claras respeitantes à realização de atividades experimentais.

De notar que, este documento refere a execução dessas atividades com recurso à construção de um *design* experimental resultante da identificação de problemas. Apela para que os alunos formulem hipóteses, prevejam resultados, observem e explicitem os seus raciocínios.

Como exploraremos no capítulo seguinte esta modalidade de trabalho experimental corresponde a um nível de investigação mais elevado enquadrando-se no que Woolnoug e Allsop (1991, citados por Santos, 2002), consideram investigações.

Esta conceção é partilhada por Hodson (1998) ao salientar que se trata de atividades aconselháveis em níveis de ensino mais avançados, quando os alunos estão em condições de estabelecer a sua individualidade e, portanto, podem envolver-se em investigações menos estruturadas pelo professor. Refere, ainda, que este tipo de atividades, desenvolvidas com alunos num nível de ensino mais avançado, provocam-lhes maior interesse e entusiasmo levando a um incremento da sua motivação.

Para Valadares (2011), o trabalho experimental exige raciocínio hipotético/dedutivo e o controlo de variáveis, e como tal é desaconselhável para alunos que ainda não dominam, de forma segura, estas capacidades cognitivas. Só quando o jovem tem bem desenvolvida a capacidade de abstração é que será capaz de refletir sobre o próprio pensamento, sobre o pensamento das outras pessoas e de raciocinar e compreender determinadas noções mais abstratas em ciências. É nesta fase, mais avançada do desenvolvimento cognitivo que os alunos estão aptos a inspecionar dados relativos a uma situação concreta. Ainda assim, em muitas ocasiões só depois do professor ensinar os alunos acerca do que se deve examinar, ou sobre o que se pretende examinar, é que estes conseguem observar o desejado (Wellington, 2000).

Juntamente com as competências específicas surgiram as *Orientações Curriculares*, para as ciências físicas e naturais, organizadas num único documento, publicadas

em junho de 2001. Esta agregação teve como objetivo proporcionar aos docentes, das duas disciplinas, uma visão global das mesmas, bem como possibilitar uma organização colaborativa das suas aulas. Pretendia-se, ainda, contribuir para a orientação dos alunos em projetos comuns os quais poderiam ser implementados num bloco comum de 45 minutos atribuído apenas no 9.º ano.

De acordo com o mesmo documento deu-se a possibilidade de os docentes respeitarem, ou não, a sequência dos temas e dos respetivos desenvolvimentos, em função de vários aspetos: colaboração e coordenação entre os professores das duas áreas científicas, interesses locais, atualidade dos assuntos e características dos alunos. A alteração da sequenciação dos conteúdos, era permitida desde que se tivesse em consideração o nível etário dos alunos. Estas considerações trouxeram alguns problemas por exemplo, a situação de alunos que, a meio do ano mudassem de escola ou, ainda, a conceção e elaboração de manuais escolares que são, em geral, dirigidos para uma lógica sequencial dos temas apresentados no currículo.

No nosso ponto de vista estes exemplos são suficientes para se deixar de cumprir a determinação presente na Lei de Bases do Sistema Educativo, que no seu Artigo 7.º define como primeiro objetivo para o ensino básico: “Assegurar uma formação geral comum a todos os portugueses que lhes garanta a descoberta e o desenvolvimento dos seus interesses e aptidões, capacidade de raciocínio, memória, espírito crítico, criatividade, sentido moral e sensibilidade estética, promovendo a realização individual em harmonia com os valores da solidariedade social.”

As *Orientações Curriculares* apresentam, para as ciências naturais e a físico-química, um conjunto de quatro temas que podem ser abordados de forma interligada ou de forma distinta, mas sempre com a intenção de pôr em evidência aspetos comuns, evitando a repetição de conteúdos. No entanto, apesar de pretender mostrar o caráter unificador das ciências, solicita-se que os alunos expliquem fenómenos com base em áreas científicas diferentes.

São ainda referidos pontos de interdisciplinaridade com outras áreas disciplinares, como é o caso de geografia, onde se sugerem claramente situações de exploração em comum, tal como acontece com temas como as “alterações climáticas” (p.5).

O objetivo de aprendizagem mais óbvio patente no documento *Orientações Curriculares* relaciona-se com a necessidade da escola, através do ensino das ciências, pre-

parar os jovens cidadãos para um nível de literacia científica que os habilite a intervir na sociedade e que lhes permita a tomada de posição relativamente a questões científicas, nomeadamente as que se relacionam com implicações sociais. Desta forma “A literacia científica é assim fundamental para o exercício pleno da cidadania” (p. 6).

A ênfase colocada na literacia científica indica-a como um fator essencial na formação de cidadãos cientificamente preparados para responderem aos desafios das sociedades modernas. No sentido de a alcançar são definidas competências específicas, segundo os domínios descritos no quadro II: do conhecimento, do raciocínio, da comunicação e das atitudes.

Para se conseguir atingir essas competências são apresentadas experiências de aprendizagem diferenciadas que exigem o envolvimento do aluno e devem ir ao encontro dos seus interesses pessoais, não deixando de estar em conformidade com o que se passa à sua volta.

A título de sugestão, o mesmo documento avança uma diversidade de experiências de aprendizagem, umas conducentes ao desenvolvimento de competências gerais e transversais e outras que incidem em atividades de cariz laboratorial/experimental e de trabalho de pesquisa. Em vários tópicos de conteúdo são também referidas diversas sugestões de experiências de aprendizagem. Independentemente do sítio do documento onde estas surjam são apresentadas como pistas a usar em contexto de ensino, devendo o professor selecionar as que melhor se ajustam à realidade com que trabalha.

Uma vez que o nosso trabalho empírico incidiu no conteúdo *A Terra conta a sua História: os fósseis e sua importância para a reconstituição da história da Terra*, do 7.º ano de escolaridade, seleccionámos o tipo de experiências de aprendizagem apresentadas no documento em análise. O quadro IV evidencia a relação entre as competências essenciais, para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, com a tipologia de experiências educativas e a sua operacionalização para o referido conteúdo.

**Quadro IV** - Competências e sua relação com algumas experiências de aprendizagem para o conteúdo A *Terra conta a sua história: os fósseis e sua importância para a reconstituição da história da Terra*

Competências essenciais para a literacia científica		Tipo de experiências educativas (E.E.)	Exemplos de E.E.
Conhecimento	<b>Substantivo:</b> Conhecimento científico para interpretar e compreender leis e modelos.	Análise e discussão de evidências e situações problemas.	Onde está escrita a história da Terra?
	<b>Processual:</b> Proporcionar a utilização métodos usados na ciência.	Pesquisa bibliográfica, observação, execução de experiências, avaliação de resultados, planejamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas – utilização de dados estatísticos e matemáticos.	Observação e recolha de fósseis. Realização de moldes.
	<b>Epistemológico:</b> Confronto de explicações proporcionadas pela ciência com as do senso comum, da arte e da religião.	Análise e debate de relatos de descobertas científicas que evidenciem êxitos e fracassos. Persistência da ciência e modo de trabalho de diferentes cientistas.	
Raciocínio	Promover o pensamento de forma criativa e crítica, relacionando evidências com explicações, construindo e/ou analisando situações alternativas que exijam a utilização de estratégias cognitivas diversificadas.	Resolução de problemas com interpretação de dados, formulação de problemas e hipóteses, planejamento de experiências, previsão e avaliação de resultados, comparações, Inferências, generalizações e deduções	Simulações de preservação de formas de vida em regiões geladas ( <i>como forma de introduzir os tipos de fossilização</i> ).
Comunicação	Desenvolver a capacidade de exposição das ideias, defesa e argumentação, o poder de análise e de síntese e a produção de textos escritos e orais. Partilha e cooperação de informação. Apresentação de resultados de pesquisa usando as novas tecnologias de comunicação.	Uso de linguagem científica mediante diferentes fontes de informação.	Visita a museu Observação e discussão de imagens relativas a grandes etapas da História da Terra.
Atitudes	Curiosidade. Perseverança. Seriiedade no trabalho. Respeitar e questionar resultados. Flexibilidade em aceitar o erro e a incerteza.		Desenvolvimento de projetos.

Adaptado de ME/CNEB, 2001, p. 132 e 133

Retomando a análise dos documentos normativo-legais, nomeadamente o *Currículo Nacional*, para o conteúdo em causa podemos constatar, na linha do que antes

afirmámos, que apesar de se determinar como obrigatório o recurso ao ensino experimental, não encontramos evidência clara desta prática.

De destacar, ainda, que estes documentos orientadores do ensino, em vigor até 2011, para além de se revelarem repetitivos, apresentam algumas discrepâncias terminológicas, como por exemplo são referidas **experiências de aprendizagem** no documento *Currículo Nacional* e **experiências educativas** no documento *Orientações Curriculares*.

## **1.2. As metas de aprendizagem e as novas modalidades curriculares**

Seguindo orientações internacionais, Portugal iniciou, em 2010, a elaboração de um conjunto de metas de aprendizagem. Após a conferência ibero-americana *Metas Educativas 2021: a educação que queremos para a geração dos Bicentenários*, que decorreu em El Salvador em maio de 2008, deu-se início a um projeto de reflexão sobre a situação atual do ensino e à elaboração de um programa de atuação para os doze anos seguintes. O objetivo final que se pretendia atingir com este projeto era conseguir que mais alunos estudassem, durante mais tempo, usufruindo de uma oferta de qualidade reconhecida, equitativa e inclusiva e na qual participe a grande maioria das instituições e setores da sociedade.

Apresentadas em 2011, pela Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC), as *Metas de Aprendizagem de Ciências* constituíram o primeiro sinal de questionamento das *Orientações Curriculares*, consideradas agora como manifestamente insuficientes na explicitação do que é o essencial no ensino das ciências. Desta forma, o novo documento curricular pretendeu traduzir e clarificar as aprendizagens que os alunos devem evidenciar no final de cada um dos ciclos da escolaridade básica. O documento constitui uma referência de trabalho não se exigindo, no momento da sua divulgação, obrigatoriedade de aplicação.

As *Metas de Aprendizagem* para o 3.º ciclo são, ao contrário do que aconteceu com os documentos da reforma de 2001, apresentadas separadamente para as ciências naturais e para a físico-química.

O grupo, inicialmente responsável pela coordenação científica do documento, refere que a sua conceção implicou a análise de todos os suportes legais em vigor. Assim, e no que se refere ao 3.º ciclo, foram consultados: *Currículo Nacional* e as *Orientações Curriculares*.

Neste documento destaca-se a responsabilidade que as ciências devem assumir na preparação dos alunos para o mundo onde estão inseridos. As ciências naturais, devem dotá-los de uma literacia científica que, por um lado, capacite com conhecimento científico os que optem por prosseguir estudos em ciências e, por outro lado, forneça, para os que optem por percursos noutras áreas, os fundamentos de conhecimento científico necessários para acompanharem questões de natureza sócio-científicas.

Para os quatro temas organizadores (designados de domínios, os quais estão subdivididos em subdomínios) “Terra no espaço”, “Terra em transformação”, “Sustentabilidade na Terra” e “Viver melhor na Terra”, são apresentadas metas finais e metas intermédias.

Assim, e a título de exemplo, para o domínio “Terra em transformação”, particularmente para o subdomínio “História da Terra”, que trataremos na parte empírica, a meta número dois, de final de ciclo, é apresentada desta forma:

“O aluno analisa a história da Terra ao longo do tempo geológico (cerca de 4,5 mil milhões de anos), reconhecendo que a sua reconstituição foi feita a partir da análise do registo geológico, ou seja, dos diferentes tipos de rochas que constituem a litosfera e suas inter-relações e que o registo abundante e diversificado de vida (fósseis) corresponde aos últimos 500 milhões de anos.”

Decorrente desta meta, são referidas sete metas intermédias a saber:

- O aluno interpreta o significado de fóssil, identificando as condições gerais que permitem a sua formação e conservação;
- O aluno associa diferentes processos de fossilização às características do ambiente de fossilização e ao tipo de ser vivo;
- O aluno explica como os fósseis de idade permitem a datação das rochas que os contêm e os fósseis de ambiente a identificação de paleoambientes e ambos a reconstituição da evolução

da Vida na Terra, contribuindo para a história dos últimos 500 milhões de anos da Terra (1/9 do tempo geológico);

- O aluno utiliza o conceito da datação relativa aplicando-o a estratos sobrepostos;
- O aluno justifica a importância de preservar o patrimônio paleontológico;
- O aluno associa a história da Terra a mudanças cíclicas de ocorrências ao nível da litosfera, biosfera, hidrosfera e/ou atmosfera (por exemplo: orogenias, glaciações, extinção em massa de seres vivos), traduzidas em novas Eras: Pré-Câmbrico, Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico;
- O aluno interpreta figuras/esquemas/diagramas que representem acontecimentos que caracterizam as principais etapas da história da Terra (eras/períodos) ao longo do tempo, utilizando o conceito de Escala do Tempo Geológico.

Este novo documento não indicia qualquer referência ao caráter experimental do ensino das ciências, apesar de propor a análise de atividade de caráter prático, como por exemplo, simulações. Desta forma fica ainda mais fragilizada a prática experimental considerada como fundamental no desenvolvimento de algumas capacidades. Este aspecto será apresentado no capítulo seguinte.

As últimas mudanças no currículo parecem obedecer à periodicidade cíclica, de uma década: 1991, 2001 e 2011. A este propósito, Tedesco (2011) refere que os governos procuram, com regularidade, modificar os seus sistemas de ensino, mesmo que de forma pouco profunda. Em geral, considera este autor, as alterações são desencadeadas por uma oferta educativa insatisfatória que se relaciona com mudanças intensas nas diversas dimensões da sociedade e que se manifestam em quase todo o mundo. Por consequência, os desafios educativos que a escola dos nossos dias enfrenta diferem dos do passado e tanto o seu papel como o seu lugar na sociedade modificaram-se, já que esta não acompanha automaticamente as mudanças intensas que se registam globalmente em todas as dimensões da sociedade.

Outros aspetos que Tedesco (2011) considera fulcrais nos sistemas educativos atuais, relacionam-se com o saber pedagógico e o uso de técnicas para obtenção de bons resultados. Acrescenta (p. 33) que este saber, baseado em princípios abstratos sem nenhuma vigência e aplicação, muitas vezes não se ajusta às condições reais com que os professores trabalham.

No nosso país a mudança pouco profunda na estrutura curricular foi anunciada pelo atual Ministro da Educação e Ciência e abrirá caminho a novas reformas curriculares. Pretende-se criar condições para continuar o processo de definição de metas de aprendizagem, sendo posteriormente reformulados os programas das disciplinas, com vista a um trabalho consistente de alunos e professores, num esforço de melhorar a aprendizagem.

Uma particularidade a considerar, nas opções curriculares que num passado mais recente tiveram lugar no sistema educativo português, prende-se com o alargamento da escolaridade obrigatória para 12 anos, estendendo-se ao ensino secundário. Com mais alunos na escola, durante mais tempo e com realidades tão diferentes prevê-se alargar-se o problema de como atuar pedagogicamente de modo que, como está previsto, todos alcancem o sucesso? Responderá a atual oferta educativa e este novo cenário criado pelo novo enquadramento institucional?

Já a pensar nestas novas conjunturas ou porque se atingiu o limite para, o que os atuais responsáveis da tutela consideram ser, a ausência de diretrizes credíveis para o ensino básico, principalmente no que se refere ao que os alunos devem aprender durante os três ciclos que o compõem, vem a nova equipa ministerial, do XIX Governo Constitucional, romper com uma década de vigência de um conjunto de documentos que orientaram o ensino em Portugal, rutura, que, não tem ocorrido de forma absolutamente pacífica.

Analisando as matrizes curriculares vigentes até ao final do ano de letivo 2011/2012, decorrentes do Decreto-lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro, e comparando-as com as novas matrizes apresentadas no Decreto-lei n.º 139/2012, de 5 de julho, constata-se que não há uma alteração significativa nas áreas curriculares disciplinares. A alteração mais expressiva relaciona-se com a carga horária semanal de cada uma das disciplinas que integram as áreas curriculares disciplinares.

O novo desenho da estrutura curricular foi apresentado dia 12 dezembro de 2011, numa reunião que juntou representantes das diversas associações de professores e de associações de pais, entre outras entidades e foi designada por *Revisão da Estrutura*

*Curricular. Em diálogo vamos elevar a qualidade do ensino.* Nesta reunião é justificada, pela tutela, a proposta da nova Estrutura Curricular cujas principais linhas de atuação são:

- Reforço de horas para o Matemática e a Língua Portuguesa;
- Redução da dispersão curricular;
- Reforço das disciplinas essenciais;
- Maior autonomia às escolas;
- Mais avaliação;
- Mais liberdade aos professores para ensinar;
- Ensino deverá ser orientado por conteúdos, programas e metas.
- Objetivos mais claros e rigorosos.

Propôs-se que as alterações decorrentes dessa linha de atuação fossem implementadas de forma progressiva obedecendo a um faseamento.

É ainda nesta reunião que os responsáveis do ministério procedem a uma crítica muito acentuada ao *Currículo Nacional do Ensino Básico* e às *Orientações Curriculares* em vigor desde 2001, deixando, desde logo, antever a sua revogação.

Foram ainda apresentadas, pela Secretária de Estado do Ensino Básico e Secundário, algumas medidas para as ciências experimentais: confirmando-se que as disciplinas de ciências naturais e físico-química beneficiarão de um reforço de horas letivas. É ainda anunciado o fim do desdobramento de turmas no 2.º ciclo, na disciplina de ciências da natureza. Neste nível de ensino a atividade experimental ficaria confinada à “demonstração” realizada pelo professor, enquanto no 3.º ciclo estaria previsto o desdobramento de turmas, (apenas num bloco de 45 minutos), podendo os alunos “já realizar algumas experiências”.

A modalidade de desdobramento, agora proposta, introduz algumas diferenças, relativamente à anterior, dando-se a possibilidade de as escolas procederem a uma gestão autónoma do processo de desdobramento, apenas se impondo que a carga horária da disciplina, para professores e alunos, seja mantida.

Ainda no mês de dezembro, foi publicado o Despacho n.º 17169/2011, de 23 de dezembro, que revogou o *Currículo Nacional do Ensino Básico*, com base no argumento de que este não reunia condições para orientar a política educativa preconizada para o

Ensino Básico. Consideraram os responsáveis da tutela que este documento suscitava problemas que, apesar de terem sido amplamente debatidos, não foram ultrapassados, a saber:

- Contém insuficiências que se revelaram questionáveis ou mesmo prejudiciais ao ensino;
- Não é suficientemente claro nas recomendações;
- Defende ideias ambíguas;
- Repetição de ideias, mistura de orientações gerais.

No mesmo normativo são aludidos aspetos, preconizados no referido documento curricular, que se revelaram como prejudiciais:

Em primeiro lugar, erigindo a categoria de «competências» como orientadora de todo o ensino, menorizou o papel do conhecimento e da transmissão de conhecimentos, que é essencial a todo o ensino. Em segundo lugar, desprezou a importância da aquisição de informação, do desenvolvimento de automatismos e da memorização. Em terceiro lugar, substituiu objetivos claros, precisos e mensuráveis por objetivos aparentemente generosos, mas vagos e difíceis, quando não impossíveis de aferir.

As críticas mais fortes às anteriores opções curriculares para o ensino básico estão, sem dúvida, relacionadas com o ensino baseado na aquisição de competências, a suposta desvalorização do conhecimento e a dificuldade na avaliação dos alunos. Esta última apreciação é imputada à ausência de objetivos claros e mensuráveis.

Em julho de 2012 foram divulgadas pelo Ministério da Educação e Ciência, novas matrizes curriculares. Tal como ficou determinado foi atribuído mais um bloco de 45 minutos a cada uma das disciplinas da área disciplinar das ciências físicas e naturais.

Mesmo no final do ano letivo 2011/2012 foi publicado o Despacho normativo n.º 13-A/2012, que estabeleceu os mecanismos de exercício da autonomia pedagógica e organizativa de cada escola. Este documento visa, ainda, harmonizar os mecanismos referidos com o regime jurídico de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos de ensino públicos, consignados no Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de Abril. Nele são destacadas algumas diretrizes relacionadas com a organização das atividades letivas, sempre numa perspetiva de conferir às escolas maior flexibilidade na organização do currículo. Nesta linha, afirma ainda possibilitar a estruturação de projetos próprios e recomenda que as escolas se tornem mais exigentes nas suas decisões, estabele-

cendo um forte compromisso de responsabilização relativamente às opções que tomam e aos resultados que obtêm.

No Anexo V deste Despacho, no primeiro ponto, confere-se autorização de desdobramento alternado de turmas, nas disciplinas de ciências naturais e físico-química do 3.º ciclo, salientando-se, inequivocamente, que se destina à realização de trabalho prático ou experimental. São ainda definidas as condições em que o desdobramento deve ser implementado:

- a) Quando o número de alunos da turma for igual ou superior a 20;
- b) No tempo correspondente a um máximo de 100 minutos.

Tendo exposto o enquadramento legal e curricular do ensino das ciências para o ensino básico, desde 1991 até à atualidade, apresentaremos no capítulo seguinte as várias perspetivas sobre os conceitos associadas ao ensino experimental das ciências naturais presentes na literatura científica, os quais se rodeiam de alguma imprecisão e são motivo de controvérsia.



## **Capítulo 2**

### **Quadro de leitura do ensino das ciências com abordagem experimental**

“Acredito que, para desenvolver a nossa capacidade de conceção de procedimentos eficazes de ensino, o nosso campo disciplinar deve tornar-se muito mais exato na terminologia utilizada para descrever contextos e procedimentos instrucionais, antes de avançar para a defesa acerca da conceção de currículos”.

David Klahr, 2011, p.12

Como constatámos no capítulo anterior a aprendizagem das ciências assume destaque nos documentos curriculares em Portugal sublinhando-se que se trata de uma matéria fundamental na preparação dos jovens para os múltiplos desafios da sociedade atual.

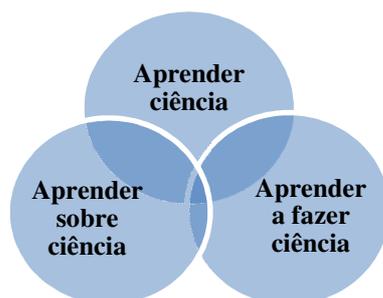
Neste capítulo centrar-nos-emos na conceção vigente do ensino das ciências segundo os domínios que, em geral, lhes são imputados na literatura: aprender, aprender a fazer e aprender sobre ciência.

Pretendemos também clarificar a terminologia associada à vertente prática do ensino ciências e apresentar algumas considerações associadas ao binómio ciência real/ciência escolar.

#### **2.1. Conceção vigente sobre o ensino das ciências**

Considerando que as ciências conquistaram um papel essencial no desenvolvimento das sociedades modernas ainda se justifica a pergunta: para quê ensinar ciências?

Diversos autores têm, nas últimas décadas, procurado responder de modo estruturado a esta pergunta. Por exemplo Chassot (2000, referido por Cachapuz et al. 2002) apresenta como prioridade para tal ensino a formação cidadãos cientificamente cultos, capazes de participar ativa e responsabilmente em sociedades que se pretendem abertas e democráticas. Ideia partilhada por Hodson (1998, 2000) que sugere três dimensões do ensino das ciências: “aprender ciência”, “aprender sobre ciência” e “aprender a fazer ciência” (cf. figura 1).



**Figura 1** - Dimensões para o ensino das ciências, segundo Hodson (1998, 2000)

A dimensão **aprender ciência**, sugere que os alunos devem adquirir e desenvolver conhecimento conceptual e teórico; na dimensão **aprender sobre ciência**, privilegia-se a compreensão da natureza e dos métodos da ciência, a evolução e a história do seu desenvolvimento, permitindo ao aluno aquisição de atitudes críticas, e interesse pelas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; na dimensão **aprender a fazer ciência**, o aluno deve adquirir competências que lhe permitam desenvolver percursos de pesquisa e resolução de problemas.

O referido autor considera que o aprofundamento a dar a cada uma das dimensões deve ser diferenciado em função dos níveis de ensino e do propósito de formar futuros cientistas ou de educar para a cidadania.

Esta visão sobre o ensino das ciências decorre de uma importante reorganização curricular que em finais dos anos 50 do século XX se implementou nos Estados Unidos da América após o lançamento do primeiro satélite artificial, Sputnik 1 de origem soviética.

Nesse país, empenhado na conquista do espaço, percebeu-se que a cultura científica era um meio essencial de crescimento pelo que se procedeu a um investimento na construção de currículos onde as ciências tivessem um papel de destaque.

A discussão e o debate sobre o ensino das ciências assumiram, desde essa época, uma importância crescente, alargando-se essa discussão à Europa. O tema é enfatizado em diversos contextos que não só o educativo (empresarial e social), pela importância que se supôs ter no desenvolvimento das sociedades modernas em áreas como a saúde, a engenharia e a investigação.

Questões como a clonagem, a necessidade de produzir combustíveis alternativos, a utilização de dados biométricos no combate ao terrorismo, a produção de organismos transgênicos (com forte impacto na produção alimentar) são temas que exigem a formação de cidadãos cientificamente informados.

Assim, enquanto para uns esse ensino deve ser orientado para formar futuros cientistas, para outros deve privilegiar a preparação de pessoas capazes de exercer uma cidadania responsável e, ainda, para outros é visto como um meio de responder a necessidades económicas, crises sociais ou problemas ambientais. Desta maneira, a definição do objetivo que deve guiar o ensino das ciências requer que se tenha em conta diversos intervenientes: alunos, professores, pais, cientistas, empresários, políticos e afins (Hodson, 1998).

Para conseguir orientar o ensino das ciências, seguindo a perspectiva de preparar os alunos para exercerem uma cidadania responsável, deve-se desenvolver, o que Hodson (1998), citando a *American Association for the Advancement of Science AAAS* (1993), define como alfabetização científica:

“As pessoas que são alfabetizadas na ciência são capazes de usar os hábitos da mente e do conhecimento da ciência, matemática e tecnologia que adquiriram para pensar e dar sentido a muitas das ideias, reclamações e eventos com que se deparam na sua vida quotidiana.”

Ainda relacionado com o objetivo do ensino das ciências surge a noção de “proficiência científica” que Richard e Duschl (2007) esclarecem, no seu entender, o que consideram ser um bom nível de proficiência científica a evidenciar pelos alunos:

1. Saber usar e interpretar as explicações científicas do mundo real;
2. Gerar e avaliar explicações das evidências científicas;
3. Compreender a natureza e evolução dos conhecimentos científicos;
4. Participar de forma produtiva nas práticas científicas.

Estas vertentes devem servir de suporte à estruturação dos currículos uma vez que tratam o conhecimento e as habilidades de raciocínio requeridas à participação na sociedade e à formação de cidadãos “educados”. Os currículos também devem incorporar as práticas científicas que os alunos devem mostrar no exercício da sua proficiência.

Ainda sob a coordenação de Richard e Duschl (2007), a *National Academy of Sciences* apresentou uma publicação que reuniu numa vasta gama de trabalhos das neurociências, que no seu conjunto proporcionam um quadro bastante abrangente do que se conhece sobre o ensino e a aprendizagem das ciências, desde o jardim-de-infância até ao oitavo ano de escolaridade. Nesta publicação destaca-se como uma das funções do ensino das ciências a transmissão de algo sobre a natureza da ciência.

Já em 2000 Wellington tinha referido, esta função como fundamental, especialmente quando é usada para melhorar a compreensão pública da ciência. No sentido de o conseguir diversos investigadores têm discutido abordagens capazes de resolver o problema da natureza da ciência.

Um dos aspetos mais centrais deste problema é o da observação. Wellington começa por afirmar que os professores são responsáveis pela tarefa de ensinar os alunos a observar; se na aula ou no campo não se lhes mostrar o que se pretende que seja observado, dificilmente encontram o que se deseja. Como refere (2000, p.81), “as crianças precisam de aprender a linguagem da observação da ciência”.

Este autor destaca outro aspeto ligado à natureza da ciência e que se relaciona com a necessidade dos alunos serem informados sobre a ocorrência de resultados anómalos, resultantes da realização do trabalho prático e acrescenta que, para os alunos avaliarem os resultados e identificarem quais podem ser considerados como “duvidosos” ou anómalos têm de ter conhecimentos teóricos para o fazerem (Wellington, 2000, p. 81).

Uma característica do ensino das ciências destacada pelo autor a que nos referimos, está relacionada com os processos e os métodos de fazer ciência que os alunos devem ligar aos próprios conteúdos de ciência. Processos como “inferir”, “classificar”, “prever”, “ver”, “observar” estão associados ao conhecimento e à teoria da ciência. Estes processos integram a própria ciência sendo independentes do contexto em que se aprende.

Por razões semelhantes não se pode ensinar a teoria da ciência recorrendo só ao trabalho prático. No entender de Wellington (2000), a aquisição de conhecimentos não advém da exposição dos alunos a fenómenos, eventos ou observações. A “aprendizagem por descoberta” pode servir para mostrar, por exemplo, como é constituída uma célula, mas não explica a Teoria Celular. Para este investigador o trabalho prático pode ilustrar fenómenos, mas não explica a razão pela qual eles acontecem.

Nesta linha de raciocínio, Luneta (1991, p. 83), referindo-se às atividades práticas/laboratoriais, considera que “não é razoável afirmar que estas atividades constituem um meio de ensino eficaz e eficiente para atingir todos os objetivos na educação em ciência (...), no entanto, a instrução laboratorial pode desempenhar um papel importante na obtenção de alguns desses objetivos”.

Continuando, este autor considera (1991, p. 82) que tais atividades “desempenham um papel muito importante no desenvolvimento de conceitos científicos e de capacidades de resolução de problemas, o que pode permitir aos estudantes aprender como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos”.

Para saber o que os professores pensam sobre as atividades práticas, Wellington desenvolveu, ao longo das últimas décadas, diversos estudos empíricos. Em 2000 realizou uma investigação que envolveu uma amostra de 48 docentes a ingressar na profissão. As suas respostas à questão “Quais as razões que os levam a fazer o trabalho prático na ciência escolar?”, foram agrupadas em três categorias principais, já anteriormente definidas por outros investigadores citados por este autor, Kerr (1964), Buckley e Kempa (1971), Thompson (1977), Beatty e Woolnough (1982) e Hodson (1990): uma relativa ao conhecimento e à compreensão (domínio cognitivo); outra relacionada com as

competências e processos, muitas vezes considerados transferíveis; e uma terceira relativa a atitudes, prazer e motivação (domínio afetivo).

Por seu lado Hodson (2000, p. 29), referindo-se especificamente às atividades experimentais/laboratoriais, associa-lhe uma diversidade de potencialidades que levam os professores a optar por elas:

- Motivar através do estímulo da curiosidade do interesse e prazer no estudo de matérias científicas;
- Ensinar habilidades de laboratório;
- Melhorar a aprendizagem do conhecimento científico;
- Promover o método científico e tornar os alunos experientes no seu uso;
- Desenvolver “atitudes científicas” espírito crítico, objetividade, abertura a novas ideias e capacidade de argumentação.

Também Lunetta (1991) havia considerado que apesar de a investigação não mostrar que existe uma relação simples entre as atividades laboratoriais e as aprendizagens dos alunos, pois as variáveis e as suas inter-relações são complexas, elas constituem um recurso fundamental para desenvolver os alunos em domínios como o cognitivo e o prático, como se enuncia no seguinte quadro:

**Quadro V** - Finalidades para as atividades práticas laboratoriais segundo Lunetta, 1991, p. 83

<b>Domínio</b>	<b>Finalidades</b>
Cognitivo	Promover o desenvolvimento intelectual. Realçar a aprendizagem de conceitos científicos. Desenvolver capacidade de resolução de problemas. Desenvolver o pensamento criativo. Aumentar a compreensão da ciência e dos métodos científicos.
Prático	Desenvolver capacidades de realização de investigações científicas. Desenvolver capacidades de análise de dados da investigação. Desenvolver capacidades de comunicação. Desenvolver capacidades de trabalho com outros. Realçar atitudes para com a ciência. Promover perceções positivas da capacidade de cada um para compreender e influenciar o seu próprio ambiente.

Não obstante a importância atribuída, na literatura, às atividades práticas laboratoriais/experimentais convém lembrar algumas recomendações para uma utilização adequada das sob pena de estas não se tornarem úteis.

Uma primeira recomendação para superar um dos equívocos ligados ao ensino das ciências é rever a tendência de colocar o aluno no papel de pequeno cientista. Neste sentido vários investigadores consideram que as atividades práticas/laboratoriais podem tornar-se estéreis, sob o ponto de vista da aprendizagem, se se tentar estabelecer um paralelismo direto entre o que se faz nos laboratórios científicos e nos laboratórios escolares. Pro Bueno (2000), acrescenta que tal paralelismo além de ineficaz, não traduz a atividade científica real e pode inibir o prosseguimento de uma carreira científica por parte de muitos alunos.

Relativamente à confusão entre ciência escolar/ciência real, García Barros (2000) com base em Izquierdo (1999) descreveu um conjunto de características que as distingue: os objetivos, o campo de ação, o método, a motivação e as teorias. Começando pelos objetivos, a ciência real, em termos gerais, gera conhecimentos sobre o mundo natural, enquanto a ciência escolar visa que os alunos cheguem a explicações teóricas, com o grau de profundidade determinado pelo currículo, que lhes permitam explicar factos e fenómenos do mundo natural. A ciência escolar, pretende, acima de tudo, formar cidadãos capazes de atuar na sociedade, de viver de forma responsável e de utilizar critérios científicos para resolver problemas com que se deparam.

No que respeita ao campo de ação, o da ciência real é amplo, ou pelo menos muito mais amplo que o da ciência escolar. Os cientistas possuem um grande leque de opções nas quais centram as suas investigações estando, estas condicionadas por vários fatores, além dos determinados pelas próprias intenções científicas, políticas, sociais, económicos e pessoais. Contrariamente, a ciência escolar apresenta um campo de ação perfeitamente determinado pelas decisões curriculares oficiais.

O método, seguido pelos investigadores inclui diversas fases (formulações de problemas, análises de dados, revisão bibliográfica, ...) que se entrecruzam continuamente, obrigando o especialista a tomar decisões de forma autónoma. O método usado na escola apresenta importantes diferenças, pois o estudante não é especialista, nem autónomo. Assim, não é possível transpor completamente para a sala de aula o método

científico. Aqui privilegia-se um método que permite aos alunos pensar e justificar “o que está fazendo e para que o faz” (p. 51), favorecendo-se o desenvolvimento de procedimentos cognitivos associados ao trabalho científico.

Também o que move o aluno na sua aprendizagem não será exatamente o mesmo que move o cientista no seu trabalho. O aluno tem como meta obter as melhores classificações com o menor esforço, o cientista está motivado intrinsecamente para realizar descobertas.

No que diz respeito às teorias também se pode estabelecer uma comparação entre a ciência escolar e a ciência real, sendo neste ponto que se encontra maior paralelismo. A comunidade científica promove inovações e variações conceptuais que em termos intelectuais entram em concorrência com os conceitos e ideias aceites, sendo, portanto, submetidas a seleção crítica. Assim, “a inovação e a seleção crítica constituem os motores da evolução concetual” Barros (2000 p. 51). São avançadas, por esta autora, duas perspectivas de teorias científicas que apesar de coexistem apresentam um grau de evolução distinto. As “terias nucleares” que gozam de um maior grau de aceitação e as “teorias fronteiriças” que estão sujeitas a maior discussão.

Esta panorâmica da ciência revela-se fundamental pois constitui um referencial para a ciência escolar, onde as teorias “infantis e juvenis” também coexistem e competem com as teorias científicas que vão sendo apresentadas no processo de ensino. Neste processo de competição é natural que qualquer uma delas possa vencer: o desejável será que vençam as teorias científicas. No entanto, devemos ter consciência que as “terias quotidianas” dos alunos podem conviver com as “teorias científicas”, e serem aplicadas cada uma no seu contexto. Ainda segundo Barros (2000), muitas vezes essa coexistência entende-se ao nível da linguagem, pois é por todos conhecido que se podem ter ideias científicas acerca de um determinado tema, mas quando somos confrontados com um determinado fenómeno expressamo-nos de forma incorreta. Ilustramos esta situação recorrendo ao exemplo dos movimentos planetários e á utilização de expressões como “o Sol está-se a pôr”. Aqui, claramente se evidencia a referência a “teorias quotidianas”.

Outro autor, a que já antes nos referimos, que trata da relação entre a ciência real e a ciência das escolas é Wellington (2000) sendo da sua responsabilidade uma das acusações mais fortes contra a utilização do trabalho prático na escola como se se tratasse de ciência real, alegando que corresponde a um trabalho que não é capaz de refletir o

que acontece na ciência real: “como poderia?” e, “por que deveria?”. Considera que as atividades práticas constituem um fracasso, atribuído à incapacidade da ciência escolar não poder nem dever imitar o “método científico”.

Também Hodson (1988) considera errado o recurso ao trabalho laboratorial, quando o seu objetivo central é colocar o aluno no papel de cientista, expressando algumas recomendações para o ensino das ciências, a saber:

- Recorrer a trabalhos práticos de diversas abordagens não fingindo que o trabalho prático de laboratório em ciências reflete o que se faz na ciência real;
- Envolver os alunos no estudo de um caso concreto que aborde o trabalho de um cientista atual ou do passado – estudo de caso. Permitir-lhes-á compreender que os cientistas, para além de usarem aparelhos e instrumentos, também usam as suas mentes na manipulação e interpretação de dados;
- Incluir simulações por computador, ou outras, com recurso a diversos materiais ou papel. Para alunos mais velhos as simulações podem ser usadas de forma crítica, referindo o ou os modelo (s) em que se baseiam e quais as suas limitações;
- Recomendar o uso, por vezes, de computadores nas atividades práticas pois proporcionam a recolha e tratamentos de dados para posterior interpretação dos mesmos. Estes meios podem possibilitar a realização de experiências virtuais, as vezes que forem necessárias: permitem a realização de experiências muito rápidas ou muito lentas e ainda as que são muito perigosas, sem qualquer risco para os alunos. Considera, mesmo assim, que este recurso deve ser um complemento ao trabalho prático tradicional;
- Incluir a realização de trabalhos de projeto que tratem um tema científico atual e polémico, por exemplo, o aquecimento global, o uso e o fornecimento de energia, a clonagem, entre outros;
- Estabelecer atividades padronizadas para um currículo centralizado. Para além destas atividades encaixarem no currículo, podem ser realizadas atendendo a limitações, do laboratório, de tempo e do calendário escolar. Para além de encaixarem no currículo podem ser avaliadas. Contrastando com a situação anteriormente apresentada, este autor propõe que os alunos realizem uma atividade de investigação científica genuína cujo objetivo seria desenvolver “capacidades científicas” que envolvam habilidades, atitudes e compreensão;
- Esclarecer professores e alunos relativamente ao trabalho prático que estão a fazer. O propósito de cada atividade tem de ser mostrado aos alunos. Os alunos também devem ser informados que nem tudo em Ciência está conectado com o “fazer”.

Uma segunda recomendação para o ensino das ciências à qual pretendemos dar algum destaque relaciona-se com a função da observação. Entendida como fundamental na aprendizagem, constitui uma das etapas essenciais nas atividades práti-

cas/laboratoriais. Hodson (2000) e Wellington (2000) consideram que os professores devem ensinar os alunos a observar o que se pretende, ou seja, não devem esperar que os alunos saibam observar os aspetos ou os objetos a estudar se, previamente, estes não lhes forem mostrados.

Sendo a observação uma fase fundamental do método científico, estando integrada nos processos da ciência, não deve ser separada dos conteúdos da ciência. Isto significa que um aluno que não possua uma apropriada compreensão das bases teóricas da atividade em que está envolvido dificilmente saberá onde observar ou como observar, no sentido de obter dados pertinentes e interpretá-los adequadamente.

Estes dois autores também enfatizam um outro aspeto relacionado com o ensino da teoria através do trabalho prático/experimental. Pensam que os alunos não podem ser expostos a eventos, fenómenos ou observações na esperança de assim chegarem à teoria. A “aprendizagem pela descoberta” pode permitir aos alunos constatar factos mas não permite explicar por que razão eles acontecem. Este tipo de atividades são válidas para ilustrar fenómenos/acontecimentos e mostrar **o que** e algumas vezes **o como**, ou seja, os processos, mas não podem explicar **o por que** acontecem. Os alunos precisam de ser ensinados que nem tudo na ciência está relacionado com o laboratório e com a realização de experiências (*hands-on*). A discussão, a imaginação são muito importantes, assim como, é igualmente fundamental trabalhar com as ideias, os conceitos e os princípios da ciência, neste sentido o trabalho intelectual é fundamental (*minds-on*).

Ainda sobre o papel da observação no ensino das ciências Cachapuz et al. (2002, 53) referem que uma boa demonstração feita pelo professor poderá ser inteligentemente usada para desenvolver nos alunos competências de previsão e interpretação, explorando um ciclo de “previsão/observação/interpretação”. Consideram estes autores que a ciência faz-se sobre algo e, portanto, é tão discutível usar o trabalho experimental para ilustrar conceitos como para desenvolver competências em abstrato.

Estes investigadores enfatizam o facto de haver muitos alunos que concluem a escolaridade obrigatória sem terem tido a oportunidade de realizar uma única experiência. Poucos são os que estiveram envolvidos nalgum pequeno percurso de atividade de pesquisa e beneficiaram da oportunidade de descobrir algo que para eles era novo, de verificar a complexidade de planificar uma investigação, de chegar a um resultado bem-sucedido ou que não era de esperar. Defendem que o trabalho experimental deve estar

centrado no aluno, com valorização deste aspeto a nível curricular, podendo, por isto, acarretar redução dos programas.

Uma terceira recomendação que fazemos surge ligada à obtenção de resultados anómalos quando se realizam atividades práticas. Assim, para entenderem e decidirem sobre esses resultados é necessário que os alunos detenham, previamente, conhecimento teórico.

Continuando a nossa análise, acerca do ensino das ciências, damos destaque ao que se constata no nosso país onde os resultados do estudo internacional *Programme for International Student Assessment* (PISA), relativos à passagem de 2000, revelaram como fraco o sucesso dos alunos portugueses na área das ciências. Os alunos que participaram nessa avaliação, com 15 anos de idade, maioritariamente a concluir o 9º ano de escolaridade, no momento da realização do teste não frequentavam a disciplina de ciências naturais, pelo facto de esta não integrar o plano curricular, previsto na época. Os resultados pouco satisfatórios evidenciados podem, por isso, estar associados à quebra causada pela estrutura curricular então vigente.

Estes motivos geraram investigação ligada ao ensino das ciências e possivelmente estarão na base da redistribuição da carga horária das ciências, no 3.º ciclo do ensino básico patente na reforma implementada em 2001.

Na definição de literacia científica, considerada pela *Organização para o Desenvolvimento e Cooperação Económico* (OCDE), como “capacidade de usar conhecimentos científicos, de reconhecer questões científicas, de retirar conclusões baseadas em evidências, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo real e das mudanças nele efetuadas através da atividade humana” (Relatório PISA 2006, p. 6), facilmente se depreende três dimensões: uma ligada aos processos, outra aos conteúdos e uma outra relacionada com os contextos. Consideram-se como processos os esquemas mentais envolvidos na resposta a um item (por exemplo, a identificação da evidência ou a explicação de conclusões); os conteúdos estão ligados ao conhecimento científico e compreensão conceptual que é requerida no uso dos processos (por exemplo conhecer e compreender conceitos necessários à explicação de evidência ou resultados); o contexto está relacionado com as situações nas quais os processos são aplicados, (por exemplo na saúde ou na nutrição ou o contexto do clima a nível global).

Atendendo ao grau de complexidade, as questões incluídas no PISA enquadravam-se em três categorias:

- **Mais difíceis** que requerem capacidades cognitivas complexas: os alunos devem ser capazes de criar ou de usar modelos conceptuais para fazer previsões ou apresentar explicações; de analisar investigações científicas, de forma a entender, por exemplo, o plano de uma experimentação ou de identificar uma ideia que está a ser testada; comparar dados de forma a avaliar pontos de vista alternativos ou perspetivas diferentes; de comunicar argumentos científicos e/ou descrições em detalhe e com precisão.

- **Com dificuldade intermédia** que requerem um pensamento científico consistente: os alunos devem ser capazes de usar conceitos científicos e fazer previsões ou ainda providenciar explicações; de reconhecer questões que podem ser respondidas pela investigação científica e/ou identificar pormenores do que está envolvido numa investigação científica; de seleccionar informação relevante a partir de dados variados ou de cadeias de raciocínio, ao tirar conclusões ou ao fazer a sua avaliação.

- **Mais fáceis** que requerem apenas a evocação e o uso do conhecimento científico simples: os alunos são capazes de evocar conhecimento científico factual simples, por exemplo, nomes, factos, terminologia, regras simples; de usar conhecimento científico trivial para tirar conclusões ou para as avaliarem.

Em 2006, no terceiro ciclo deste programa, o destaque foi atribuído às ciências, tendo o nível de sucesso dos alunos portugueses melhorado: o seu desempenho médio global, atingiu o valor de 474. Registou-se, assim, desde 2000 uma evolução positiva de 459 em 2000, a 468 em 2003, para 474 em 2006.

Os valores obtidos no último ciclo PISA são mais fiáveis em termos de literacia científica do que os obtidos nos ciclos anteriores, devendo, por essa razão, ser considerados como padrão de comparação (Relatório Nacional PISA 2006, publicado em 2007).

Se atendermos ao nível de complexidade elevada dos itens colocados nos instrumentos de avaliação do PISA, tais como: “criar ou usar modelos conceptuais para fazer previsões ou apresentar explicações; analisar investigações científicas, de forma a entender, por exemplo, o plano de uma experimentação ou de identificar uma ideia que está a ser testada; comparar dados de forma a avaliar pontos de vista alternativos ou perspetivas diferentes; de comunicar argumentos científicos e/ou descrições em detalhe e com precisão”, uma questão podemos colocar, o que se está efetivamente a avaliar quando se confrontam os alunos com questões desta natureza? Não se estará a partir do

princípio que ao longo de uma escolaridade de nove anos, os alunos estiveram envolvidos na realização de atividades práticas, laboratoriais e experimentais?

Para tentarmos averiguar a pertinência desta questão vejamos o que é dito por autores, citados por Pro Bueno (2000), como Shulman e Tamir (1973), Lynch (1987), Lararowitz (1994), Hodson (1994), Barberá e Valdés (1996) sobre o que consideram ser os objetivos e as potencialidades das atividades práticas, laboratoriais e experimentais:

- Desenvolver atitudes face à disciplina: como a motivação e o interesse;
- Desenvolver atitudes científicas: como o rigor, a precisão e a objetividade;
- Desenvolver capacidades cognitivas e metacognitivas;
- Melhorar a aprendizagem conceptual;
- Por em ação o carácter experimental das ciências e o seu método de trabalho;
- Ensinar conteúdos procedimentais, como destrezas manuais e habilidades de investigação.

Assim, tomando como referência as potencialidades das metodologias mencionadas estaremos a desenvolver nos alunos capacidades que lhes possibilitam um melhor desempenho em itens de natureza mais complexa, como as que integram o estudo PISA.

Logo, se os alunos estiverem familiarizados com estas metodologias mais facilmente respondem a itens que exigem capacidades cognitivas, como por exemplo: criar e usar modelos, analisar investigações, ou comparar dados, entre outras.

Ainda, em relação ao ensino das ciências, com base em estratégias que apelam a atividades práticas/experimentais, um outro aspeto que surge com muita frequência debatido, relaciona-se com o que o professor de ciências deve privilegiar quando está a trabalhar com alunos. Transparece nos documentos curriculares a noção de que os conteúdos científicos que se ensinam em ciências devem estar relacionados com a realidade vivenciada pelos alunos, ou seja, com o seu dia-a-dia. Sobre tal assunto Hodson (1998) considera que nestas circunstâncias o trabalho de laboratório é essencial pois ajuda os alunos a adquirir, compreender e consolidar o referencial conceptual que sustém a atividade. Citados por Hodson (1998), Woolnough e Alisop (1985) enfatizam a importância do recurso direto ao material/equipamento de laboratório que possibilite a sua manipulação. Só assim os estudantes conseguem desenvolver tanto a capacidade como a confiança para usar o equipamento de forma adequada.

Hodson (1998) coloca, ainda, outra questão relacionada com a realização de trabalho laboratorial quando o objetivo central é a aquisição de determinada habilidade e a sua aplicabilidade futura. Em concreto, questiona a importância de se investir neste tipo de atividade se, posteriormente, não for usada para desenvolver determinada competência. Considera que, em tal situação, devem ser encontrados procedimentos alternativos como por exemplo, a demonstração pelo professor ou a simulação por computador.

A simulação por computador constitui uma alternativa poderosa ao trabalho de laboratório para envolver os alunos nos aspetos mais criativos da ciência permitindo-lhes um entendimento da natureza e da prática científica. Frequentemente, nos laboratórios os alunos não têm oportunidade de trabalhar na geração/criação de hipóteses e no delineamento experimental, pois os professores podem não dispor de tempo e não desejar correr riscos. Nestas circunstâncias, a simulação possibilita aos jovens a resolução de problemas ou a descoberta de outros, bem como a sua modificação ou eliminação, de forma rápida e segura. Hodson (1998) apresenta ainda duas vantagens das simulações em relação às aulas de laboratório: a primeira é que os alunos descobrem que as experiências não estão circunscritas a especialistas de bata branca que trabalham em laboratórios sofisticados, pois cada um pode fazê-lo, a segunda relaciona-se com a forma de apresentar as experiências, na simulação esta pode variar, ao contrário do que acontece no laboratório em que a apresentação tem de obedecer a determinadas regras.

Ainda sobre o carácter experimental no ensino das ciências, Pro Bueno (2000), refere que ele foi apoiado por autores de currículos, investigadores e professores para defender interesses, respaldar ideias ou justificar algumas necessidades profissionais. Este autor mantém algumas reservas relativamente ao ensino das ciências com recurso às atividades experimentais generalizado a todos os alunos. Não reconhece qualquer valor formativo nestas atividades para jovens que não prosseguem os seus estudos na área científica, isto é, se não vão ser futuros biólogos, físicos ou químicos.

Todas as ideias referidas neste tópico 2.1., pela polémica que têm provocado, justificam a continuação da sua discussão. De seguida detemo-nos num aspeto mais particular, mas também ele motivo de alguma controvérsia.

## 2.2. Clarificação terminológica

Apesar de expressões como “ensino experimental”, “atividade experimental”, “trabalho experimental”, “trabalho prático”, “trabalho laboratorial”, serem muito comuns nos documentos normativo-legais e curriculares e também muito exploradas na literatura ligada à didática das ciências, tal como vimos no capítulo anterior, suscitam, ainda hoje, uma alguma confusão terminológica. Assim, quando as usamos (até aqui de modo mais ou menos indiferenciado), devemos ter consciência que estamos a pensar em práticas distintas.

Começemos com os documentos da tutela onde o uso destas designações não é claro: há situações em que se sugere o recurso a “atividades experimentais”, mas não estamos cientes que a prática recomendada seja efetivamente desta natureza. Tomemos como exemplo o que é proposto, nas *Orientações Curriculares*, para o primeiro tema *Terra no Espaço* onde se sugere a observação de infusões ao microscópio ótico. Esta sugestão considerada como uma de “atividade experimental”, afigura-se-nos mais como “atividade laboratorial”. Assim, dependendo da forma como o professor a concretiza, com ou sem controlo de variáveis, ela será, ou não, uma atividade verdadeiramente experimental.

Também em *sítios*/páginas da internet de organismos ligados ao ensino das ciências esta confusão é frequente. No caso do *sítio* do Programa *Ciência Viva*, é possível constatar que as atividades designadas de experimentais não são mais do que atividades práticas, com recurso a materiais do laboratório ou outros materiais, não se depreendendo que estão a ser manipuladas e controladas variáveis.

Na literatura são evidentes, também, várias nomenclaturas: “trabalho/atividade prática”, “trabalho/atividade laboratorial” ou “trabalho/atividade experimental”. Pro Bueno (2000) admite que quando se usam estes termos nem sempre se está a defender o mesmo.

Detemo-nos no termo “experimental” muito associado vocábulos como “ensino”, “trabalho” ou “atividade”. Estes vocábulos aparecem também agregados a outros, tais como: prático, laboratorial ou de campo.

Consideramos que os conceitos “atividade” e “trabalho” encontram-se mais próximos um do outro do que do conceito “ensino”, pois neste contexto podemos ser levados para concepções mais abrangentes do recurso a este método. A ideia que pretendemos transmitir é que o “ensino experimental” corresponde a uma metodologia que se deseja sistemática e continuada, não se confinando a uma, ou mesmo várias situações pontuais de índole experimental.

Quanto ao uso dos termos “trabalho” ou “atividade” consideremos os argumentos apresentados por Bonito (2001, p. 57) que esclarece a origem de cada um deles. Assim, a etimologia de “trabalho” remete-nos para algo de caráter marcadamente mecânico que, no entender deste autor, não se coaduna com a aprendizagem em ciência. Defende, pois, a utilização da designação “atividade”, dado que corresponde à qualidade do ser ativo ou àquele que exerce a ação, isto é, participa como “figura principal” na realização de um ato.

Sobre o uso do conceito eleito por este autor, Festas (2011) refere que não há um consenso sobre o seu significado. Indica a autora que, se atendermos aos pressupostos construtivistas, métodos ativos são aqueles em que é o aluno procura e pesquisa o conhecimento através da descoberta e da investigação. Se considerarmos os pressupostos cognitivistas, há que atender a alguma diretividade, quer por parte do professor, quer por parte do material de estudo, que se apresenta mais estruturado. Acrescenta ainda que, a partir desta concepção, os métodos ativos incluirão todos aqueles que solicitam aos alunos a empenharem-se cognitivamente numa tarefa Miguéns (1999, p 81) referindo-se ao trabalho prático considera que este não deve ser encarado como “estar ativo a fazer coisas”, mas estar ativo a “pensar sobre as coisas, para as fazer e depois de as fazer”.

Em suma, e referindo Festas (2011), a aprendizagem ativa é aquela em que o sujeito participa, mentalmente, nos diferentes momentos da transformação da informação até que ela possa ser armazenada sob a forma de conhecimento ou utilizada na resposta a um problema ou a uma tarefa de natureza cognitiva.

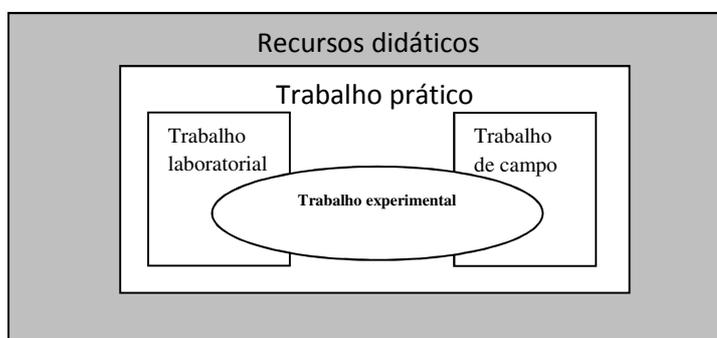
Prosseguindo a nossa análise de conceitos, é fundamental assinalar o que alguns autores entendem por “experimental”, ligado ao ensino das ciências, começando por clarificar, o que é “experiência” Bonito (2001) baseando-se em Abragam (1988), considera “experiência” como ensaio, tentativa, prova ou atividade que decorre no laborató-

rio; usada para confirmar, infirmar ideias preconcebidas, encontrar novas ideias, melhorar os próprios métodos e as técnicas científicas.

Wellington (2000) destaca o cuidado que se deve ter com o uso do termo “experiência”, sob pena de se tornar “caricata” a sua aplicação. Ilustra esta opinião da seguinte forma: se um determinado professor usa, ano após ano, a mesmo tipo de “experiência”, onde os resultados estão perfeitamente identificados, será conveniente recorrer ao termo “experiência” para descrever a situação?

Como verificámos a terminologia no ensino das ciências reúne poucos consensos, no entanto, atendendo a que apela à ação dos alunos, de tipo motor e cognitivo, optámos, na apresentação do nosso estudo empírico, pela designação de “atividade experimental” por considerarmos ser a que mais se ajusta ao estudo em causa. Mesmo assim, pode ocorrer que tenhamos de referir “trabalho”, ou “ensino”, pois é a terminologia usada pelos autores estudados.

Começámos a nossa análise pelo que Leite (2000) tendo como referência Hodson (1988) considera ser o “trabalho experimental” (para nós “atividade experimental”), enquadra-o no que designa de “trabalho prático”. Esta autora faz duas considerações à definição de trabalho prático: os recursos didáticos que os docentes têm disponíveis e o envolvimento ativo dos alunos no trabalho que estão a realizar. Enquadra o “trabalho experimental” como um tipo de “trabalho prático”. Numa representação esquemática clarifica e distingue, TP (Trabalho prático), TL (Trabalho laboratorial), TE (Trabalho experimental) e TC (Trabalho de campo).



**Figura 2** - Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (Leite, 2001, p.92)

Considera que, o “trabalho experimental” é transversal quer ao “trabalho laboratorial” quer ao “trabalho de campo”, apresentando como condição obrigatória para ser considerado como “trabalho experimental” a manipulação e o controlo de variáveis.

É importante e esclarecer que as atividades experimentais podem ser concebidas com diferentes graus de abertura, sendo atingido o máximo de abertura com as investigações. Santos (2002) com base em Woolnough e Allsop (1991) considera, que o trabalho experimental corresponde a tudo o que é realizado com base na experiência, no ato ou efeito de experimentar ou no conhecimento adquirido pela prática. Refere esta autora que experimentar é pôr em prática, ensaiar, avaliar ou apreciar por experiência própria e acrescenta que, assim como nem todo o “trabalho prático” é “trabalho de laboratório”, nem todo o “trabalho de laboratório” é “experimental”.

Autores como Hofstein (1988, citado por Santos, 2002), consideram que as atividades de laboratório não incluem demonstrações, nem visitas a museus de ciência, nem estudos de campo. Esta ideia não é partilhada por Santos (2002) que considera como atividades de laboratório os exercícios, as experiências, os experimentos por descoberta guiada, as verificações experimentais e as investigações e os projetos.

Santos (2002) apresenta ainda o que para Looock (1990) são as atividades verdadeiramente experimentais. Trata-se de investigações, dado que envolvem os alunos desde a colocação do problema, ao planeamento e execução da experiência até à elaboração de conclusões.

As investigações científicas requerem, de facto, que os alunos realizem três tipos de aprendizagens, reforço da compreensão conceptual do que está a ser estudado ou investigado; reforço dos conhecimentos processuais, isto é, aprender mais sobre as experiências e estudos correlacionais, e adquirir uma compreensão mais sofisticada de observação, experimentação e teoria; e, por último, reforço da experiência de investigação Hodson (1998).

Oliveira (1999), num seminário promovido pelo Conselho Nacional de Educação em 1999 sobre *O ensino experimental e a construção de saberes*, apresentou, a relação entre a realização de trabalho experimental e formação inicial de professores. Nesse contexto salientou que a implementação destas atividades altera as abordagens clássicas de ensinar ciências, com implicações na mudança das conceções dos professores sobre a sua própria função de professor, sobre o papel do aluno e sobre a gestão dos programas,

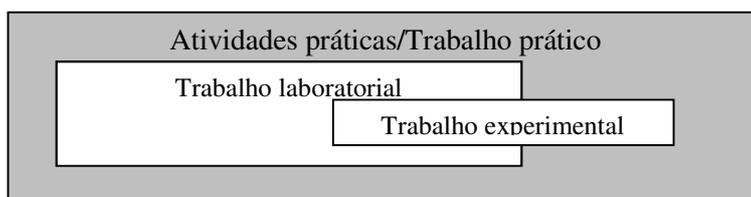
quer ao nível dos conteúdos quer ao nível do tempo, da avaliação, da organização da sala de aula, da disciplina, dos materiais e equipamentos, da relação professor-aluno-conhecimento e até na mudança das relações com os colegas e a própria estrutura organizativa da escola.

Em sequência apontou uma série de exigências a ter em consideração pelos professores quando optam pela realização de trabalho experimental, a saber: adquirir conhecimentos, no âmbito da ciência da sua especialidade e da educação em ciência; responder a um conjunto de problemas que enformam o trabalho experimental; refletir e aprofundar os conhecimentos à luz das propostas resultantes da investigação ou da própria vivência de processos de investigação; desenvolver, partindo da própria experiência, novas conceções do ensino das ciências pela análise e a reflexão sobre os objetivos, os conteúdos, a natureza e o papel do trabalho experimental no ensino e na aprendizagem da ciência; promover práticas inovadoras, integrando conhecimentos e experiências para melhorar a aprendizagem.

Apesar da relação entre o processo de formação de professores e o desenvolvimento de atividades experimentais ser um aspeto importante no quadro do ensino das ciências não nos iremos deter mais sobre este assunto.

Retomemos Oliveira (1999) para referir que esta investigadora considera que, o trabalho experimental integra o trabalho prático, no entanto, as demonstrações, verificações e simulações não fazem parte do trabalho experimental. Está convicta que para a construção de saberes, o trabalho experimental, baseado nas demonstrações ou simulações, não têm a mesma importância que as investigações. Nestas os alunos podem desenvolver, recorrendo a recursos variados, experiências significativas, construindo, no seio de comunidades de aprendizagem, significados de conceitos próximos dos que são aceites pela comunidade científica.

Neste ponto retomamos Santos (2002) que apresenta, esquematicamente, a síntese de algumas classificações para o “trabalho prático”, “trabalho laboratorial” e “trabalho experimental”.



**Figura 3** - Relação entre trabalho prático, laboratorial e experimental (Santos 2002, p. 38)

Comparando esta representação com a da figura 1 podemos constatar que as diferenças não são muito acentuadas, no entanto esta autora não inclui as atividades de campo em qualquer um dos domínios do trabalho prático.

Em suma, o que se nos afigura transversal a estas classificações é o facto de se considerar o “trabalho experimental” como uma forma de “trabalho prático”.

Isto não significa que a clarificação de conceitos fique definitivamente elucidada. De facto tal como Santos (2002) Pro Bueno (2000) é da opinião que as designações “atividades práticas”, “atividades laboratoriais” e “atividades experimentais” ocorrem de forma indiscriminada. Reforça a ideia de que nem todas as atividades práticas se realizam no laboratório e que nem todo o trabalho de laboratório é experimental e questiona são experimentais as práticas com recurso a protocolos, limitando-se a sua aplicação à execução de receitas?, (Pro Bueno, 2000). Assim, não considera, por exemplo, a pesquisa de informação, segundo diferentes fontes ou a resolução de problemas, como trabalho prático. Tal apreciação contrasta com a apresentada por outros autores, como adiante referiremos.

Este autor coloca o enfoque no tópico relacionado com o momento de realização da atividade de laboratório e não apoia a separação de aulas de cariz eminentemente teórico das de resolução de problemas e de laboratório. Não é favorável à realização de atividades de laboratório após a exploração de conteúdos teóricos, pois considera que os professores não têm nenhum controlo sobre qual o contributo que trazem para a aprendizagem. Assume uma postura mais radical ao salientar que estes procedimentos, realização de atividades laboratoriais após terminar a exploração teórica, são uma perda de tempo, constituindo o que designa de “complementos curiosos” (p. 112). Redobra esta opinião ao considerar que existem formas mais divertidas de “entretar o aluno”.

Trata-se de uma opinião partilhada por Wellington (2000) que considera que o ensino das ciências deverá ter uma componente prática, mas nunca poderá ignorar o devido suporte teórico. Vai mais longe ao mencionar que é necessário que professores e alunos explicitem os diversos tipos de trabalhos práticos e os fins a que se destinam. Acrescenta ainda que há uma tendência para designar por “atividade prática” tudo o que se faz no laboratório. A este propósito afirma que muitas das atividades realizadas nos laboratórios das escolas não são mais de que ilustrações de fenómenos, realização de exercícios ou manuseamento de aparelhos/equipamentos de laboratório.

Dourado (2000) refere que o trabalho prático se pode desenvolver no laboratório ou no campo e que o primeiro pode assumir carácter investigativo se apresentar situações problemáticas, suscitar a reflexão e a enunciação de hipóteses, favorecer a planificação da atividade experimental, proporcionar a análise de resultados, suscitar a consideração de possíveis perspetivas, integrar o estudo realizado num corpo coerente de conhecimentos e potenciar a dimensão coletiva do trabalho científico organizado em equipas. Admite que estas fases distintas do trabalho investigativo podem ser concebidas com diferentes graus de abertura.

Hodson (1998, 2000, 2009) considera o trabalho prático como uma estratégia válida de ensino-aprendizagem e inclui nela, para além do trabalho laboratorial, o uso de meios informáticos, a realização de entrevistas, painéis, debates, colóquios, produção de vídeos, diaporamas, elaboração de cartazes, artigos de jornal, exposições ou trabalho de projeto.

Outra perspetiva relacionada com o “trabalho experimental” é avançada por David Klahr, que em 2011, apresentou na Universidade do Minho e em Lisboa, o resultado das suas investigações sobre o valor do ensino experimental. Este autor destaca o intenso intercâmbio promovido nos Estados Unidos da América, nas duas últimas décadas, entre investigadores de educação, sobre a aprendizagem por descoberta ou exploratória, instrução direta, investigação autêntica e abordagens *hands-on*. Refere o que, também para nós, constitui um toque fundamental na abordagem que se faz ao ensino experimental: “todas as investigações falharam na elaboração de um vocabulário comum, para se definir os aspetos essenciais dos diferentes tipos de instrução que estão sujeitos a

comparação” (p. 12). Esta constatação reforça o que já referimos sobre as questões relacionadas com a nomenclatura atribuída às atividades experimentais.

Klahr (2011), considera que antes de se avançar para a conceção de currículos devem conceber-se procedimentos eficazes de ensino e tornar mais exata a terminologia a utilizar para descrever contextos e ações didáticas. Menciona ainda que, tratando-se de ciência, não se deve avançar sem se dispor procedimentos claros, inequívocos e replicáveis relacionados com questões operacionais.

Este autor apresenta o ensino experimental como uma estratégia para que os alunos aprendam sobre o controlo de variáveis (ECV) – processo para conceber experiências sem confusão, controlando uma variável de cada vez.

Com base neste tipo de procedimento, ECV, Klahr e Nigam (2004), realizaram estudos onde usaram duas metodologias de ensino “instrução direta” e “aprendizagem por descoberta” com alunos do 3.º e 4.º anos. Nas duas situações, os alunos permaneceram ativos, envolvidos na planificação de experiências e manipulação de equipamentos e tiveram o mesmo tempo para a planificação das experiências e manipulação de materiais. A diferença entre os dois procedimentos de ensino reside no facto do professor, na instrução direta fornecer bons e maus exemplos de ECV e explicar a diferença entre eles apresentando aos alunos a razão de funcionar a ECV. Contrariamente, na aprendizagem pela descoberta não foram apresentados exemplos ou explicações.

Apresentando uma breve caracterização das modalidades metodologias usadas na implementação de atividades experimentais vejamos o que Klahr (2011) refere:

**Com formação e exploração** (aprendizagem por instrução direta). A formação inclui uma explicação acerca da base racional por detrás do controlo de variáveis, bem como exemplos sobre como realizar comparações sem fatores de confusão. São colocadas questões exploratórias sobre o trabalho específico que realizaram;

**Com exploração sem formação.** Não é dada formação explícita mas são colocadas algumas questões exploratórias em torno de cada comparação, tal como as que foram usadas na situação de formação e exploração;

**Sem formação e sem exploração** (aprendizagem pela descoberta). Não é dada formação nem é realizada exploração.

Os trabalhos de investigação levados a cabo por Klahr e Nigam (2004), receberam críticas de outros autores:

- Não transparece o que realmente se entende no ensino orientado para a descoberta pois é extremo, isto é proporciona muito pouca orientação, motivação e participação interativa;
- A instrução direta, procedimento considerado mais eficaz por estes investigadores, estava muito próximo do que a pedagogia construtivista recomenda. Instrução direta não é entendida como atividade de pesquisa orientada e é usada por muitos para ensinar sem contemplar qualquer situação de pesquisa;
- Os resultados apresentados poderiam ser usados para “regressar ao ensino tradicional, factualmente orientado e centrado no professor.

Apesar das críticas formuladas à aprendizagem baseada em Estratégias de Controle de Variáveis (ECV), parece-nos que esta metodologia constitui uma forma bastante clara e rigorosa de abordar as atividades experimentais. No entanto, acreditamos que as modalidades didáticas associadas a esta metodologia, anteriormente descritas, não provocarão os mesmos efeitos na aprendizagem dos alunos.

Após esta breve exposição acerca das diversas concepções ligadas ao ensino das ciências apresentamos, no quadro VI, uma sistematização realizada por Santos (2002), de contribuição de vários autores, sobre as atividades práticas, onde se incluem as experimentais.

**Quadro VI** - Classificação das atividades experimentais e sua caracterização (adaptado de Santos 2002)

<b>Autor</b>	<b>Classificação</b>	<b>Características/objetivos</b>
Woolnough e Allsop (1985)	Demonstrações Exercícios Experiências Investigações Admitem desenhos híbridos Estudos de campo	Pode ser eficiente para descrever conceitos e técnicas. Exercícios de manipulação, observação e medição. Permitem desenvolver técnicas e competências práticas. Experimentações exploratórias simples, rápidas. Permitem aos alunos “o get ‘a fel’ for the phenomena” Permitem ao aluno se um “cientista” que resolve problemas. Permite obter mais do que um objetivo simultaneamente, principalmente quando o aluno já tem alguma experiência de trabalho de laboratório. Pode ser no ambiente natural, mas também em museus e locais industriais.
Gott e Foulds (1989)	T. experimental: - competências básicas  - de observação	Para desenvolver técnicas e competências práticas. Normalmente é acompanhado por instruções “passo a passo”. Envolve a observação de um evento ou objeto usando os sentidos ou instrumentos.

	- ilustrativo	Envolve a ilustração de um fenómeno particular. Normalmente é acompanhado por instruções “passo a passo”. Começa com uma questão a investigar (dada pelo professor ou colocada pelo aluno) e requer do aluno a responsabilidade sobre a forma de proceder, o equipamento e os materiais a usar, o que deve medir, como o registar, como interpretar os dados e como avaliar os resultados.
Miguéns (1990) Lunetta (1991)	Demonstrações Exercícios  Experiências Experimentos por descoberta guiada  Investigações ou projetos  Trabalho de campo	Realizada pelo professor. Aluno segue um procedimento experimental que indica procedimentos e instruções. Experimentações simples e exploratórias. Procedimentos realizados pelos alunos em direção à resposta certa. Os alunos resolvem problemas, pesquisam, experimentam. Trabalho prático verdadeiro, útil e compensador. Sair da escola, ir ao terreno.
Lock (1990)	Demonstrações  Verificações experimentais Investigações experimentais	Existência de um <i>contínuum</i> desde as atividades centradas no professor até às centradas no aluno, o professor assume o papel de consultor e guia. No extremo desse <i>continuum</i> , encontram-se as investigações que são as atividades verdadeiramente experimentais. Os alunos assumem e conhecem o problema em estudo real e é-lhes permitido envolverem-se no planeamento, execução, interpretação e avaliação da evidência na procura de soluções, para além de poderem comunicar os seus resultados verbalmente e por escrito
Lopes (1994)	Modelo de trabalho experimental: - Tipo demonstrativo - Tipo indutor- concetual  - Tipo refutador - Tipo investigativo	Função de ilustrar factos e princípios como forma de dar credibilidade à informação teórica. Insere-se na linha da aprendizagem por transmissão. Valoriza os conteúdos em detrimento dos processos. Função de introduzir os conceitos, teorias e leis. Insere-se na linha da aprendizagem por descoberta. Sobrevaloriza os processos. Desenvolvimento de capacidades manipulativas. Função de gerar conflitos cognitivos com vista à mudança concetual. Grau de abertura tendencialmente fechado com objetivo principal de refutar hipóteses. Função de aplicar os conhecimentos a novas situações através da resolução de problemas. O ponto-chave é o desenvolvimento de capacidades, dando ao aluno a possibilidade desse aperceber da natureza da ciência e dos processos inerentes à sua produção.
Bonito (1996)	Atividades práticas laboratoriais - Tipo I - Tipo II - comprovativas - Tipo III - investigativas - Tipo IV - Tipo V	Desenvolvimento de competências psicomotoras Verificação de conceitos ou princípios Descoberta de um conceito ou princípio Resolução de problemas (orientada) Resolução de problemas (autonomamente)

No quadro acima apresentado não consta a contribuição de Klahr pelo que introduzimos a perspetiva deste autor:

Chen & Klahr (1999)	Estratégia de controlo de Variáveis (ECV) - por instrução direta (ID) - aprendizagem por descoberta (APD)	Pretende-se um ensino orientado, com recurso à motivação e participação interativa; Aprendizagem autónoma do aluno. Em situações extremas o professor não proporciona orientação.
---------------------	---	---

Com base na informação contida no quadro VI podemos concluir que todos os autores nele constantes consideram que as atividades laboratoriais/experimentais assumem um carácter demonstrativo ou investigativo dependendo do fim a que se destinam: verificar /descrever algo, praticar procedimentos, resolver de problemas propostos pelos alunos, sendo, nesta última situação, envolvidos na planificação e execução de investigações, na interpretação de resultados e na procura de soluções.

No debate sobre o ensino de ciências há outro assunto que merece reflexão: quando falámos de atividade prática/experimental. Pode a mesma conceção destas atividades ser generalizada a todas as disciplinas da área das ciências, tais como a Biologia, a Geologia, a Química, a Física, a Astronomia, a Ecologia, a Cosmologia, a Bioquímica? Será exequível definir um único tipo de atividade prática/experimental?

Wellington (2000) considera que embora as diversas disciplinas, da área das ciências, apresentem características comuns, elas usam métodos diferentes, pois a sua história e cultura variam são específicas de cada uma. Por esta razão considera impossível aplicar a todas as disciplinas da ciência escolar um único método científico. Atribui o fracasso do trabalho prático, aplicado ao ensino das ciências, ao facto durante décadas não se ter conseguido aplicar o “método científico”: “Não é apenas uma tarefa difícil para a ciência na escola – é uma tarefa impossível”. Acrescenta, “Esta é a razão pela qual a prescrição de um único quadro sobre o trabalho de experimentação e investigação nunca terá sucesso”. Para além de que “impor um único formato para o trabalho prático receberá, por parte dos docentes, cinismo, ceticismo ou mesmo ressentimento” (Wellington, 2000, p. 79).

Um outro aspeto utilizado na caracterização das atividades laboratoriais e experimentais, relaciona-se com o seu grau de abertura. Hodson (2000) ao definir trabalho

experimental coloca a ênfase nos diferentes graus de abertura que podem apresentar. Entenda-se aqui como “abertura” como o grau de autonomia concedido aos alunos. Este autor refere ainda que a idade dos alunos é um fator importante na conceção de atividades com maior grau de abertura.

Para Woolnough e Allsop (1991), citados por Santos (2002) as atividades experimentais atingem o máximo de abertura com as investigações. Segundo estes autores nas atividades investigativas os alunos são confrontados com problemas para os quais não têm resposta, fazem previsões, concebem e testam estratégias.

Sequeira (2001) com base nos trabalhos de Hofstein (1991) e de Tamir (1991) apresenta uma seriação em quatro graus de abertura das atividades laboratoriais. São usados itens de referência para as atividades laboratoriais (colocação do problema, procedimentos e conclusões). A partir da forma como são especificados, pelos alunos ou pelo professor, podem definir-se quatro graus de abertura 0, 1, 2 e 3. Assim, uma atividade laboratorial é considerada como mostrando um grau de abertura elevado quando os alunos especificam os diferentes passos da atividade (definição do problema, equipamento a ser usado, procedimentos a seguir, métodos de recolha de dados e interpretação dos resultados, ...), estas atividades são designadas de investigativas. Se atendermos ao grau de abertura destas atividades num contínuo, deparamo-nos, com as atividades investigativas, num dos extremos surgindo no outro as atividades em que tudo é dado ao aluno e todas as decisões são apresentadas pelo docente. Estas últimas são designadas de atividades ilustrativas e encontram-se no extremo oposto às investigativas. O quadro seguinte, adaptado de Sequeira (2001) traduz os diferentes graus de abertura das atividades laboratoriais/experimentais.

**Quadro VII** - Grau de abertura das atividades laboratoriais/experimentais segundo Hofstein (1991) e Tamir (1991) adaptado de Sequeira (2001)

Nível de investigação/grau de abertura	Problema(s)	Procedimentos	Conclusões
0	Propostos	Propostos	Propostos
1	Propostos	Propostos	Não propostos
2	Propostos	Não propostos	Não propostos
3	Não propostos	Não propostos	Não propostos

A “estratégia ilustrativa” encaixa no extremo fechado (em que tudo é proposto ao aluno), enquanto o processo investigativo tende a afastar-se desse extremo. O nível, ou grau investigativo é determinado pela posição da atividade de acordo com as posi-

ções parcelares nos contínuos *não proposto-proposto* de cada uma das fases envolvidas (definição do problema, escolha do método, e apresentação das conclusões). Atinge-se o máximo da estratégia investigativa no extremo, em que nada é proposto ao aluno, sendo este o gerador de todas as fases contempladas na atividade laboratorial/experimental.

De notar que atividades desta natureza não são fáceis de levar a cabo, nem pelos alunos nem pelos professores. Segundo Miguéns e Serra (2000), exigem dos alunos a gestão de competências cognitivas de elevado nível e dos professores exigem uma formação científica e pedagógica sólidas que lhes permita, por um lado, manipular com segurança conceitos e processos científicos e, por outro, interagir com os alunos para que, em cada momento e perante cada dificuldade, saibam introduzir toda a informação necessária à sua progressão. Planear e executar as atividades experimentais de carácter investigativo exige dos alunos e dos professores a constante resolução de problemas. Esta exigência poderá constituir uma mais-valia mas também um dos principais obstáculos à sua realização.

Sequeira (2001) referindo-se à realização das atividades laboratoriais/experimentais, no ensino secundário, reconhece-lhes um importante valor educativo. Considera-as fundamentais em ações como a demonstração, a ilustração e o exercício de competências técnicas, entre outras. No entanto, considera que as do tipo investigativo permitem alcançar vários níveis da educação em ciência. Salaria que são consideradas atividades holísticas, que integram diversos elementos característicos da atividade científica. Assim, as estratégias experimentais possibilitam a síntese e aplicação interligada de conhecimentos concetuais e processuais e de competências cognitivas e técnicas, facilitando a aprendizagem dos conteúdos e dos processos, favorecendo a compreensão sobre a natureza da ciência, gerando interesse e motivação nos alunos.



## Capítulo 3

### Planificação da investigação

“A diferença entre instrução direta e aprendizagem por descoberta não implica uma diferença entre aprendizagem ativa e passiva”.

David Klahr, 2011, p.18

Como tivemos oportunidade de explicar no primeiro capítulo deste trabalho, nos documentos oficiais que, na última década, têm orientado o ensino das ciências, não constam recomendações sobre os conteúdos programáticos que melhor se ajustam à realização de atividades experimentais. Além disso, estas atividades são pouco citadas nas “Orientações Curriculares” de 2001, apesar de assumirem um destaque especial e integrarem as notas justificativas deste documento, onde lhes é atribuído um claro valor educativo.

Estando identificadas algumas dificuldades na sua implementação (tais como, o número de alunos por turma, a falta de tempo para cumprir programas, os espaços físicos das escolas destinados à sua realização e a formação de profissional), os professores de ciências e os investigadores, reconhecem a importância de serem realizadas com critério pois, proporcionam, tal como foi apresentado no capítulo anterior, o desenvolvimento de capacidades que outras atividades não possibilitam. Assim, é consensual a importância que as atividades experimentais têm no ensino das ciências, aqui destacando as ciências naturais.

Contudo, a forma de serem realizadas pode envolver diversas metodologias, tendo como referência o grau de abertura ou de aproximação relativamente ao nível etário e de conhecimentos dos alunos. Podem, também, ser centradas nos interesses e necessidades dos alunos, sendo estes chamados a construir todo o *design* experimental, ou en-

tão serem perfeitamente estruturadas segundo um plano de trabalho que os alunos devem seguir, sob a orientação do professor.

Após uma síntese do que se recomenda nos documentos estruturantes do ensino das ciências, com destaque para as atividades experimentais, e na literatura especializada, iremos traçar as linhas do nosso trabalho empírico. Começamos por enquadrar a problemática, definimos o problema e os objetivos que o guiaram, após o que descrevemos os procedimentos usados.

### 3.1. Apresentação da problemática

Em meados do século passado, o ensino passou por profundas reflexões, muitas delas com base em investigações, que se repercutiram na organização de grupos de trabalho mandatados para reestruturar os currículos e repensar as orientações pedagógicas. As reformulações daí resultantes constituíram um marco importante no contexto educativo dos E.U.A. sendo, posteriormente, estendidas à Europa, incluindo Portugal.

Tal como nas décadas de 50/60 do século XX, e no que respeita ao ensino das ciências, também hoje se promove a pesquisa sobre o modo como este deve ser implementado. Sem dúvida que, o domínio de conhecimentos não é suficiente, a componente prática requer uma atenção especial. Esta deve incluir uma vertente experimental que, para além de se encontrar refletida nas diretrizes e recomendações oficiais, deve completar a prática letiva que tem lugar nas escolas.

Recentemente, Klahr e Nigam (2004) apresentam uma forma de conceber atividades experimentais recorrendo a *Estratégias de Controlo de Variáveis* segundo metodologias mais baseadas em processos de instrução direta ou mais baseada na aprendizagem pela descoberta. As possibilidades avançadas por estes autores enquadram-se em três modalidades, *com formação e exploração, com exploração sem formação e sem formação e sem exploração*.

Tal como estes autores, admitimos que ao nível do 3.º ciclo do ensino básico, no quadro das ciências naturais, a prática experimental é fundamental, tendo, no entanto, de

ser bem direcionada e estruturada, de forma que os alunos consigam alcançar a aprendizagem desejada.

Neste sentido, nas opções que toma, o professor deve ter bem presente, nomeadamente, o que são atividades experimentais, o conteúdo científico que sustém cada atividade, o nível etário dos alunos, bem como o conhecimento que estes possuem sobre o conteúdo em causa.

Logo, uma atividade experimental, à semelhança de outras, deve ser planificada definindo-se, de forma clara, o que se pretende com a sua realização. Assim, para realizarmos o nosso estudo, onde procurámos comparar a eficácia de metodologias com diferentes graus de estruturação optámos por seguir as propostas didáticas de dois autores marcantes, Robert Gagné e Benjamin Bloom e colaboradores.

O processo de instrução é segundo Gagné (1975, 1987) fundamental para haver aprendizagem formal. Nele estão envolvidos dois tipos de fatores: os internos (próprios do aprendiz – capacidades e conhecimentos anteriormente adquiridos, a atenção, a motivação, o desenvolvimento intelectual, etc) e os externos (relacionados com o ensino propriamente dito, pensado e desenvolvido pelo professor, em função do que deseja alcançar) que devem ser tidos em conta nessa aprendizagem.

Efetivamente, na sua confluência é possível e desejável enunciar os objetivos em termos de resultados esperados dos alunos durante ou logo após o ensino devendo ser, portanto, mensuráveis e traduzidos em desempenhos.

Não deixando de ter em consideração as diferenças individuais (terão de ser atendidos os pré-requisitos, os diferentes ritmos de progresso e de aprendizagem, a quantidade de informação e habilidade de operar com ela), considera este autor que o ensino deve estimular os processos e habilidades mentais, o conteúdo, as estratégias cognitivas, a informação verbal, as habilidades motoras e as atitudes.

A sequenciação dos três momentos de ensino constitui um ponto fulcral da proposta a que nos referimos, muito assente no conhecimento obtido sobre o funcionamento da memória. Apresentamos, então, esses momentos designados de “preparação para a nova aprendizagem”, seguida do “desempenho”, terminando na “transferência”. Na “preparação para a nova aprendizagem” o professor deve captar a atenção do aluno, esclarecer o que vai ensinar e recorrer a conhecimentos anteriores para despertar a re-

cordação. Neste primeiro momento é fulcral o processo de motivação que se baseia no esforço, na tarefa a realizar e no estabelecimento de expectativas.

O segundo momento “desempenho”, inicia-se com a apresentação, pelo professor, da informação, após o que orienta a aprendizagem recorrendo a diversos suportes. Esta etapa terá de conduzir a desempenhos dos alunos que receberão do professor *feedback* acerca do que realizaram e de como devem continuar, para melhorarem o seu desempenho.

O último momento “transferência”, é caracterizado pela avaliação do desempenho do aluno e pela aplicação da aprendizagem conseguida a novas situações.

**Quadro VIII** - Relação entre eventos de instrução e aprendizagem em contexto de aula (Gagné, 1988, 182, adaptação por Damião & Viães, 2009)

Momentos	Eventos de instrução	Relação com a aprendizagem
Preparação	<b>Captar a atenção do aluno</b> (através, por exemplo, de referência a um acontecimento, recente, fazendo uma pergunta sugestiva...)	Formação de expectativas
	<b>Descrever os objetivos</b> (esclarecendo, com clareza, a intenção do que vai ser ensinado)	Motivação para aprender
	<b>Estimular a recordação</b> como pré-requisito (relacionando os conhecimentos da aula com outros anteriormente adquiridos)	Recuperação da aprendizagem através da ativação da memória
Desempenho	<b>Apresentar os estímulos materiais</b> (de modo ordenado, respeitando o funcionamento da perceção e da memória)	Mobilizar seletivamente a atenção e a memória para adquirir informação
	<b>Orientar a aprendizagem</b> (recorrendo a textos, exemplos, esquemas, etc.)	Recuperar informação guardada na memória
	<b>Proporcionar o desempenho</b> (recorrendo a estratégias que permitam a aplicação na situação)	Ativar a organização de respostas e reter na memória informação essencial
	<b>Proporcionar o feedback</b> (evidenciando, no momento, o que aluno fez certo e errado)	Estabelecer o reforço
Transferência	<b>Avaliar o desempenho</b> (controlando de modo criterioso a evolução do aluno, com recurso a provas)	Ativar a recuperação de dados guardados na memória e responder
	<b>Reforçar a retenção e facultar a transferência</b> (recorrendo a estratégias que permitam a aplicação noutras situações)	Ativar a recuperação de dados guardados na memória, sobretudo de estratégias

A planificação elaborada no âmbito do nosso estudo, para averiguar da influência de duas metodologias de ensino no processo de aprendizagem dos alunos, segue toda a sequência didática apresentada no quadro anterior e incluí os recursos usados.

Como referimos antes, a planificação das aulas, de acordo com Gagné, requer a definição precisa de objetivos, pelo que na planificação requerida no nosso estudo, e que adiante apresentaremos, optámos pela taxonomia dos objetivos educacionais na linha de Benjamim Bloom e colaboradores.

Originalmente redigida Bloom (1956) e Krathwolh et al (1964) usada para classificar os diferentes tipos de “objetivos educacionais” desenvolveu-se numa época onde prevaleciam as teorias behavioristas, mas depressa teve uma apropriação cognitivista.

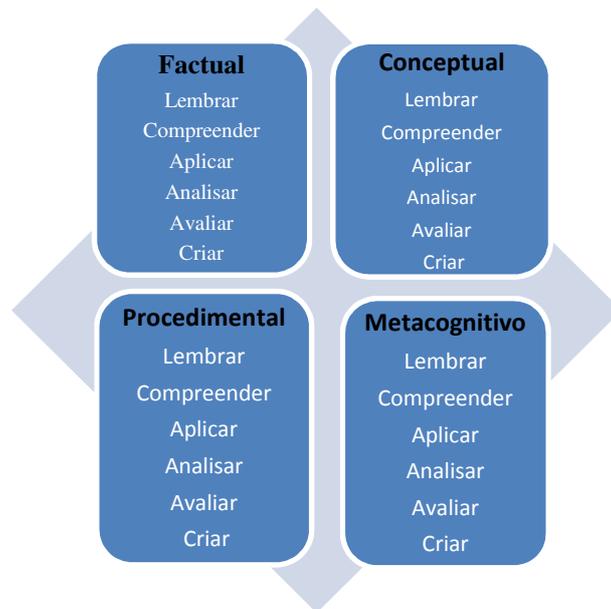
Recentemente, foi revista por uma equipa coordenada por Anderson e Krathwolh (2001), que publicaram, uma versão atualizada de grande interesse.

Reconhecida a importância da dimensão cognitiva, a equipa liderada por estes autores tentou corrigir algumas falhas da versão inicial e teve em consideração um maior conjunto de fatores que afetam o ensino e a aprendizagem. Assim, na nova taxonomia diferencia-se o conteúdo do raciocínio (dimensão do conhecimento) dos procedimentos para resolver os problemas (dimensão do processo cognitivo).

A dimensão do **conhecimento**, que constitui uma novidade relativamente à taxonomia original, divide-se em quatro categorias: informações básicas (factos); conceitos (envolvendo as relações entre as partes de uma estrutura maior que as fazem funcionar em conjunto); procedimentos (como fazer); e conhecimento metacognitivo (saber raciocinar de modo geral ou particular). A dimensão do **processo cognitivo** divide-se em seis níveis, ordenados do mais simples para o mais complexo, à semelhança do esquema original: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar.

Cada nível de conhecimento pode corresponder a um nível do processo cognitivo, ou seja, o aluno pode *lembrar* um conhecimento factual, *entender* o conhecimento conceitual, *avaliar* um procedimento ou *criar* um processo de autoconhecimento.

Relacionando as duas dimensões, podemos construir uma representação esquemática onde facilmente se articulam os níveis das duas dimensões agora propostas (cf. figura 4).



**Figura 4** - Dimensão do conhecimento e do processo cognitivo (adaptado de Anderson e Krathwohl, 2001)

Wellington (2006) lembra que passadas cinco décadas da sua divulgação, esta taxonomia experimenta um novo revivalismo, sendo usada numa outra perspetiva como: uma forma de desenvolver diferentes tipos de aprendizagem, colocando os objetivos em níveis, que se dispõem segundo uma hierarquia. Pode, assim, ser usada como uma *checklist* na planificação de aulas e no questionamento em sala de aula.

Algumas décadas após a sua apresentação já diversos autores, como por exemplo Vaughan (1980) referido por Wellington (2006), reconheceram que a delimitação de objetivos instrucionais cognitivos, atitudinais e de competências é fundamental no trabalho a ser desenvolvido pelos professores nas várias disciplinas. Também os alunos ao conhecerem o que deles é esperado, durante e após o processo de ensino, conseguem mais facilmente atingir objetivos.

Tomando como exemplo, embora a um nível de ensino diferente, os trabalhos de Ferraz e Belhot (2010), envolvendo estudantes de engenharia aos quais lhes é solicitada a realização de atividades académicas, recorrendo à simulação da realidade com alto grau de abstração, constataram que só uma pequena fração de alunos consegue concretizar tais atividades de forma satisfatória. Consideram que desenvolver essa capacidade de abstração e utilização de um conhecimento específico, de forma multidisciplinar, é um processo que deve ser planeado, definido e organizado.

Acrescentam estes autores que se deve proceder a uma definição clara e estruturada dos objetivos instrucionais, ao nível da aquisição de conhecimentos e de competências, adequados ao desenvolvimento do perfil profissional a ser formado. Esta condição permitirá direcionar o processo de ensino para a escolha apropriada de métodos, para a delimitação do conteúdo específico, para a seleção de instrumentos de avaliação e, conseqüentemente, para uma aprendizagem efetiva e duradoura.

Retomando Wellington (2006), este autor refere uma aplicação específica desta taxonomia no *Key Stage 3*, (nível de ensino equivalente ao 3.º ciclo do ensino básico) em Inglaterra e no País de Gales, que procede a uma seleção do tipo de questões que os professores devem elaborar a fim de “puxar” pelos alunos, solicitando uma vasta gama de habilidades. Este programa considera que o questionamento em sala de aula deve incluir perguntas abertas e fechadas que se reportem a diferentes níveis da hierarquia cognitiva, desde as de ordem inferior (pedindo simplesmente para relembrar factos) até às de ordem superior, tais como avaliar e criticar.

Os termos a usar em cada nível são apresentados de uma forma bastante concreta e de acordo com Wellington (2006), tendo como referência a proposta original:

- **Conhecimento:** Relembrar, listar, definir, identificar, nomear, descrever. quem, quando, o quê, onde?;
- **Compreensão:** Traduzir, resumir, interpretar, contrastar, prever, discutir. Por que ...?;
- **Aplicação:** Aplicar, demonstrar como, resolver, classificar, descobrir, tentar num novo contexto;
- **Análise:** Explanar como, inferir (e se?), separar, conexão, a ordem, comparar e contrastar, analisar;
- **Síntese:** Design, combinar, integrar, modificar, generalizar, criar e compor;
- **Avaliação:** Avaliar, decidir, classificar, concluir, resumir, comparar, julgar e contrastar.

Wellington (2006) salienta o facto de os níveis, em Bloom, formarem uma progressão linear e serem cumulativos, defendendo que um nível superior pode ser alcançado sem que se tenham atingido os níveis anteriores.

Para desenvolver atividades experimentais além da dimensão cognitiva é fundamental ter em consideração a dimensão afetiva. Porém, para Cortesão (1982) a tarefa de construir uma taxonomia para este domínio é mais complexa que construir uma taxono-

nomia para o domínio cognitivo. Efetivamente, enquanto para o domínio cognitivo o critério de hierarquização é a abstração, no domínio afetivo o critério é a interiorização.

### 3.2. Problema e objetivos do estudo

No primeiro capítulo do presente trabalho, demos destaque às opções tomadas pelos responsáveis pela educação em Portugal, ao longo das duas últimas décadas. Retomando essas opções, patentes nos documentos que orientaram o ensino experimental das ciências naturais, principalmente os seguidos nos últimos dez anos, constatámos que se centraram mais no que os alunos poderiam necessitar de aprender, atendendo à realidade do meio envolvente, do que nos conteúdos fundamentais de ciências. Assim, a linha curricular a seguir, não prestando indicações muito claras sobre os principais conteúdos a desenvolver em cada um dos temas apresentados, permitia uma flexibilização muito grande na forma de os professores planificarem o ensino.

Neste enquadramento surge o presente estudo com o qual pretendemos comparar a eficácia de duas metodologias de ensino para concretizar uma atividade experimental, integrada num conteúdo da disciplina de ciências naturais. Com base em Klahr usámos duas opções metodológicas: uma com elevado grau de estruturação, designada de *com formação e exploração* e outra com baixo grau de estruturação, designada de *sem formação com exploração*. Em concreto, pretendemos verificar qual delas contribui para a alteração de conhecimentos, sobre um conteúdo do programa e sobre a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais.

No que respeita às variáveis a ter em conta nesta investigação, a variável dependente (que segundo Tuckman (2000) é o fator que se manifesta, desaparece ou muda à medida que se introduz, remove ou faz mudar a variável independente), é o conhecimento que os alunos têm da importância do controlo de variáveis.

A variável independente (ainda segundo o mesmo autor corresponde ao que é manipulado), é a metodologia utilizada. Como mais adiante se descreverá a um grupo de alunos foi aplicada uma metodologia de ensino mais próxima da “instrução direta” *com formação e exploração*, enquanto o outro grupo foi aplicada outra metodologia mais próxima da “aprendizagem pela descoberta” *sem formação com exploração*.

Podemos, ainda, considerar como variável moderadora o nível de conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema e sobre a importância da ECV. Este aspeto não foi neutralizado pela impossibilidade de o fazermos. Não é possível assegurar que não vai ter um efeito diferencial ou moderador sobre a relação entre variáveis dependente e independente.

### **3.3. Procedimento**

Apresentada a problemática e os objetivos do estudo, cumpre-nos agora referir os procedimentos.

Nesta investigação, inspirada nos trabalhos de Klahr (2011) para a conceção de atividades experimentais com recurso a *Estratégia de Controlo de Variáveis* (ECV), a terminologia usada foi, em parte, a apresentada por este autor.

Assim, das três opções metodológicas propostas, para a implementação de atividades experimentais recorrendo a ECV, apresentadas no capítulo anterior (1- *com formação e com exploração*, 2- *sem formação com exploração* e 3- *sem formação e sem exploração*), usámos, apenas, as duas primeiras pois considerámos que a última opção metodológica corresponde a um modo muito extremista de conceber atividades experimentais, pelo que seria de difícil aplicação neste nível de ensino e envolvendo alunos nesta faixa etária. Para além das condicionantes apresentadas constituiu uma dificuldade, a este estudo, a disponibilidade de tempo que essa metodologia requer. Além de que, sob o ponto de vista ético, modificar substancialmente a dinâmica letiva, pode levantar problemas.

Atendendo à problemática a investigar optou-se por um plano de investigação quase-experimental pois a afetação dos sujeitos aos grupos participantes não foi aleatória, (Tuckman, 2000).

Outro problema de ordem ética relaciona-se com a manipulação do ensino que pretendíamos fazer (usando num dos grupos uma metodologia que se entendia como mais favorável à aprendizagem - grupo A - e noutro grupo uma metodologia que se

entendia menos favorável - grupo B - , ou, até, desfavorável), pelo que os alunos não ficariam, no final da intervenção, com a mesma preparação.

Dadas as características do estudo foi necessário solicitar autorização aos encarregados de educação dos alunos envolvidos. Estes sujeitos foram informados do propósito do nosso trabalho através de uma comunicação realizada pelos diretores de turma, aquando da entrega das avaliações relativas ao primeiro período, em janeiro de 2012, a qual foi transmitida por carta que reproduzimos no Anexo I. Saliente-se que nenhum encarregado de educação se opôs à participação do seu educando, no nosso estudo.

A investigação decorreu no ano letivo 2011-2012, numa escola onde lecionámos a qual pertence a um Agrupamento de Escolas da região centro do país. Foram escolhidas turmas de 7.º ano, de entre aquelas que nos foram atribuídas.

A escolha deveu-se ao facto de serem turmas equivalentes, quer quanto ao número de alunos (o grupo A integrou 17 alunos e o grupo de B 18 alunos), quer quanto ao seu comportamento e aproveitamento global.

As aulas funcionaram em regime de desdobramento com a disciplina de físico-química, isto é, a turma estava dividida em dois turnos, cada um dos quais com metade dos alunos da turma, sendo as aulas de 45 minutos alternadas para cada um dos turnos.

Os alunos de ambos os grupos (A e de B), realizaram pré-teste e pós-teste que construímos para o efeito (Anexo II) a partir de uma matriz de objetivos conteúdos, apurados na planificação realizada no início do ano letivo em sede de grupo disciplinar, destinada a orientar o ensino dos diversos professores da disciplina (Anexo III).

Entre a aplicação destes instrumentos procedeu-se a um intervenção pedagógico-didática diferente para cada um dos grupos. Essa intervenção, que integrou a realização de uma atividade experimental e ocorreu em quatro tempos letivos de 45 minutos.

A preparação da atividade experimental recaiu sobre o tema *A Terra conta a sua História* e, dentro deste, o tópico escolhido foi o referente às condições de fossilização.

A seleção do tema, prendeu-se com o facto de ser, em geral, do agrado dos alunos. Por outro lado, envolveu conceitos novos a aprender e outros que os alunos, à partida, já dominavam, como é o caso de alguns termos relacionados com os fósseis.

Salientando as condições experimentais a que grupo A esteve sujeito, *com formação e exploração*, foi assumida a perspetiva pedagógico-didática de que o professor deve conduzir a aula tendo como suporte uma planificação estruturada construída segundo as orientações dos autores acima referidos.

Assim, para este grupo foi elaborada uma planificação de acordo com o modelo instrucional de Gagné na qual incluímos objetivos educacionais segundo a taxonomia de Bloom e colaboradores (Anexos IV a, IV b e IV c).

Para o grupo B não foi elaborada uma planificação específica, tendo-se usado a planificação que consta do Anexo V. A opção metodológica assumida para este grupo baseia-se na perspetiva pedagógico-didática de que o aluno é autónomo na construção dos seus conhecimentos.

O tempo disponível para implementar as duas metodologias foi o mesmo. O quadro IX apresenta a calendarização efetuada para cada um dos grupos de alunos envolvidos na investigação.

**Quadro IX** - Calendarização da aplicação do estudo, no grupo A e no grupo B

Calendarização			Calendarização		
Grupo A	Realização do pré-teste. Aplicação planificação 1.ª aula (modelo instrucional de Gagné).	20 fev.	Grupo B	Realização do pré-teste. Explicitação do trabalho a desenvolver pelos alunos. Início dos trabalhos	20 fev.
	Aplicação planificação 2.ª aula (modelo instrucional de Gagné).	23 fev.		Continuação do trabalho autónomo.	22 fev.
	Aplicação planificação 3.ª aula (modelo instrucional de Gagné). (realização atividade experimental).	27 fev.		Continuação do trabalho autónomo.	27 fev.
	Verificação e registo dos resultados da atividade experimental. Realização do pós-teste.	3 mar		Verificação e registo dos resultados da atividade experimental. Realização do pós-teste.	29 fev.
	<b>Recursos:</b> - Produzidos pela professora – apresentação de conteúdos com recurso a Power-Point. - Uso de imagens, também recolhidas pela docente, para estimular a atenção e o entusiasmo. - Amostras de mão de diversos tipos de fósseis. - Protocolo de atividade experimental.			<b>Recursos:</b> - Disponibilização de meios informáticos para que os alunos realizassem a pesquisa. - Protocolo de atividade experimental.	

Apresentamos, de seguida, a forma concreta como desenvolvemos a nossa investigação nos grupos A e B.

**Grupo A. Com formação e exploração.** Corresponde a uma metodologia baseada na “instrução direta” intrinsecamente ligada a objetivos específicos de aprendizagem. Os alunos receberam instrução explícita quanto à ECV e formação relativamente ao conteúdo programático. Procedeu-se a um enquadramento do assunto em análise, usando-se diversos recursos (imagens/fotos, amostras de mão de fósseis da coleção da escola e da professora). Foi nossa preocupação que, em cada sessão, os alunos fossem confrontados com uma situação inesperada que servisse de motivação. A formação incluiu, ainda, uma explicação acerca da base racional por detrás do controlo de variáveis. Assim, foram apresentados alguns exemplos sobre como realizar comparações em situações de investigação, sem fatores de confusão. Na terceira aula os alunos realizaram a atividade experimental, descrita no pré-teste, orientados por um protocolo distribuído a todos os alunos e pelas instruções fornecidas pela professora. No protocolo foram incluídas questões às quais os alunos tinham de responder. Estamos, pois, perante uma atividade experimental com um grau de abertura baixo em que o problema é pedido, os procedimentos são fornecidos, mas os alunos tinham de tirar as devidas conclusões.

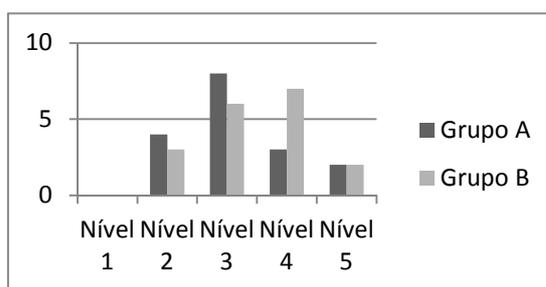
**Grupo B. Com exploração sem formação.** Corresponde a uma metodologia baseada na “aprendizagem pela descoberta”. Neste grupo foi apresentado o tema a estudar tendo sido fornecida uma breve orientação sobre os assuntos a pesquisar. Os alunos deveriam ter como referência os tópicos do manual. Não foi possível delimitar temporalmente a sequenciação dos conteúdos do tema a lecionar. No entanto, os alunos foram informados sobre a forma de orientar a pesquisa, bem como do tempo que disponham para a fazer. Após a realização desta parte do trabalho a professora solicitou, aos alunos, a planificação de uma atividade experimental, estando estes obrigados a indicar os materiais a usar, bem como os procedimentos a adotar. Prevendo-se que as sugestões apresentadas, pelos alunos, não se aproximavam do pretendido, este grupo, à semelhança do anterior, realizou a atividade experimental proposta. Contudo, não lhes foi apresentada qualquer explicação sobre a ECV, pelo que os alunos realizaram a atividade e responderam às questões, apenas com algumas orientações fornecidas pela professora.

## A amostra

Participaram na investigação 35 alunos que frequentavam o 7.º ano de escolaridade divididos em dois grupos: A (17 alunos) e B (18 alunos), destes apenas 2 repetiam o ano.

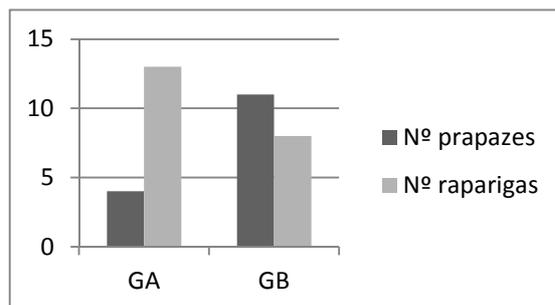
Relativamente ao rendimento escolar, obtido no final do segundo período (março), os grupos eram equivalentes. Em nenhum deles se verificou o nível 1. Já quanto à ocorrência de níveis 2 registou-se uma ligeira diferença: no grupo A, 4 alunos obtiveram nível 2 e no grupo B apenas 3 alunos registaram esse nível. A diferença é mais acentuada no número de alunos com nível 4: no grupo B 7 alunos obtiveram este nível, enquanto no grupo de A apenas 3 alunos o conseguem alcançar. Quanto ao nível 5 os dois grupos são equivalentes, em ambos os casos dois alunos obtiveram esse nível (cf. gráfico 1).

**Gráfico 1** - Níveis de classificação atribuídos na disciplina de Ciências Naturais no 2.º momento de avaliação (março de 2012)



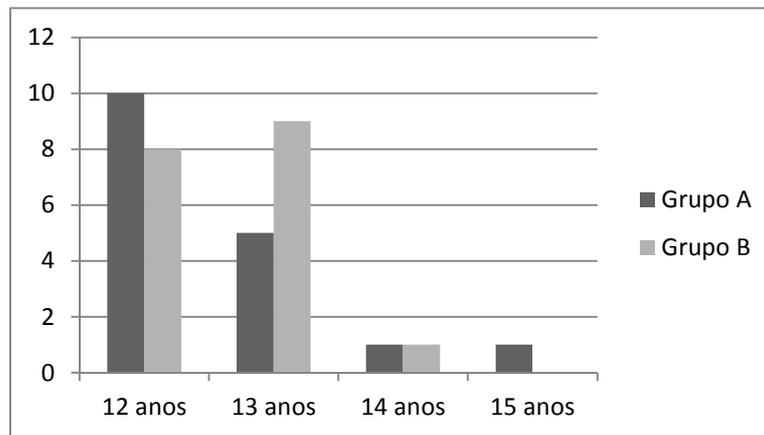
As duas turmas eram, no entanto, heterogêneas no que respeita ao sexo, predominando raparigas no grupo A, enquanto no grupo de B os rapazes constituíam maior número (cf. gráfico 2).

**Gráfico 2** - Número de rapazes e raparigas no grupo A e no grupo B



Quanto às idades, mais de metade dos alunos do grupo A tinha 12 anos, enquanto no grupo B metade tinha 13 anos (cf. gráfico 3).

**Gráfico 3** - Idades dos alunos dos grupos A e B



Apesar de se registarem algumas diferenças nos dois grupos podemos considerar que, de uma forma geral, em relação aos itens analisados, os grupos são equivalentes.

### **Materiais e instrumentos**

Para desenvolvermos a nossa investigação foi necessário elaborar um teste que nos permitisse, por um lado fazer o diagnóstico da situação (pré-teste), por outro comparar os resultados conseguidos com a nossa intervenção nos dois grupos (pós-teste).

O teste integrou três conjuntos de itens que passamos a apresentar.

Os primeiros itens, em número de sete e todos eles de escolha múltipla, estavam relacionados como tema a lecionar:

- Suporte geológico onde se pode encontrar escrita a história da Terra;
- Conceito de fóssil;
- Ciência que se dedica ao estudo dos fósseis;
- Processo de fossilização;
- Condições necessárias à ocorrência de fossilização;
- Tipos de fossilização;
- Importância do estudo dos fósseis.

O segundo conjunto integrou um item de escolha múltipla, com apresentação da justificação da resposta assinalada. Este item pretendia avaliar aspetos relacionados com atitudes a ter perante o património geológico.

O terceiro incluiu a análise de uma atividade experimental. Foi fornecida a planificação da atividade que facultava informação sobre: os materiais a usar e o modo de proceder. Solicitava-se o problema a investigar, bem como a interpretação que os alunos faziam da *estratégia de controlo de variáveis*. Integravam esta última parte do instrumento duas questões de resposta aberta.

A estrutura deste instrumento é apresentada no quadro X onde se sistematizam todos os seus itens, bem como os objetivos que estão subjacentes à sua elaboração e à modalidade da questão.

**Quadro X** - Itens do pré-teste e respetivos objetivos

<b>Item</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Modalidade da questão</b>
<b>1</b>	Identificar o principal suporte geológico onde se encontra escrita a história da Terra.	Escolha múltipla de leque aberto
<b>2</b>	Conhecer a ciência que se dedica ao estudo dos fósseis.	“
<b>3</b>	Definir fóssil.	“
<b>4</b>	Conhecer o processo de fossilização.	“
<b>5</b>	Identificar as condições fundamentais à ocorrência de fossilização.	“
<b>6</b>	Identificar o processo de fossilização mais completo.	“
<b>7</b>	Reconhecer a importância do estudo dos fósseis.	“
<b>8</b>	Reconhecer a importância da preservação do património natural/geológico	Escolha múltipla de leque aberto com justificação aberta
<b>9</b>	Identificar um problema de investigação. Reconhecer a importância do controlo de variáveis numa atividade experimental.	Aberta



## Capítulo 4

### Apresentação de resultados e sua análise

“Em muitas situações os conceitos abstratos que procuramos são difíceis de observar, por isso, embora os estudantes percebam o laboratório como um lugar onde estão ativos, muitos não conseguem estabelecer a conexão entre o que estão fazendo e o que estão aprendendo”.

Derek Hodson, 2000, p. 35

Vamos, neste capítulo, apresentar os resultados que a investigação permitiu apurar e proceder à sua análise enquadrando-a no referencial teórico que lhe serviu de base.

Começamos por descrever a forma como tratamos os dados obtidos com a realização do pré e o pós-teste:

As respostas à primeira parte (itens de 1 a 7) foram classificadas com 0 ou 1 conforme estivessem erradas ou certas. Os resultados foram registados numa folha de cálculo Excel, para, posteriormente, serem elaborados gráficos de frequências.

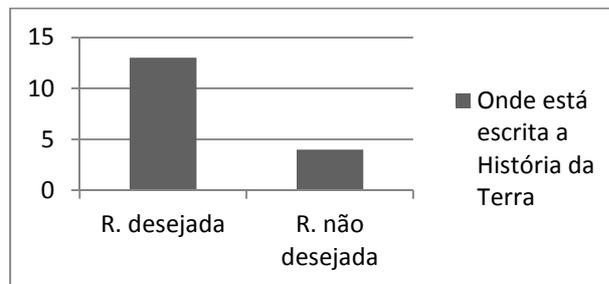
A título ilustrativo apresentamos, para a primeira questão, o modo como procedemos:

**1- Onde está escrita a História da Terra?**

- Na superfície das águas.
- Nos fundos oceânicos.
- Nas rochas que podem conter fósseis.
- Junto à margem dos rios.

Atendendo a que a resposta pretendida corresponde à terceira opção, procedeu-se à identificação dos alunos que assinalaram essa resposta. Posteriormente, os resultados foram registados numa folha de cálculo, de forma serem tratados (cf gráfico 4).

**Gráfico 4** - Respostas do pré-teste ao item: “Onde está escrita a história da Terra”



As respostas aos itens 8 e 8.1, que integravam, respetivamente, um item de escolha múltipla e um de resposta aberta, tiveram tratamento distinto. Para o item de escolha múltipla, procedeu-se tal como nos itens anteriores, ou seja, identificando a resposta certa e posterior registo na folha de cálculo. O item de resposta aberta foi tratado através da técnica de análise de conteúdo, o mesmo aconteceu com as respostas ao 9º item. Este estava relacionado com as atividades experimentais, nomeadamente sobre o conhecimento e a compreensão que os alunos têm sobre a importância do ECV. A categorização realizou-se em três etapas:

- Leitura da resposta ao item, posterior seleção de parte da resposta que contivesse as ideias principais;
- Separação dos segmentos que indicassem uma resposta ao que se pretendia;
- Construção de categorias de resposta.

Para o 9.º item foram estabelecidas três categorias. Assim, a designação da categoria **NAC** (não apresenta conhecimento), corresponde a conteúdos de respostas onde se depreende que o aluno não tem qualquer ideia sobre a importância da ECV. Representou-se por **AC** (algum conhecimento) a categoria correspondente a situações em que o aluno evidencia, mesmo que de forma pouco clara, alguma ideia sobre a importância da ECV. A categoria representada por **C** (conhecimento) corresponde a situações em que o aluno mostra, de forma clara, conhecer e compreender a importância da ECV.

#### 4.1. Resultados para os grupos A e B no pré e pós-teste

Os resultados obtidos no **pré-teste** são determinantes pois permitiram-nos caracterizar os alunos que integraram os dois grupos, A e B.

Iniciámos a apresentação de resultados do pré-teste para os itens de resposta fechada que, como anteriormente referimos, pretendiam avaliar o nível de conhecimentos dos alunos sobre o conteúdo do programa refletido na atividade experimental (cf. quadro XI).

**Quadro XI** - Comparação de respostas certas para as questões de 1 a 7, nos grupos A e B

Item	% de respostas certas GA	% de respostas certas GB
1	76	89
2	65	94
3	53	50
4	65	61
5	71	44
6	18	50
7	65	50

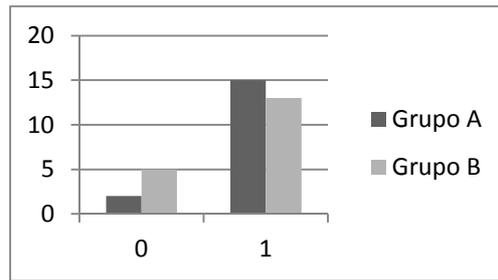
Os resultados expressos no quadro foram obtidos, tal como foi mencionado, calculando a percentagem de alunos que responderam acertadamente a cada um dos itens.

Verificamos que para três itens, o primeiro, o segundo e o sexto, o grupo B registou melhores resultados. Em dois dos itens, o terceiro e o quarto, exibiram percentagens similares. No quinto e no sétimo item o grupo B apresentou uma percentagem de respostas certas inferior ao grupo A.

Globalmente, o nível de conhecimentos do grupo B poder-se-ia considerar superior quando comparado com o do grupo A.

Relativamente ao item onde se pretendia avaliar a atitude dos alunos relativamente à preservação e conservação do património geológico verificámos que os grupos são semelhantes, tal como se comprova no gráfico 5.

**Gráfico 5** - Procedimento a ter quando se encontra um fóssil: dados dos grupos A e B

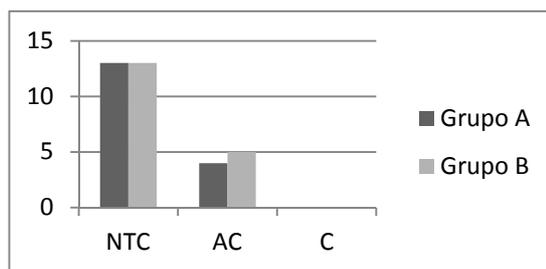


A justificação apresentada no item nº 8 revelou que os grupos são bastante homogêneos. A grande maioria dos alunos considera que o procedimento a adotar perante a situação apresentada é “Levar o fóssil para a aula de ciências”.

Ao considerar esta opção a maior parte dos alunos refere, nas justificações, que desta forma estão a contribuir para: “Um melhor estudo do fóssil, pois assim a professora explica a sua origem e formação”.

Os resultados obtidos no item que avaliou o nível de conhecimento e de compreensão sobre a importância da ECV indicam-nos que os dois grupos são muito idênticos, apresentando o B uma ligeira vantagem relativamente ao A, tal como se pode constatar pela análise pelos dados expressos no gráfico 6.

**Gráfico 6** - Comparação de resultados sobre o item percepção dos alunos sobre a ECV



**Legenda:** (NTC) representa o número de alunos que não têm qualquer conhecimento sobre a importância da ECV ; (AC) representa o número de alunos que têm algum conhecimento (C) representa o número de alunos que têm conhecimento.

Assim, analisando os dados do gráfico comprova-se que, em ambos os grupos, nenhum aluno revelou possuir conhecimento e compreensão, perfeitamente clara, sobre a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais.

Após apresentarmos os resultados obtidos no pré-teste, vamos mostrar os resultados conseguidos com a realização do **pós-teste**.

A metodologia seguida para o tratamento de dados obtidos com o pós-teste manteve-se, pois são da mesma natureza.

Os resultados para os primeiros 7 itens de resposta fechada, estão expressos no quadro seguinte.

**Quadro XII** - Comparação de respostas certas para as questões de 1 a 7, nos grupos A e B no pós-teste

Item	% de respostas certas GA	% de respostas certas GB
1	100	100
2	100	89*
3	88	67
4	100	83
5	82	39*
6	65	39*
7	76	56

Os dados mostram que o grupo A obteve melhores resultados no pós-teste em todos os itens, com exceção do primeiro em que os resultados conseguidos pelos dois grupos foi de 100%.

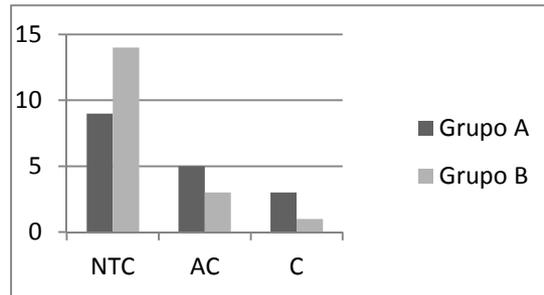
Já nas respostas ao item 8, que pretendia avaliar a atitude dos alunos relativamente ao património geológico os resultados são idênticos nos dois grupos, tal como se constata pelos valores apresentados no quadro XIII.

**Quadro XIII** - Comparação de respostas certas ao item 8, nos grupos A e B no pós-teste

Item	% de respostas certas GA	% de respostas certas GB
8	82	83

Os resultados obtidos no item que avaliava o conhecimento dos alunos sobre a importância do ECV revelaram alguma diferença nos dois grupos, após a aplicação das duas metodologias.

**Gráfico 7** - Resultados obtidos no pós-teste no grupo A e no grupo B no item n.º 9



**Legenda:** (NTC) representa o número de alunos que não têm qualquer conhecimento sobre a importância da ECV ; (AC) representa o número de alunos que tem algum conhecimento (C) representa o número de alunos que têm conhecimento.

Pela análise do gráfico podemos constatar que o grupo A apresentou maior número de respostas satisfatórias quando comparado com o grupo B. Oito alunos revelaram conhecimento sobre a importância da ECV. No entanto, desses oito alunos apenas 3 mostraram compreender claramente a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais; os restantes cinco apresentaram respostas que evidenciaram uma ideia pouco clara, sobre o assunto. No grupo B quatro alunos demonstraram ter conhecimento sobre a relevância da ECV, mas só um manifestou, claramente, compreender a importância desse processo.

## 4.2. Comparação geral de resultados obtidos no pré e pós-teste

Depois de apresentarmos os resultados conseguidos com a realização do pré e o pós-teste esboçamos, agora, uma breve comparação desses resultados nos dois grupos.

Iniciando tal comparação pelas respostas aos primeiros 7 itens, construímos o quadro XIV.

**Quadro XIV** - Comparação de respostas certas para as questões de 1 a 7, nos grupos A e B

Item	% de respostas certas GA Pré-teste	% de respostas certas GA Pós-teste	% de respostas certas GB Pré-teste	% de respostas certas GB Pós-teste
1	76	100	89	100
2	65	100	94	89*
3	53	88	50	67
4	65	100	61	83
5	71	82	44	39*
6	18	65	50	39*
7	65	76	50	56

Pela análise dos resultados, podemos verificar que o grupo A melhorou o seu desempenho em todos os itens, nalgumas situações de forma bastante significativa (como é o caso do item 6 cuja percentagem de respostas certas no pré-teste foi de 18% passando para 65% de respostas certas no pós-teste), enquanto o grupo B melhorou os seus resultados nos itens 1, 3, 4 e 7, tendo piorado nos itens 2, 5 e 6.

Quanto ao item que avaliava a atitude dos alunos relativamente à preservação e conservação do património geológico verificamos, que a percentagem de respostas corretas é equivalente nos dois grupos, tal como se comprova pela análise do quadro XIV.

**Quadro XV** - Comparação de resultados no item 8, no grupo A (GA) e no grupo B (GB)

Item	% de respostas certas GA Pré-teste	% de respostas certas GA Pós-teste	% de respostas certas GB Pré-teste	% de respostas certas GB Pós-teste
8	82	82	72	83

Comparando os resultados podemos confirmar que o grupo A não sofreu variação no número de respostas certas, relativamente ao procedimento a adotar no sentido de preservar o património natural/geológico, mantendo a mesma percentagem de respostas certas no pré e no pós-teste. Já o grupo B regista uma melhoria nos resultados obtidos no pós-teste, superando em um ponto percentual o grupo A.

Podemos, ainda, acrescentar que a justificação apresentada para a opção assinalada na oitava questão, não sofreu uma alteração significativa no conteúdo da resposta, do pré para o pós-teste. Os alunos continuam, maioritariamente, a referir que levariam o

fóssil para aula de ciências a fim de o estudarem com mais pormenor, com a ajuda da professora.

Os resultados expressos no quadro XVI representam uma síntese das respostas obtidas no pré e no pós-teste nos dois grupos de alunos, relativamente ao item número 9.

**Quadro XVI** - Análise comparativa dos resultados obtidos nos dois grupos de alunos relativamente ao item 9., no pré e pós-teste

	GA			GA			GB			GB		
	Pré-teste			Pós-teste			Pré-teste			Pós-teste		
Nível	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Nº alunos	13	4	<b>0</b>	9	5	<b>3</b>	13	5	<b>0</b>	14	3	<b>1</b>

Recordando os níveis de análise das respostas dos alunos relativamente ao conhecimento que demonstram sobre a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais, considerámos:

**Nível 0 (NAC)** - aluno que não apresenta qualquer conhecimento sobre a importância do controlo de variáveis;

**Nível 1 (AC)**.- aluno que apresenta, mesmo que de forma pouco clara, uma ideia sobre a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais;

**Nível 2 (C)** - aluno evidencia de forma clara, conhecimento sobre a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais.

Globalmente podemos considerar que o grupo A conseguiu uma alteração significativa de resultados, do momento inicial da investigação para o momento final. Este grupo sujeito a uma metodologia designada de *com formação e exploração*, recebeu formação sobre um conteúdo do programa após o que realizou uma atividade experimental enquadrada no conteúdo analisado, melhorou os resultados.

O mesmo não aconteceu com o grupo B em que, e apesar dos resultados terem sofrido alterações, o número de respostas certas diminuiu em alguns itens do pós-teste. Apesar deste resultado também se verificou que, após o tratamento aplicado ao grupo de

B, um aluno evidenciou reconhecer claramente a importância do controlo de variáveis nas atividades experimentais. No entanto, lembramos que a este grupo não lhe foi prestada qualquer formação sobre este assunto.

Estes resultados apoiam um dos pressupostos mencionados no capítulo 2, acerca da importância do conhecimento científico e processual que os alunos devem possuir quando realizam atividades experimentais: se não lhes são explicados os conteúdos e os mecanismos inerentes à lógica experimental os alunos não conseguem melhorar, de forma autónoma, os conhecimentos científicos, nem reter a base racional que fundamenta o processo experimental.



## **Conclusão**

A importância das ciências naturais no processo de formação dos alunos que frequentam a escolaridade básica, preparando-os, simultaneamente, para um percurso académico e para tomarem decisões fundamentadas, é correntemente reconhecida nos documentos normativos e curriculares da tutela, bem como na literatura pedagógica.

Neste sentido, insiste-se para que o ensino das ciências, inclua uma componente prática que contemple atividades experimentais.

Dada a importância atribuída a esta componente, ela deverá possuir indicações claras sobre os conteúdos e objetivos mais pertinentes, bem como sobre a forma como deve ser abordada sob o ponto de vista pedagógico-didático. Isto para que não se torne confusa e pouco produtiva nem constitua uma perda de tempo, sem ganhos para os alunos.

Partindo destas circunstâncias considerámos fundamental estudar se a forma de concretizar as atividades experimentais tem influência no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, no Capítulo 1, caracterizámos, resumidamente, as últimas reformas ocorridas no sistema de ensino em Portugal, a de 1991 e a de 2001, centrando a nossa atenção nas recomendações relativas às atividades experimentais, quer ao longo do programa da disciplina de ciências naturais do 3.º ciclo, quer para o conteúdo programático que usámos para desenvolver a parte empírica.

Tivemos oportunidade de constatar que as referências a tais atividades são muito generalistas e resumem-se, praticamente, ao preâmbulo dos documentos curriculares. Ao analisarmos, detalhadamente, as experiências de aprendizagem, presentes nas *Orientações Curriculares*, certificámo-nos que as sugestões apresentadas não incluem, de forma objetiva, atividades experimentais, apenas surgem evidenciadas atividades de cariz laboratorial e de campo.

Ainda no capítulo 1, mostrámos as últimas recomendações da tutela relacionadas com o ensino das ciências que constam nas Metas de Aprendizagem e algumas regras a

seguir na organização do trabalho das escolas, nomeadamente no processo de desdobramento de turmas.

No Capítulo 2, apresentámos e discutimos, sumariamente, a conceção vigente sobre o ensino das ciências. Damos, algum destaque à controvérsia sobre a terminologia associada à componente prática no ensino das ciências e tentámos clarificar alguns conceitos fundamentais. Assim, sabendo que expressões como, trabalho/atividade prática, laboratorial, experimental e de campo, são frequentemente mal aplicadas, pareceu-nos fundamental referir o entendimento de alguns autores de referência sobre esta matéria.

Na posse de algum conhecimento sobre o que recomendam as orientações da tutela e acerca do que se entende sobre atividades experimentais, partimos para o desenvolvimento do nosso estudo empírico.

Tendo presente que na planificação das atividades experimentais se deve atender, obrigatoriamente, à manipulação e controlo de variáveis, e que estas se podem desenvolver de acordo com diferentes graus de autonomia, delineámos a nossa investigação empírica exposta nos Capítulos 3 e 4.

A partir desta problemática definimos o objetivo principal desse trabalho: avaliar a eficácia, em termos de aprendizagem, de duas abordagens pedagógico-didáticas que apelam a níveis de diretividade diferenciadas, tendo como ponto de focagem uma atividade experimental.

Para tanto, e com base nos estudos de Klahr (2011) e de Klahr e Nigam (2004) acerca do modo de conceber atividades experimentais, recorrendo a ECV, constituímos dois grupos de investigação. A cada um foi aplicada uma abordagem de ensino diferenciada: um grupo foi sujeito a um processo de instrução direta, enquanto o outro passou por um processo mais autónomo, de aprendizagem por descoberta. Ao primeiro grupo foi proporcionada informação sobre o conteúdo programático relacionado com a atividade experimental e sobre a base racional de funcionamento da ECV, enquanto ao segundo grupo não lhe foi prestada essa informação.

Através de uma atividade experimental simples, recorrendo a materiais utilizados no quotidiano, e fazendo uma avaliação aos alunos com pré e pós-testagem, preten-

díamos observar se eles seriam, ou não, capazes de reconhecer numa atividade experimental a importância da manipulação e do controlo de variáveis.

Centrando a nossa atenção nos resultados obtidos com a aplicação do pré-teste caracterizámos os grupos, quer quanto ao nível de conhecimentos sobre o conteúdo *A Terra conta a sua história*, quer quanto ao conhecimento e compreensão que possuíam sobre a ECV. Podemos afirmar que, à partida, eles eram semelhantes e que não estavam familiarizados com rotinas experimentais, pois caso isso se verificasse o número de respostas reveladoras desse conhecimento deveria ser superior.

Tratando-se de uma amostra constituída por alunos do 7.º ano, que já frequentaram dois ciclos de ensino onde se incluem disciplinas como estudo do meio e ciências da natureza, esperar-se-ia que demonstrassem melhores resultados.

Assim, conjecturamos que estes alunos não realizaram antes este tipo de atividades, pois caso isso tivesse acontecido, ao serem confrontados com exercícios desta natureza, exibiriam uma ideia mais precisa acerca dos fundamentos subjacentes à manipulação e ao controlo de variáveis.

Quanto aos resultados conseguidos com o pós-teste, para os dois grupos de alunos, após a aplicação das duas abordagens pedagógico-didáticas podemos afirmar que eles são muito claros.

Os alunos do primeiro grupo melhoraram o seu desempenho em todos os itens avaliados, sendo a melhoria mais evidente nos itens de 1 a 7, relacionadas com o conteúdo lecionado. No item que avaliava o grau de conhecimento e compreensão sobre a ECV, os resultados também melhoraram, no entanto essa melhoria não foi muito acentuada.

Efetivamente, estes alunos não dominavam a ECV, e mesmo depois de esta lhes ser apresentada e clarificada, só 3 alunos conseguiram relacioná-la com os resultados obtidos. Tais dados levam-nos a concluir que a compreensão deste mecanismo não é fácil de conseguir. cremos que, tal como nos trabalhos desenvolvidos por David Klahr, só uma repetição de procedimentos, usando diferentes situações exemplificativas, poderia levar a uma compreensão consistente.

Já no segundo grupo, e relativamente ao primeiro conjunto de itens que avaliava o nível de conhecimentos sobre o conteúdo presente na atividade experimental, constatámos que o desempenho dos alunos piorou. Isto é, em alguns itens do pós-teste o número de respostas corretas foi inferior ao número de respostas corretas obtidas no pré-teste; desta forma não se registou uma evolução positiva no nível de conhecimentos. No item que avaliou a importância do controle de variáveis nas atividades experimentais ocorreu, mesmo que de forma pouco significativa, uma alteração positiva no número de respostas certas.

Durante todo o processo de ensino-investigação realizámos um registo do envolvimento dos alunos dos dois grupos nas atividades propostas. Fruto desse registo, que normalmente faz parte da nossa prática letiva, constatámos que o segundo mostrou mais empenho e entusiasmo na realização das tarefas, apesar de não terem conseguido a aprendizagem pretendida.

Na sua globalidade, os resultados a que chegámos permitem-nos confirmar que para os alunos adquirirem conhecimentos não basta estarem motivados para a aprendizagem, experimentarem e observarem factos. Se não lhes for, em algum momento, proporcionados conhecimentos e orientações de aprendizagem que sustentem a componente experimental, pouco valerá o esforço de realização dessas atividades.

Tal como notámos, no Capítulo 2 deste trabalho, autores como Hodson (2000) e Wellington (2000), reconhecem não ser suficiente apenas envolver os alunos na realização de atividades experimentais (*hands-on*), é essencial levá-los a dominar conceitos e princípios da ciência que conduzam à discussão de ideias, fundamentando-se assim o trabalho e o esforço intelectual (*minds-on*).

Evidenciado o essencial do trabalho que desenvolvemos, passamos, agora, a registar algumas **limitações** que lhe reconhecemos.

Uma primeira limitação que não podemos deixar de apontar é o facto de termos desempenhado, simultaneamente, os papéis de investigadora e de professora das turmas intervencionadas, pelo que alguma objetividade terá ficado comprometida.

Reconhecemos, de seguida, que o tempo disponibilizado para a intervenção pedagógico-didática (4 aulas) foi insuficiente para verificar, com segurança, a eficácia desta mesma intervenção. Mas, pelo facto de não podermos criar desfasamento, em termos de aprendizagem, entre as turmas envolvidas e as restantes turmas da escola, não nos foi possível prolongar o tempo de realização deste estudo.

Também, percebemos que apenas um grupo para cada uma das condições de investigação restringe a segurança das conclusões a que se podemos chegar, mas foi de todo inexequível trazer mais turmas para esta investigação, pois seria necessário envolver outros docentes da escola ou mesmo de outras escolas.

Decorrente da limitação apresentada surge uma outra relacionada com o facto de os docentes serem obrigados a cumprirem as planificações elaboradas no início de cada ano letivo. Este problema, apenas se verificou no segundo grupo para o qual foi necessário, após concluído o estudo empírico, repetir a lecionação dos conteúdos para que ficassem asseguradas condições de igualdade de tratamento entre os dois grupos de alunos. Esta repetição, apesar de necessária, implicou um atraso no cumprimento da planificação anual, que será superado no ano letivo seguinte.

Considerando que um trabalho de investigação abre mais **oportunidades** do que respostas que faculta, admitimos que aquele que realizámos pode ter continuação como a seguir referimos. Efetivamente, entendemos que para superar alguma ideologia presente na defesa de uma ou outra metodologia, o caminho é investigar.

Admitimos que o estudo devia ser ampliado com mais turmas, contemplando o número aconselhado pelos especialistas em metodologia e realizado noutras condições reais ou laboratoriais, nomeadamente, com separação dos papéis de investigadora e professora.

Julgamos ainda que seria importante proceder a uma reavaliação das conceções dos docentes sobre as atividades experimentais e das suas potencialidades pois os últi-

mos trabalhos desenvolvidos, no nosso país, sobre esta temática têm já alguns anos. Seria, igualmente, importante proceder a uma observação das práticas de ensino no sentido de se avaliarem os obstáculos que inviabilizam a realização das atividades experimentais, tal como elas devem ser encaradas.

Nesta linha de pensamento seria fundamental, ainda, detetar as dificuldades sentidas pelos docentes nessa tarefa a fim de se promover formação profissional atualizada.

De qualquer forma, a investigação que realizámos traz **implicações** de várias ordens para o sistema de ensino.

Uma dessas implicações está relacionada com a formação de professores. Admite-se que ela se reveste de enorme importância, porém, ao longo da última década, não foi privilegiada pela tutela formação para quem ensina ciências naturais, nem ao nível da área científica nem da área pedagógico-didática. A formação científica promovida pelas associações profissionais tem constituído o único recurso, ficando à responsabilidade de cada docente a sua frequência.

Julgamos que a formação de professores não pode distanciar-se, neste caso, da implementação de atividades experimentais, destacadas pela tutela. Tal como Oliveira (1999) consideramos que o recurso a estas atividades altera as abordagens clássicas de ensinar ciências com implicações na mudança das conceções dos professores sobre a ciência, sobre a sua própria função docente e o papel de aluno, sobre a gestão dos programas, nomeadamente do tempo, dos conteúdos, da avaliação, da organização da sala de aula, da disciplina, dos materiais e equipamentos, da relação professor-aluno-conhecimento e até na mudança das relações com colegas e com a própria estrutura organizativa da escola.

Outra implicação que esta investigação pode ter relaciona-se com as orientações tutelares. Assim, considerando os documentos normativos, vigentes até finais de 2011, constatamos que estes permitiam grande autonomia ao professor possibilitando uma margem de ação alargada, tendo estes a liberdade de conduzir o processo de ensino, de acordo com o contexto de trabalho e as necessidades dos seus alunos. Cremos que ori-

entações desta natureza, pouco concretas, comprometeram a obrigatoriedade de realizar atividades experimentais. Por essa razão, as atividades mais significativas deveriam estar incluídas no programa disciplinar. Esta advertência é, aliás, defendida por autores de referência ligados ao ensino das ciências, como Hodson e Wellington que referimos no corpo da dissertação.

Apesar destas orientações tenderem a ser criticadas poderiam garantir o acesso de todos alunos a aulas no laboratório ou no campo, onde se refletisse a componente experimental. No entanto, uma medida desta natureza deveria ter em consideração vários aspetos: ajustamento ao calendário escolar, extensão dos programas, número equilibrado de atividades de acordo com a carga horária da disciplina, propostas de avaliação e condições físicas das escolas.

De notar aqui que a realização de atividades práticas de cariz experimental fica condicionada com um número alargado de alunos por turma. Sobre este aspeto existem, atualmente, tal como no passado, diretrizes que ajudam a minimizar este impedimento: o desdobramento de turmas com mais de 20 alunos constitui uma medida que em muito ajudará a superar essa dificuldade.

Parece-nos que vivemos o momento adequado para repensar alguns aspetos relacionados com o ensino em geral e, em particularmente, com o ensino das ciências. A implementação do novo plano curricular, no ano letivo 20012/2013, que contempla um reforço da carga horária semanal na disciplina de ciências naturais, contribuirá para os professores realizarem atividades experimentais. Efetivamente, os alunos irão beneficiar de mais 45 semanais na disciplina. No entanto, se não forem apresentadas orientações muito concretas acerca do que é fundamental privilegiar, não saberemos se a prática experimental irá ou não ser realizada. Era importante que o fosse, pois reforçando as palavras de Cachapuz (2002) muitos alunos concluem a escolaridade obrigatória sem terem a oportunidade de participar na realização de atividades experimentais.



## **Bibliografia**

- Barros, S. G.** (2000). Que hacemos habitualmente en las actividades prácticas? Como podemos Melhorarlas? In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 43-61). Braga: Universidade do Minho.
- Bonito, J.** (2001). *As actividades práticas no ensino das Geociências - um estudo que procura a conceptualização*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Bonito, J.** (2005). *Conceções epistemológicas dos professores de Biologia e Geologia do Ensino Básico (3.º ciclo) e do Ensino Secundário e o caso das Atividades Práticas no Ensino das Ciências da Terra e da Vida*. Coimbra: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra. Tese de doutoramento.
- Bueno, A.** (2000). Actividades de laboratório y enseñanza de contenidos procedimentales. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 109-124). Braga: Universidade do Minho.
- Cachapuz, A.** (2002). *Ciências, Educação em Ciências e Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, Ministério da Educação.
- Cortesão, L. e.** (1982). *Avaliação Pedagógica I Insucesso Escolar*. Porto: Porto Editora.
- Damião H. & Festas I.** (2011). *Reajustamento curricular do ensino básico: conteúdos e objetivos e/ou competências?* Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Damião H. & Viães, A.** (2009). A instrução como propósito da escola - A contribuição didática de Robert Gagné. Faculdade de Psicologia e ciências da Educação de Coimbra.

- Dourado, L.** (2001). Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino das Ciências - contributo para uma clarificação de termos. In A. P. António Veríssimo, *Ensino Experimental das Ciências - (Re)pensar o ensino das ciências* (pp. 13-18). Lisboa: Departamento do ensino secundário.
- Gagné, R. G.** (1987). Foundations in the Learning Research. In R. Gagné, *Instructional technology: foundations* (pp. 49-84). Lawrence Erlbaum Associates.
- Gagné, R. G.** (1975). *Essentials of learning for instruction*. Hinsdale, Illinois: Dryden Press.
- Hodson, D.** (1998). *Teaching and Learning Science - Towards a Personalized Approach*. Buckingham - London: Open University Press.
- Hodson, D.** (2000). The place of practical work in science education. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 29-89). Braga: Universidade do Minho.
- Hodson, D.** (2009). *Teaching and Learning about Science: language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers.
- Klahr, D. et al.** (2011). *O Valor do Ensino Experimental*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Krathwohl, L. W.** (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York.: Longman.
- Leite, L.** (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 91-108). Braga: Universidade do Minho.
- Lunetta, V. N.** (1991). Atividades práticas no ensino da ciência. (D. d. Lisboa, Ed.) *Revista de Educação, II, n.º 1*, maio, pp. 81-87.

- Miguéns, M. I.** (1999). O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica. *Ensino Experimental e a construção de saberes* (pp. 77-95). Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Ministério da Educação - DGEBS** (1991). *Programa Ciências Naturais* (Vol. Volume II). Lisboa.
- Ministério da Educação - DGEDS** (1991). *Organização Curricular e Programas* (Vol. Volume I). Lisboa.
- Ministério da Educação** (1997). Lei de Bases do Sistema Educativo. Lei n.º 46 de 1986 de 14 de outubro.
- Ministério da Educação** (2001) Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro.
- Ministério da Educação** (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico e Secundário: competências específicas*. Lisboa: Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Ministério da Educação** (2001). *Orientações curriculares de ciências físicas e naturais*. Lisboa: Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Ministério da Educação**. Gabinete de Avaliação Educacional (2007). PISA 2006 - competências científicas dos alunos portugueses.
- Ministério da Educação**. Gabinete de Avaliação Educacional (2003). PISA 2000 - conceitos fundamentais em jogo na avaliação da literacia científica e competências dos alunos portugueses.
- Ministério da Educação** (2008). Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de abril. Estabelece o regime jurídico de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos públicos da educação pré-escolar e dos ensinos básico e secundário.
- Ministério da Educação** (2012). Despacho normativo nº 13-A/2012 de 5 de junho de 2012. Estabelece os mecanismos de exercício da autonomia pedagógica e organizativa das escolas.

**Ministério da Educação** (2012). Decreto-Lei n.º 137/2012 de 2 de julho. Revisão do regime jurídico de autonomia, administração e gestão dos estabelecimentos públicos da educação pré-escolar e dos ensinos básico e secundário.

**Ministério da Educação** (2012). Decreto-Lei n.º 139/2012 de 5 de julho. Apresenta as novas matrizes curriculares para o ensino básico e secundário.

**Ministério da Educação/DGIDC** - Objetivos da educação em ciências experimentais  
<http://www.dgicd.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=4>  
Consultado em 31-1-2011

**Ministério da Educação/DGIDC** - Metas de aprendizagem  
<http://www.metasdeaprendizagem.min-edu.pt/ensinobasico/metasdeaprendizagem/metas/?area=30&level=6>  
Consultado em 12-12-2011.

**Ministério da Educação/DGIDC**.- Programa de ciências naturais  
<http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinobasico/index.php?s=directorio&pid=51&ppid=3>  
Consultado em 12-12-2011.

**Nigam, D. K.** (2004). The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction. *Psychological Science, Volume 15 n° 10*, pp. 661-667.

**Oliveira, M.** (1999). Trabalho Experimental e Formação de Professores. *Ensino Experimental e Construção de Saberes* (pp. 35-53). Lisboa: Conselho Nacional de Educação.

**Richard A. & Duschl, H. A.** (2007). *Children's learning of science—about the role of research and evidence*.  
<http://search.nap.edu/nap-cgi/skimchap.cgi?recid=11625&chap=1-8>  
Obtido a 7 de dezembro de 2011.

**Santos, M. d.** (2002). *Trabalho Experimental no ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação educacional.

- Sequeira, M.** (2000). Atividades laboratoriais em Biologia. Estratégia investigativa versus atividade ilustrativa - efeitos na aprendizagem cognitiva e no desenvolvimento das atitudes: um estudo. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 175-186). Braga: Universidade do minho.
- Sequeira, M.** (2000). O Ensino prático e experimental em Educação em Ciências na revisão curricular do Ensino Secundário. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e experimental na Educação em Ciências* (pp. 19-28). Braga: Universidade do Minho.
- Serra, M. M.** (2000). O trabalho prático na educação básica:: a realidade, o desejável e o possível. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências* (pp. 555-575). Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.
- Tedesco, J.** (2011). Los Desafios de la Educación Básica en el Siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 55, pp. 31-47.
- Tuckman, B. W.** (2000). *Manual de investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Valadares, J.** (2011). O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática - investigação/ação/reflexão.  
[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID4/v1\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf).  
Obtido a 20 de Novembro de 2011.
- Wellington, J.** (2006). *Secondary Education: The Key concepts*. London and New York: Routledge.
- Wellington, J.** (2000). Re-thinking the role of practical work in science education. In L. D. Manuel Sequeira (Org.s), *Trabalho Prático e Experimental em Ciências* (pp. 75-89). Braga: Universidade do Minho.

**Sítios da Internet consultados:**

**Ciência Viva**

[http://e-geo.ineti.pt/divulgacao/ciencia\\_viva/projectos/fosseis/default.htm](http://e-geo.ineti.pt/divulgacao/ciencia_viva/projectos/fosseis/default.htm) (trabalho experimental) -(consultado em 11-2-2012)

**Jardim Botânico de Coimbra**

[http://www.uc.pt/jardimbotanico/projetos/inquire/Modulo3/rec\\_teoricos/INQUIRE -  
\\_Pilot\\_Course\\_Manual\\_-\\_Coimbra.pdf](http://www.uc.pt/jardimbotanico/projetos/inquire/Modulo3/rec_teoricos/INQUIRE_-_Pilot_Course_Manual_-_Coimbra.pdf) (consultado em 11-2-2012)

## **ANEXOS**

**Anexo I** - Solicitação aos Diretores de Turma de informação aos Encarregados de Educação

**Anexo II** - Pré e pós-teste

**Anexo III** - Matriz para a unidade: A Terra conta a sua História

**Anexo IV a** - Estruturação das aulas segundo Gagné e Bloom para o grupo A

**Anexo IV b** - Estruturação das aulas segundo Gagné e Bloom para o grupo A

**Anexo IV c** - Estruturação das aulas segundo Gagné e Bloom para o A

**Anexo V** - Planificação geral para grupos experimental e de controlo



## ANEXO I

### Solicitação aos Diretores de Turma de informação aos Encarregados de Educação

*Condeixa-a-Nova, 3 de janeiro de 2012*

Exmo.(a) Senhor(a)

Diretor(a) de Turma

Eu, Maria do Carmo da Silva Barros, professora deste Agrupamento e mestranda do Curso de Supervisão Pedagógica e Formação de Formadores da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, venho, por este meio, solicitar a Vossa colaboração na informação a prestar aos Encarregados de Educação dos alunos do **7.º A**, na reunião de entrega das avaliações relativas ao primeiro período, sobre a implementação do meu projeto de investigação.

Assim, pretendo que sejam dados a conhecer os seguintes aspetos:

- 1.º O Objetivo do projeto** é estudar o impacto que diversos níveis de diretividade têm na aprendizagem experimental das ciências. Para tal será desenvolvido um conjunto de atividades que decorrerão em contexto de sala de aula;
- 2.º Alteração do Plano Curricular para o segundo período**, no que diz respeito à sequência dos conteúdos a tratar. Assim, a temática “Dinâmica Interna da Terra” será lecionada antes do conteúdo “A Terra conta a sua História”.
- 3.º A participação dos alunos nas atividades** não perturbará a dinâmica regular do ensino, nem terá qualquer repercussão na sua avaliação escolar.

Grata pela atenção dispensada,

Maria do Carmo da Silva Barros



## ANEXO II

### Pré e pós-teste

**Ciências Naturais – 7.º Ano**

**Ano Letivo 2011-2012**

Nome: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Professora: \_\_\_\_\_

Este teste não tem por finalidade classificar, mas sim diagnosticar os conhecimentos que possui sobre os assuntos que irá estudar em breve. Leia atentamente as questões, tentando responder a todas e procurando dar a resposta correta, não respondendo ao acaso. Responda às questões de 1 a 8 assinalando com uma cruz a que considerar mais correta.

#### 1- Onde está escrita a História da Terra?

- Na superfície das águas.
- Nos fundos oceânicos.
- Nas rochas que podem conter fósseis.
- Junto à margem dos rios.

#### 2- A Paleontologia é a ciência que se dedica ao estudo ...

- ... da vida.
- ... das rochas.
- ...da Terra.
- ...dos fósseis.

#### 3- Os fósseis são ...

- ...restos de antigos organismos ou vestígios da sua atividade preservados de forma natural até aos nossos dias.
- ...animais e/ou plantas terrestres que revelam na sua aparência que já são muito velhos.
- ...restos de organismos atuais que ficaram preservados em rochas da litosfera.
- ...restos de antigos organismos que passaram da biosfera para a litosfera.

#### 4- Em que consiste a fossilização?

- Num conjunto de processos que leva à formação de minerais e a partir destes, das rochas existentes.
- No envelhecimento e modificação dos organismos ao longo dos tempos.
- Num conjunto de processos que ao longo dos tempos leva à evolução dos organismos.
- Num conjunto de processos que leva à preservação de organismos (ou de vestígios da sua atividade), que viveram no passado.

#### 5- Qual das condições é fundamental para que ocorra fossilização?

- Após a morte do ser vivo evitar a sua exposição aos agentes erosivos.
- Após a morte do ser vivo este ser rapidamente ingerido por carnívoros.
- Antes de morrer o ser vivo deve ser arrastado pelas águas das chuvas.
- Antes de morrer o ser vivo deve ser coberto por sedimentos.

#### 6- Qual o tipo de fossilização mais completo?

- Moldagem de conchas.
- Mineralização das partes duras de organismos.
- Mumificação de organismos.
- Impressões de organismos.

**7- Qual a importância do estudo dos fósseis?**

- Satisfazer a curiosidade de algumas pessoas, em especial dos jornalistas.
- Dar indicações sobre os primeiros seres vivos a quando da formação da Terra.
- Dar indicações sobre os diversos seres vivos e os ambientes da Terra em tempos remotos.
- Dar indicações sobre a distribuição das áreas continentais e marinhas na época atual.

**8- Qual o procedimento a ter quando se encontra um fóssil?**

- Não lhe ligar.
- Levá-lo para casa.
- Levá-lo para a aula de Ciências.
- Destruí-lo.

**8.1. Justifique a resposta que deu à questão anterior.**

---

---

As questões 9.1 e 9.2 dizem respeito à atividade referida no enunciado 9.

**9. Na aula de Ciências Naturais um grupo de alunos realizou a seguinte atividade experimental.**

**Materiais utilizados:**

- 3 cuvetes de gelo, todas iguais à da figura 1;
- Uvas de tamanho semelhante e em igual estado de amadurecimento;
- Água;
- Etiquetas para numerar as cuvetes.

**Procederam da seguinte forma para montar o dispositivo experimental:**

- 1- Numeraram as cuvetes de 1 a 3;
- 2- Em todas as cuvetes colocaram 8 bagos de uvas como ilustra a figura 1;
- 3- Nas três cuvetes todos os bagos de uva foram cobertos com água;
- 4- A cuvette 1 foi colocada no congelador enquanto a cuvette 2 foi colocada no frigorífico e a 3 na janela da sala de aula.
- 5- Registaram, periodicamente, no caderno diário, os aspetos evidenciados pelas uvas, nas várias cuvetes.

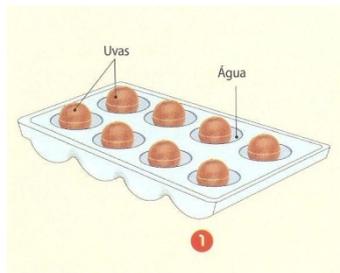


Figura 1

**9.1. Indique qual o problema que o grupo de alunos pretendia investigar com esta atividade.**

---

---

**9.2. Explique por que razão os alunos usaram as uvas do mesmo tamanho e com o mesmo grau de amadurecimento.**

---

---

---

### ANEXO III

#### Matriz para a unidade: A Terra conta a sua História

Objetivos Conteúdos	Domínio Cognitivo	Domínio Afetivo	Domínio Motor
<p><b>1. Conceitos de fóssil, fossilização e Ciência que estuda os fósseis</b></p> <p><b>2. Tipos de fossilização</b></p> <p><b>3. Condições necessárias à ocorrência de fossilização</b></p>	<p><b>Conhecer o conceito de fóssil.</b> Definir fóssil.</p> <p><b>Compreender o conceito de fossilização.</b> Explicar o conceito de fossilização. Indicar as condições necessárias à ocorrência de fossilização.</p> <p><b>Conhecer diferentes tipos de fossilização.</b> Identificar diferentes tipos de fossilização; Descrever cada um dos tipos de fossilização</p> <p><b>Interpretar informação científica referente aos diferentes tipos de fossilização.</b> Explicar cada um dos tipos de fossilização Distinguir os diferentes tipos de fossilização.</p> <p><b>Conhecer o tipo de rochas onde surgem os fósseis.</b> Identificar o tipo de rochas onde se localiza a maioria dos fósseis. Descrever, resumidamente, o processo de fossilização nesse tipo de rochas.</p> <p><b>Reconhecer a Paleontologia como o ramo da Geologia que estuda os fósseis.</b> Indicar a Paleontologia como sendo a ciência que estuda os fósseis. Identificar o paleontólogo como o cientista que estuda os fósseis.</p>	<p>Reconhecer a importância da preservação do património paleontológico.</p>	<p>Realizar atividade experimental com controlo de variáveis.</p>

**ANEXO IV a**  
**Estruturação das aulas segundo Gagné e Bloom para o grupo A**

Sequência instrucional		1.ª aula
<b>Preparação</b>	Captar a atenção dos alunos	Através da célebre frase “ <i>Será, por acaso, o senhor descendente de um macaco por linha paterna ou materna?</i> ”, do Bispo Samuel Wilberforce a Thomas Huxley, biólogo e defensor de Darwin o professor inicia o tema, solicitando aos alunos qual a intenção de Samuel Wilberforce ao proferir a questão. Pretende-se captar a atenção dos alunos para a discussão a cerca da evolução dos seres vivos. Como sabemos nós que os seres vivos evoluíram ao longo dos tempos?
	Descrever os objetivos	<b>Conhecer o conceito de fóssil.</b> Definir fóssil. <b>Reconhecer a Paleontologia como o ramo da Geologia que estuda os fósseis.</b> Indicar a Paleontologia como sendo a ciência que estuda os fósseis. Identificar o paleontólogo como o cientista que estuda os fósseis.
	Estimular a recordação	Quando, e em que circunstâncias, ouviram falar de fósseis?
<b>Desempenho</b>	Apresentar informação (AI) Orientar as aprendizagens (OA) Proporcionar desempenho (PD) Proporcionar <i>feedback</i> (PF)	História do Homem registada/escrita em livros (AI) História da Terra registada nas rochas (AI) Através dos fósseis sabemos que: - existiram seres vivos que desapareceram do planeta; - os seres vivos sofreram evolução ao longo dos tempos geológicos; - as condições de vida existentes no planeta também se alteraram; - o planeta passou por diferentes fases. (AI e OA) O que é então um fóssil? – através de um diálogo orientado solicitar aos alunos exemplos de fósseis (para constatarem que não são apenas restos de seres vivos, mas também os vestígios da sua atividade).(PF) Ciência que os estuda e os cientistas que se dedicam a esse estudo. (AI) Apresentação de imagens de diferentes fósseis. (PD) Observação de fósseis em amostra de mão pertencente à coleção de fósseis existente na escola. (PD)
<b>Transferência</b>	Reforçar a retenção e facilitar a transferência	Registo no quadro dos principais tópicos tratados.
	Avaliar o desempenho	Avaliação oral operacionalizada através de um conjunto de questões dirigida aos alunos

**Recursos a usar:**

Exemplares em amostras de mão de fósseis da coleção da escola.

Imagens/fotografias digitalizadas de fósseis, formações geológicas.

## ANEXO IV b

### Estruturação das aulas segundo Gagné e Bloom para o grupo A

Sequência instrucional		2.ª aula
<b>Preparação</b>	Captar a atenção dos alunos	Projeção de uma imagem de um fóssil (sugestão: trilho de pegadas da pedreira do Galinha)
	Descrever os objetivos	<p><b>Compreender o conceito de fossilização.</b> Explicar o conceito de fossilização. Indicar as condições necessárias à ocorrência de fossilização.</p> <p><b>Conhecer diferentes tipos de fossilização.</b> Identificar diferentes tipos de fossilização; Descrever cada um dos tipos de fossilização</p> <p><b>Interpretar informação científica referente aos diferentes tipos de fossilização.</b> Explicar cada um dos tipos de fossilização Distinguir os diferentes tipos de fossilização.</p> <p><b>Conhecer o tipo de rochas onde surgem os fósseis.</b> Identificar o tipo de rochas onde se localiza a maioria dos fósseis. Descrever, resumidamente, o processo de fossilização nesse tipo de rochas.</p>
	Estimular a recordação	Através do diálogo orientado e recorrendo a uma imagem serão relembrados os principais assuntos tratados na aula anterior.
<b>Desempenho</b>	<p>Apresentar informação (AI)</p> <p>Orientar as aprendizagens (AO)</p> <p>Proporcionar desempenho (PD)</p> <p>Proporcionar <i>feedback</i> (PF)</p>	<p><b>Fósseis constituem um verdadeiro testemunho</b> dos fenómenos que ocorreram no planeta ao longo da história da Terra.</p> <p><b>Fossilização e condições de fossilização</b></p> <p><b>Fossilização:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conjunto de processos físicos e químicos que proporcionaram a preservação de seres vivos ou dos vestígios da sua atividade.</li> </ul> <p><b>Somatofósseis e icnofósseis</b></p> <p><b>Condições de fossilização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fenómeno raro (normalmente após a morte dos seres vivos o seu corpo entra em decomposição);</li> <li>- após a morte do ser vivo evitar ser ingerido;</li> <li>- após a morte evitar a decomposição;</li> <li>- evitar a exposição aos agentes erosivos;</li> <li>- existência de partes duras;</li> <li>- habitat (a fossilização ocorre mais facilmente em meio marinho);</li> <li>- abundância de seres vivos.</li> </ul> <p><b>Tipos de fossilização:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mumificação;</li> <li>- moldagem;</li> <li>- mineralização;</li> </ul>
<b>Transferência</b>	Reforçar a retenção e facilitar a transferência	Elaboração de um esquema conceptual.
	Avaliar o desempenho	Realização de um esquema conceptual pelos alunos.

**ANEXO IV c**  
**Estruturação das aulas para o grupo A**

Sequência instrucional		3. <sup>a</sup> aula
<b>Preparação</b>	Captar a atenção dos alunos	Projeção duma imagem de um fóssil (sugestão: mamutes preservados)
	Descrever os objetivos	<b>Problematizar situações, formular hipóteses e conclusões.</b> Formular problemas com base em dados fornecidos. Prever resultados. <b>Realizar atividade experimental com controlo de variáveis.</b> Manusear corretamente material de laboratório. Executar os diferentes passos do protocolo experimental. Assumir atitudes propícias ao desenvolvimento de atividades experimentais, respeitando regras de segurança.
	Estimular a recordação	Relembrar o que foi tratado na aula anterior, dando especial destaque aos tipos de fossilização.
<b>Desempenho</b>	Apresentar informação (AI) Orientar as aprendizagens (OA) Proporcionar desempenho (PD) Proporcionar <i>feedback</i> (PF)	<b>Apresentação da atividade experimental</b> Distribuição do protocolo experimental Exploração das questões que levam à explicitação da importância do controlo de variáveis – bons e maus exemplos, estes com variáveis de confusão (OA e PF). Realização do protocolo experimental. (PD)
	<b>Transferência</b>	Reforçar a retenção e facilitar a transferência
	Avaliar o desempenho	Respostas às questões do protocolo experimental

## ANEXO V

### Planificação geral para grupos experimental e de controlo

		<b>Observações</b>
<b>Conteúdos</b>	A Terra conta a sua História: <ul style="list-style-type: none"><li>• Conceitos de fóssil, Paleontologia e fossilização;</li><li>• Tipos de fossilização</li><li>• Condições de fossilização</li></ul>	<i>Os conteúdos aqui descritos são apenas uma parte dos que constam da unidade “A Terra conta a sua História”</i>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecer o conceito de fóssil.</li><li>• Reconhecer a Paleontologia como o ramo da Geologia que estuda os fósseis.</li><li>• Compreender o conceito de fossilização.</li><li>• Distinguir os diferentes tipos de fossilização.</li><li>• Referir as condições necessárias à ocorrência de fossilização.</li><li>• Reconhecer a importância da preservação do património paleontológico.</li><li>• Problematizar situações, formular hipóteses e conclusões.</li><li>• Manusear corretamente material de laboratório.</li><li>• Realizar atividades experimentais com controlo de variáveis.</li><li>• Assumir atitudes propícias ao desenvolvimento de atividades experimentais, respeitando regras de segurança;</li><li>• Adotar comportamentos inerentes ao trabalho em Ciência, com curiosidade e persistência;</li></ul>	<i>Os objetivos apresentados constam da planificação a médio prazo elaborada pelos docentes que lecionam 7º ano no Agrupamento. No entanto apenas foram transcritos os que se pretende atingir ao longo deste conjunto de aulas (XX aulas)</i>