

**Mestrado em Química em Contexto Escolar**

**Dissertação**

**Ensino e Aprendizagem sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia:  
Contributo para o estudo das ideias dos alunos sobre a interdependência  
entre a Ciência e a Tecnologia**

Maria do Rosário Martins Rufino

**Orientadora:**

Professora Doutora Margarida Rosário Domingos Terraço Figueiredo



## Agradecimentos

A elaboração desta Dissertação só foi possível graças ao apoio, carinho e amizade dispensados pelas seguintes pessoas, às quais ficarei para sempre grata.

À Professora Doutora Margarida Figueiredo, pela disponibilidade para orientar a dissertação, para esclarecer dúvidas, pelo interesse demonstrado pelo trabalho e pelo muito que aprendi.

Ao Professor Doutor Henrique Vicente pela colaboração e disponibilidade no esclarecimento de questões que facilitaram a redação da dissertação.

À minha família, em especial à minha irmã Cecília, o meu profundo agradecimento pelo carinho e apoio no decorrer do mestrado.

Aos meus amigos, em especial à Susana Morais e à Susana Chambel pelo incentivo e pela companhia nas viagens a Évora.

Às minhas colegas Paula e Teresa, pela disponibilidade para colaborar neste estudo, facultando algumas das suas aulas para o efeito.

À Direção da Escola Básica e Secundária Professor Mendes dos Remédios que me incentivou e facilitou todos os procedimentos necessários para a recolha de dados.

Aos alunos envolvidos neste estudo, pelo empenho e interesse que demonstraram no decorrer deste processo de intervenção pedagógica.

O meu sincero agradecimento a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.



# **Ensino e Aprendizagem sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia: Contributo para o estudo das ideias dos alunos sobre a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia**

## **Resumo**

Este estudo refere-se ao problema educativo do ensino e aprendizagem da Natureza da Ciência e da Tecnologia, considerada uma componente central da literacia científica, e como tal, integrada nos programas e orientações curriculares.

O principal objetivo foi avaliar o efeito da implementação de uma unidade didática na compreensão da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, recorrendo a instrumentos de intervenção educativa do domínio da História das Ciências.

O estudo, de natureza qualitativa e quantitativa, foi efetuado com um grupo experimental e um grupo de controlo. Os dados foram obtidos através da aplicação de um pré-teste e de um pós-teste e a partir da análise das respostas dos alunos às questões colocadas.

Os resultados obtidos permitiram verificar uma melhoria global das atitudes dos alunos, face à compreensão da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, mostrando que este tipo de intervenção constitui um recurso didático adequado.

**Palavras-chave:** Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, Natureza da Ciência e da Tecnologia, Abordagem CTS, História das Ciências



# **Teaching and Learning about the Nature of Science and Technology: Contribution to the study of students' ideas about the interdependence between Science and Technology**

## **Abstract**

This study refers to the educational problem of teaching and learning the Nature of Science and Technology, considered a central component of Scientific Literacy, and as such integrated on science education guidelines.

The main goal of this study was to evaluate the effect of the implementation of a didactic unit to understand the interdependence between science and technology, using tools of education intervention on the domain of the History of Science.

The study, quantitative and qualitative, was performed with an experimental group and with a control group. The results were obtained applying a pre-test and a post-test and from an analysis of student's answers to several questions.

The results obtained showed a global improvement of student's attitudes related to the understanding of the interdependence between science and technology, showing that this type of intervention is an appropriate teaching resource.

**Keywords:** Interdependence between Science and Technology, Nature of Science and Technology, STS approach, History of Science



## Lista de Abreviaturas

CeT – Ciência e Tecnologia

COCTS – *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DGIDC – Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular

EANCYT – *Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología*

EUA – Estados Unidos da América

HC – História das Ciências

IA – Índice Atitudinal

IAM – Índice Atitudinal Médio

NdCeT – Natureza da Ciência e da Tecnologia

NSTA – *National Science Teacher Association*

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PISA – *Programme for International Student Assessment*

UD – Unidade Didática



# Índice Geral

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>iii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>v</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Abreviaturas .....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice Geral.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>xv</b>
<b>Índice de Tabelas.....</b>	<b>xvii</b>
<b>Capítulo 1- Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1- Enquadramento e relevância do estudo.....	1
1.2- Objetivos do estudo.....	3
1.3- Organização da dissertação.....	3
<b>Capítulo 2- O Ensino CTS .....</b>	<b>5</b>
2.1- Literacia científica.....	5
2.2- Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino das Ciências.....	10
<b>Capítulo 3- A Natureza da Ciência e da Tecnologia no Ensino das Ciências .....</b>	<b>19</b>
3.1- A Importância da Natureza da Ciência e da Tecnologia no ensino das Ciências .....	19
3.2- Os conceitos de Ciência e Tecnologia .....	22
3.3- Concepções sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia.....	24
3.4- O Ensino da Natureza da Ciência e da Tecnologia.....	27

3.4.1-	Os conteúdos da NdCeT a integrar nos currículos .....	27
3.4.2-	Estratégias didáticas - o recurso à História das Ciências .....	29
<b>Capítulo 4-</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>33</b>
4.1-	Desenho metodológico.....	33
4.2-	Caracterização da Escola .....	35
4.3-	Caracterização da amostra .....	38
4.4-	Instrumentos de recolha de dados .....	41
4.5-	Intervenção didática .....	44
<b>Capítulo 5-</b>	<b>Apresentação e Análise dos Resultados.....</b>	<b>47</b>
5.1-	Apresentação e análise dos resultados dos questionários.....	47
5.1.1-	Análise dos questionários, por questão e por frase .....	47
5.1.2-	Comparação dos resultados obtidos no grupo experimental e no grupo de controlo .....	57
5.1.3-	Análise dos resultados por nível de ensino.....	58
5.2-	Apresentação e análise das respostas às questões colocadas nas atividades da UD.....	60
5.2.1-	Análise das respostas individuais às questões alusivas ao texto “E fez-se água!” .....	61
5.2.2-	Análise das respostas em grupo às questões alusivas ao texto “E fez-se água!” .. .....	67
5.2.3-	Análise das respostas à atividade – Elaboração de um texto a partir da observação de uma Imagem fornecida .....	70
5.2.4-	Análise das respostas à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT .....	73
<b>Capítulo 6-</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>77</b>
	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>81</b>
	<b>Anexo I- Questionários .....</b>	<b>87</b>
	<b>Anexo II – Planificação da Unidade Didática.....</b>	<b>91</b>

<b>Anexo III- Texto “E fez-se água!” .....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo IV- Imagem .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo V- Respostas às atividades da UD .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo VI- Autorização para Aplicação dos Questionários em Meio Escolar .....</b>	<b>111</b>



## Índice de Figuras

Figura 2.1- Representação esquemática das características principais da educação CTS (adaptado de Aikenhead, 1994).....	12
Figura 4.1- Esquema do plano do estudo. ....	33
Figura 4.2-Distribuição dos alunos do grupo experimental, por género. ....	38
Figura 4.3- Distribuição dos alunos do grupo experimental, por ano de escolaridade.....	39
Figura 4.4- Distribuição dos alunos do grupo experimental, por idade.....	39
Figura 4.5-Distribuição dos alunos do grupo de controlo, por género. ....	40
Figura 4.6-Distribuição dos alunos do grupo de controlo, por idade. ....	40
Figura 5.1- Comparação dos resultados de IAM obtidos em cada uma das questões do pré-teste e do pós-teste, para o grupo experimental. ....	49
Figura 5.2- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10411 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.....	51
Figura 5.3- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10412 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.....	52
Figura 5.4- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10413 nos pré-teste e pós-teste, para o grupo experimental. ....	54
Figura 5.5- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10421 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.....	55
Figura 5.6- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10431 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.....	56
Figura 5.7- Comparação da variação de IAM obtida para o grupo experimental e para o grupo de controlo. ....	57

Figura 5.8- Comparação dos resultados de IAM obtidos no pré-teste e no pós-teste, para os alunos do grupo experimental, por nível de ensino (3º Ciclo e secundário).....	59
Figura 5.9- Comparação da variação de IAM obtida para os alunos do grupo experimental, por nível de ensino (3ºCiclo e secundário).....	60
Figura 5.10- Distribuição dos alunos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas individuais à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!”.62	
Figura 5.11- Distribuição dos alunos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas individuais à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!”.63	
Figura 5.12- Distribuição dos alunos, quanto às suas respostas individuais à questão 3, alusiva ao texto “E fez-se água!”. .....	64
Figura 5.13- Distribuição dos alunos por itens de análise incluídos nas suas respostas individuais à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!”. .....	65
Figura 5.14- Distribuição dos grupos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!”......	68
Figura 5.15- Distribuição dos grupos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!”......	69
Figura 5.16- Distribuição dos grupos por itens de análise incluídos nas suas respostas à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!”......	70
Figura 5.17- Distribuição dos alunos por resposta à atividade - Elaboração de um texto a partir de uma imagem fornecida. ....	71
Figura 5.18 -Distribuição dos alunos por itens de análise incluídos na sua resposta à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT. ....	74

## Índice de Tabelas

Tabela 4.1-Correspondência entre a pontuação das respostas e o índice atitudinal normalizado entre -1 e +1 em função da categoria das afirmações (Figueiredo & Paixão, 2010).....	41
Tabela 4.2-Questões em estudo e respectiva categoria (adaptadas do questionário COCTS).....	42
Tabela 4.3-Itens de análise para as respostas às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”. .....	43
Tabela 5.1- Resultados globais de IAM, em cada questão do pré-teste e do pós-teste e sua variação em unidades standard, para o grupo experimental. .	49
Tabela 5.2- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10411, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.....	50
Tabela 5.3- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10412, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.....	52
Tabela 5.4- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10413, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.....	53
Tabela 5.5- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10421, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.....	55
Tabela 5.6- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10431, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.....	56

Tabela 5.7- Resultados globais de IAM, por questão, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, por nível de ensino (3º Ciclo e secundário).....	58
Tabela 5.8- Número de itens de análise incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	61
Tabela 5.9- Número de itens de análise incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	63
Tabela 5.10- Percentagem de respostas individuais, corretas e incorretas, à questão 3, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	64
Tabela 5.11- Itens de análise incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	65
Tabela 5.12- Número de itens de análise incluídos nas respostas dos grupos à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	67
Tabela 5.13- Número de itens de análise incluídos nas respostas dos grupos à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	68
Tabela 5.14- Itens de análise incluídos nas respostas dos grupos à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!” .....	70
Tabela 5.15- Respostas dos alunos à atividade - Elaboração de um texto a partir de uma imagem fornecida.....	71
Tabela 5.16- Itens de análise incluídos nas respostas dos alunos à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT.....	73
Tabela V.1- Respostas individuais às questões alusivas ao texto “E fez-se água!” .....	99
Tabela V.2- Respostas em grupo às questões alusivas ao texto “E fez-se água!” .....	104
Tabela V.3. Respostas individuais à atividade - Elaboração de um texto a partir da análise de uma Imagem (anexo IV).....	105

Tabela V. 4- Respostas à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT. ....	108
---	-----



# Capítulo 1- Introdução

## 1.1- Enquadramento e relevância do estudo

Não há dúvida que vivemos hoje numa sociedade cada vez mais influenciada pela Ciência e pela Tecnologia e em que é exigido aos cidadãos, que tomem decisões sobre assuntos de algum modo relacionados com os progressos científicos e tecnológicos e com o seu impacto social e ambiental. Torna-se fundamental, portanto, que a escola proporcione uma educação científica que permita formar cidadãos que decidam e atuem com responsabilidade, face à utilização e consequências dos avanços científicos e tecnológicos. Nesta perspetiva, os jovens, durante o seu percurso académico, devem adquirir uma literacia científica, de modo a possuírem os conhecimentos básicos, sobre Ciência e Tecnologia (CeT), necessários a uma tomada de decisão crítica e fundamentada.

A literacia científica tornou-se um dos objetivos prioritários da educação científica para todos e pressupõe uma abordagem da Ciência em contextos úteis e reais (Roig, Vázquez, Manassero, & García-Carmona, 2012). Para concretizar esse objetivo, tem sido defendida uma nova orientação para o ensino das ciências, denominada CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), mais focada no aluno e nas suas vivências e que permita compreender melhor a importância da Ciência e da Tecnologia no contexto social, abordando as relações mútuas entre os desenvolvimentos científicos, tecnológicos e sociais (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2001; Aikenhead, 1994).

Cientistas, educadores e organizações internacionais no domínio da educação em ciências consideram fundamental, para a literacia científica, que todos os estudantes desenvolvam conceções informadas sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdCeT), onde estão incluídas a epistemologia da Ciência e da Tecnologia e as relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade (Roig *et al.*, 2012).

Os currículos do ensino básico e secundário em Portugal também estão orientados nesse sentido. Podem ler-se, nas orientações curriculares das Ciências Físico-Químicas para o 3º Ciclo, recomendações para desenvolver os temas organizadores da disciplina através de duas questões de partida, uma de abordagem mais geral, que envolve a NdCeT, e outra, de abordagem mais específica, que diz respeito aos conteúdos (DEB, 2001). Nos currículos do ensino secundário estão igualmente presentes sugestões para uma abordagem CTS, que promova a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na sociedade (DES, 2001, 2003; Paixão & Figueiredo, 2012).

Apesar destas orientações constarem dos currículos, de acordo com o estudo internacional PISA 2006 (*Programme for International Student Assessment*), os resultados dos alunos portugueses, ao nível da literacia científica, são muito abaixo da média relativamente a outros países da OCDE (*Organisation for Economic Cooperation and development*) (Pinto-Ferreira, Serrão, & Padinha, 2006). Alguns estudos mostram que a maioria dos estudantes e professores não possuem uma correta compreensão da NdCeT e que a frequência de cursos de ciências e tecnologias no ensino superior também não a promove de forma eficaz (Figueiredo & Paixão, 2010; Roig *et al.*, 2012).

Neste contexto, torna-se importante a realização de outros estudos que permitam identificar quais as conceções erradas de estudantes e professores e quais as metodologias adequadas para desenvolver visões corretas acerca da NdCeT.

Alguns professores e investigadores consideram possível desenvolver visões adequadas da NdCeT, incorporando-as de forma implícita no ensino, recorrendo, nomeadamente a atividades experimentais e investigativas. No entanto, são em maior número os que defendem que é necessário um ensino explícito desta temática e que consideram a História das Ciências (HC) um recurso importante, pois fornece um número variado de situações que ilustram as interações entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

O recurso à HC permite analisar a construção do conhecimento científico e tecnológico, desde a sua conceção inicial até à atualidade, contribuindo para a sua perceção de uma forma abrangente e dinâmica e explorando a sua relação com as questões sociais (S. E. Santos, 2003).

## **1.2- Objetivos do estudo**

Este estudo enquadra-se na abordagem ao problema educativo do ensino-aprendizagem da NdCeT e pretende ser um contributo para melhorar a sua compreensão, por parte dos alunos, testando alguns instrumentos de intervenção educativa em contexto de sala de aula.

O principal objetivo é avaliar qual a eficácia de uma unidade didática (UD), baseada em recursos da HC, na melhoria da compreensão da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia.

Com os resultados obtidos, pretende-se contribuir para o reconhecimento das principais conceções dos alunos sobre a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia e para a identificação de recursos de intervenção didática adequados.

## **1.3- Organização da dissertação**

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos.

No capítulo 1 é feito um enquadramento do tema, uma breve exposição sobre a relevância do estudo e são apresentados os seus objetivos.

Nos capítulos 2 e 3 é feita uma revisão da literatura sobre o que se entende por literacia científica e como se promove, sobre o ensino CTS e sobre a visão da NdCeT e o papel da HC enquanto estratégia didática para a desenvolver. É incluída uma breve abordagem histórica destes temas, de forma a contextualizar o estudo, e são referidas algumas investigações que fornecem uma perspetiva geral do trabalho que tem vindo a ser desenvolvido nesta área.

No capítulo 4 aborda-se a metodologia seguida na investigação. É feita uma descrição do desenho do estudo, a caracterização da amostra e são

descritos os instrumentos de recolha de dados e a intervenção didática realizada.

No capítulo 5 faz-se a apresentação e a discussão dos resultados obtidos. Procede-se à análise quantitativa e qualitativa das respostas aos questionários aplicados como pré-teste e pós-teste e faz-se, ainda, uma análise qualitativa das respostas às atividades que compõem a UD desenvolvida.

No capítulo 6 apresentam-se as conclusões do estudo, algumas limitações e perspetivas para trabalhos futuros.

A bibliografia consultada para a elaboração da presente dissertação encontra-se apresentada no final, bem como os anexos.

## **Capítulo 2- O Ensino CTS**

O ensino CTS é atualmente aceite como uma importante estratégia na promoção da literacia científica, que pode ser entendida como um dos objetivos finais do ensino das ciências.

Neste capítulo pretende-se caracterizar o ensino CTS, apresentar os seus objetivos e os argumentos que justificam a sua importância.

Com o intuito de realizar um enquadramento desta temática, será feita inicialmente uma abordagem histórica ao conceito de literacia científica, bem como a apresentação da sua definição, segundo vários autores.

### **2.1- Literacia científica**

O interesse pela literacia científica surgiu nos Estados Unidos da América (EUA), nos anos cinquenta do século XX, quando a comunidade científica reconheceu a importância do apoio da população para sustentar uma efetiva resposta científica e tecnológica deste país, perante as alterações sociais e políticas estabelecidas após a segunda guerra mundial e o lançamento do Sputnik soviético (Carvalho, F. Azevedo, & Sardinha, 2009). No imediato pós-guerra, foi evidente a necessidade de uma maior responsabilidade cívica considerando as ameaças e promessas da Ciência, relacionadas com o rápido desenvolvimento da Tecnologia verificado nessa altura, em áreas como a energia nuclear, a exploração espacial e a biologia celular, entre outras. Neste contexto, tornou-se inevitável uma nova abordagem no ensino das ciências e a comunidade educativa passou a interessar-se mais pelo papel estratégico do conhecimento científico na sociedade, o que levou a propostas de uma educação em ciências com a finalidade de formar cidadãos que compreendessem a Ciência e valorizassem o trabalho dos cientistas (DeBoer, 2000).

A década de sessenta foi marcada pelo surgimento de projetos curriculares inovadores que valorizavam não apenas os conteúdos, mas também os processos e as questões de ordem ética, bem como a relação entre a Ciência e outras áreas do saber, pretendendo não só formar pessoas com conhecimentos técnicos, mas também cidadãos informados e participativos (Ramos, 2004). Nesta conjuntura, tornou-se importante o tema literacia científica, que corresponde à tradução do termo *scientific literacy* e que tem sido usado para descrever uma familiaridade desejada com a Ciência, por parte dos cidadãos em geral (DeBoer, 2000).

O termo *scientific literacy*, comumente utilizado nos EUA, tem como sinónimo “compreensão pública da Ciência” (“*public understanding of science*”) na Grã-Bretanha e “cultura científica” (“*la culture scientifique*”) em França (Carvalho *et al.*, 2009).

Têm sido escritos centenas de documentos sobre este tema e o seu significado tem sofrido modificações ao longo dos tempos, consoante a valorização dada a cada uma das suas dimensões, que também têm variado em função da época da história e que provavelmente continuarão a variar (Chagas, 2006).

De acordo com Pella, O’Hearn e Gale (1963, citados em Chagas, 2006), que analisaram mais de cem artigos sobre o tema, publicados nos anos cinquenta e sessenta, um indivíduo letrado em ciências caracterizava-se por compreender conceitos básicos da Ciência e a sua natureza, por reconhecer as implicações de questões de ordem ética na atividade científica e por ser capaz de discutir as inter-relações existentes entre a Ciência, a sociedade e as humanidades, assim como de estabelecer diferenças entre a Ciência e a Tecnologia.

Apesar desta nova abordagem para o ensino das Ciências, existia uma crescente insatisfação em relação aos currículos ainda direcionados apenas para os alunos com aptidão e motivação específicas para a Ciência, o que levou a que, durante a década de setenta, começasse a ser discutida a “Ciência para todos” (Chagas, 2006). Nessa altura, a definição de literacia científica surgiu na publicação da NSTA (*National Science Teacher Association*) “*Science Education for the 70’s*” como uma proposta mais

equilibrada entre o conhecimento de conteúdos e processos científicos e o desenvolvimento pessoal e social (Ramos, 2004). Assim, a literacia científica, como relação entre a Ciência e a sociedade, ganhou destaque adicional e na década de oitenta desenvolveram-se esforços no sentido de implementar currículos que privilegiassem as abordagens CTS (DeBoer, 2000).

Ainda na década de oitenta, surge o projeto da *American Association for the Advancement of Science*, designado “Ciência para todos”, onde a literacia científica é definida enfatizando as relações entre as ciências naturais, sociais, a matemática e a Tecnologia e são dadas recomendações específicas para a aprendizagem em áreas como a NdCeT (AAAS, 1989).

Em 1996, no documento *National Science Education Standards*, surge a definição de uma pessoa letrada cientificamente como aquela que “pode determinar as respostas a questões que surjam da sua curiosidade sobre as experiências do dia-a-dia, pois terá capacidade para questionar, descrever, explicar e prever fenómenos naturais. A literacia científica implica ser capaz de ler e compreender artigos sobre Ciência, avaliar a qualidade da informação científica com base nas fontes e métodos utilizados para a gerar, questionar a validade das conclusões, identificar questões problemáticas subjacentes a políticas nacionais e locais e expressar posições cientificamente e tecnologicamente informadas” (NAP, 1996, p.22).

Segundo Shamos e Kyle (1995, citados em Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2003) a literacia científica deve ser orientada por três princípios fundamentais: cultural, prático e social. O princípio cultural é relativo à consciência sobre o que é Ciência, considerando-a como um marco da cultura humana, o princípio prático diz respeito à utilização dos conhecimentos científico e tecnológico na vida quotidiana e por último, o princípio social ou cívico é respeitante ao uso do direito democrático relativamente a assuntos relacionados com a Ciência.

A literacia científica é também definida como um conjunto de conhecimentos e práticas sobre o mundo natural e o “artificial”, criado pela Tecnologia, com diferentes graus e níveis, consoante a idade das pessoas (Bybee, 1997, citado em Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003).

Uma pessoa letrada cientificamente pode ser caracterizada como aquela que é capaz de usar conceitos, processos e valores científicos na tomada de decisões quotidianas, enquanto interage com os outros e com o seu ambiente, que compreende a relação entre a Ciência e a Tecnologia e é capaz de lidar com problemas sociais importantes (DeBoer, 2000).

Graber e Nentwing (1999, citados em Chagas, 2006), numa proposta para um programa adequado de literacia científica, definem o conceito considerando a existência de sete domínios: conteúdo, epistemologia, aprendizagem, raciocínio, metodologia, comunicação e ética. O domínio do conteúdo diz respeito ao conhecimento dos conceitos científicos; o domínio da epistemologia é relativo à compreensão da Ciência como abordagem sistemática e particular acerca do mundo; o domínio da aprendizagem está relacionado com a capacidade de utilizar diferentes estratégias e meios para construir o conhecimento científico; o domínio do raciocínio diz respeito às capacidades de generalizar, de formular um raciocínio lógico, de utilizar modelos, de analisar criticamente e de gerar e testar hipóteses; o domínio da metodologia refere-se às competências relativas a processos científicos como observar, experimentar, avaliar, construir e interpretar representações gráficas, analisar estatisticamente e pesquisar literatura relacionada com o tema em estudo; o domínio da comunicação está relacionado com a utilização e compreensão da linguagem científica; e por último, o domínio da ética diz respeito ao conhecimento das normas, à capacidade de refletir acerca dessas normas e ao estabelecimento de hierarquias de valores.

Num estudo realizado por Kemp (2002, citado em Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003) foram analisadas as opiniões de vários especialistas relativamente ao conceito de literacia científica.

A maioria dos inquiridos evidenciou a necessidade de se conhecerem conteúdos científicos específicos, mas não existiu consenso sobre quais deveriam ser esses conteúdos. No entanto, foi estabelecido um conjunto de elementos que têm de estar presentes quando se pretende definir o conceito de literacia científica. Esses elementos foram agrupados em três dimensões (conceitual, procedimental e afetiva) e entre os mais citados pelos especialistas encontram-se as relações entre Ciência e sociedade, a recolha e uso de

informações científicas, a aplicação da Ciência na vida quotidiana, a sua utilização para fins sociais e cívicos, a sua divulgação de uma forma compreensível e a valorização e o interesse pela Ciência (Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003). No mesmo estudo, e com base na informação recolhida, foram definidas três categorias de literacia científica: a pessoal, a prática e a formal. Na literacia científica pessoal são destacados os elementos da dimensão concetual. Nesta perspetiva, a literacia científica reside principalmente na compreensão de uma ampla gama de conceitos e vocabulário científico e inclui apreciar a HC, compreender a informação científica divulgada e fomentar o interesse pela Ciência na escola, bem como, a motivação para continuar a aprender ao longo da vida. A literacia científica prática, consiste em saber usar a Ciência na vida quotidiana e para fins cívicos e sociais. Refere-se à capacidade de obter informações sobre Ciência, de compreender a informação científica divulgada nos meios de comunicação social, de aprender algumas noções básicas da Ciência e estar consciente das suas limitações. A literacia científica formal, inclui características das categorias pessoal e prática e diz respeito a uma compreensão abrangente dos princípios científicos, ao conhecimento da natureza da Ciência e da sua relação com a sociedade, ao saber usar informações científicas e ser capaz de comunicá-las aos outros e à participação democrática na sociedade civil, tomando decisões fundamentadas sobre assuntos relacionados com a Ciência e a Tecnologia, bem como, apreciar a Ciência, interessar-se por ela e manter-se a par dos desenvolvimentos científicos (Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003).

Atualmente, o programa trienal PISA, apresenta uma conceção de literacia científica bastante ampla, considerando-a como a capacidade de utilizar conhecimentos e processos científicos, não só para compreender o mundo natural, mas também para participar nas decisões que o afetam.

No âmbito do PISA 2006, “a literacia científica refere-se, em termos individuais:

(i) ao conhecimento científico, e à utilização desse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenómenos científicos e elaborar conclusões fundamentadas sobre questões relacionadas com a Ciência;

(ii) à compreensão das características próprias da Ciência enquanto forma de conhecimento e de investigação;

(iii) à consciência do modo como CeT influenciam os ambientes material, intelectual e cultural das sociedades e

(iv) à vontade de envolvimento em questões relacionadas com a Ciência e com o conhecimento científico, enquanto cidadão consciente" (Pinto-Ferreira *et al.*, 2006, p.7).

Em suma, a literacia científica é um conceito complexo, sendo vários os significados que se encontram na literatura e não havendo, por vezes, consenso entre os especialistas. As aprendizagens envolvidas não se restringem ao período de escolaridade, pois trata-se de um processo gradual ao longo de toda a vida.

Por estar relacionada com fatores sociais e culturais, é difícil criar um modelo universal para a atingir, o que faz com que, mesmo que existam objetivos gerais idênticos, devam ser definidos objetivos específicos, dependendo do contexto cultural e social em que os estudantes se inserem (Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003).

## **2.2- Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino das Ciências**

A importância crescente da Ciência e da Tecnologia na sociedade tem promovido a questão de qual o conhecimento científico efetivamente relevante e que deve ser ensinado nas escolas. Muitos consideram que é necessário abandonar o registo académico em que a Ciência é ensinada, apenas para aqueles que pretendem prosseguir estudos nessa área, e que devem ser adotadas metodologias com uma perspetiva mais prática, baseadas nos conhecimentos prévios dos alunos e nas suas experiências e observações do dia-a-dia, de forma a promover o desenvolvimento da literacia científica, fundamental para o exercício da cidadania.

Os conceitos de educação e formação têm vindo a ser alterados, considerando-se hoje importante que a formação inicial seja de largo espectro e

que acompanhe os indivíduos ao longo das suas vidas, de forma a prepará-los para os desafios que vão sendo impostos pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Assim, os modelos de ensino do tipo transmissível estão cada vez mais ultrapassados e reconhece-se que a aprendizagem das ciências não pode limitar-se ao conhecimento de factos e da sua interpretação, mais ou menos aprofundada, conforme o nível de ensino.

“O ensino tradicional das ciências não é o adequado pelo que ensina, mas pelo que não ensina”, como a dimensão cultural da Ciência, as suas relações com a Tecnologia, bem como o seu estudo num contexto social, político e económico e mais próximo da experiência quotidiana dos alunos (Ziman, 1994, citado em Acevedo *et al.*, 2001, para.28).

Nesta perspetiva, uma educação científica menos compartimentada e que promova a compreensão das inter-relações do conhecimento científico e tecnológico com a sociedade tem vindo a ser defendida. Esta educação, denominada CTS, tem apresentado uma diversidade de pontos de vista e de terminologias, tais como enfoques, contextos, temas, orientações ou movimento CTS (Martins, 2002).

O movimento CTS teve as suas raízes na reforma curricular realizada nos anos oitenta, cuja finalidade era tornar a Ciência e a Tecnologia acessíveis a todos os cidadãos e começou a desenvolver-se nos países ocidentais, em particular nos anglo-saxónicos (Grã-Bretanha, EUA, Canadá, Holanda, Austrália e Alemanha) (Acevedo *et al.*, 2001).

As propostas de um ensino secundário com um enfoque CTS surgiram por parte de grupos de investigadores, como a NSTA, responsável pela publicação de um documento em 1982, onde se podia ler que o objetivo do ensino das ciências seria “desenvolver pessoas cientificamente letradas, capazes de entender como se influenciam entre si, a Ciência, a Tecnologia e a sociedade, e de usar esse conhecimento na tomada de decisões quotidianas” (DeBoer, 2000).

No final da década de noventa, vêm juntar-se a esta dimensão as preocupações ambientais, decorrentes do acelerado desenvolvimento tecnológico, e alguns autores passaram a utilizar o acrónimo CTSA, incluindo o

meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, nesta abordagem (Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003).

A abordagem CTS pode ser definida como um ensino focado no aluno e que pretende orientá-lo na compreensão das suas experiências quotidianas, incorporando a Ciência escolar no seu desenvolvimento pessoal e social. Esta conceção encontra-se esquematizada na Figura 2.1, em que o aluno é colocado na posição central do processo ensino-aprendizagem (Aikenhead, 1994).

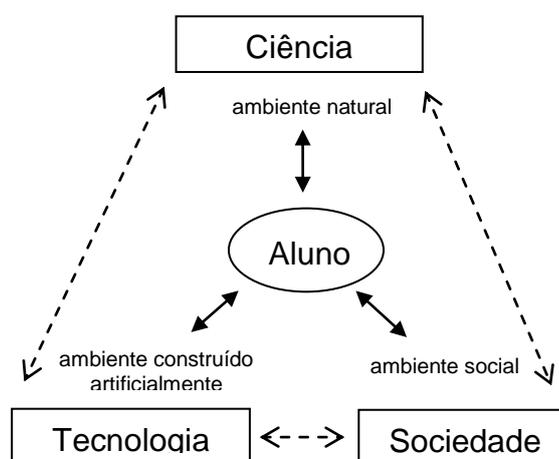


Figura 2.1- Representação esquemática das características principais da educação CTS (adaptado de Aikenhead, 1994).

Para compreender as suas experiências quotidianas, o aluno tem de reconhecer três ambientes: o social, o construído artificialmente (influenciado pela Tecnologia) e o natural, e integrar os seus conhecimentos pessoais nestes três ambientes, tal como está representado pelas setas sólidas.

O estudo do mundo natural é a Ciência, e no ensino CTS os fenómenos naturais são abordados de forma a integrar a Ciência nos ambientes artificial e social do aluno, como está representado pelas setas a tracejado, criando uma estrutura pedagógica que se harmoniza com a representada pelas setas sólidas.

O ensino CTS tem como objetivo fazer com que as experiências do aluno no seu dia-a-dia façam sentido para ele, e que este use o seu

conhecimento sobre o seu ambiente natural, tecnológico e social, como ponto de partida para a aprendizagem (Aikenhead, 1994).

O que se defende é a estruturação do ensino das ciências segundo problemáticas reais e atuais, levantando questões criadas pela repercussão da Tecnologia na sociedade ou pelas implicações sociais no conhecimento científico e tecnológico. A partir dessas questões, são ensinados os conceitos de Ciência e Tecnologia, que surgem como via para o desenvolvimento de uma explicação ou interpretação plausível, construindo “pontes” entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade (Martins, 2002).

A abordagem CTS promove a compreensão da Ciência e da Tecnologia no seu contexto social e pode ser definida como “aquela que estuda as relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social” (Roberts, 1991 citado por W. L. P. Santos & Mortimer, 2002, p.3).

Enquanto proposta educativa, esta abordagem constitui um novo planejamento dos currículos, em todos os níveis de ensino, com o principal objetivo de dar uma formação, ao nível dos conhecimentos e dos valores, promovendo uma participação responsável e democrática na avaliação e controlo das implicações sociais da Ciência e da Tecnologia (Acevedo, 2001).

Esta abordagem pretende também contribuir para o aumento do interesse e da compreensão pública da Ciência, inculcando responsabilidade social na tomada coletiva de decisões sobre questões relacionadas com a Ciência e a Tecnologia. Mas para alcançar esses objetivos, é necessário atingir inúmeras metas ao nível individual, tais como o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a criatividade e a capacidade de resolução de problemas e de tomada de decisões (Aikenhead, 1994). Por isso, o ensino CTS valoriza as atividades que fomentem a resolução de problemas, o confronto de pontos de vista, a análise crítica de argumentos, a discussão dos limites de validade de conclusões alcançadas e o saber formular novas questões (Martins, 2002).

São vários os autores a definir objetivos e metas para o ensino CTS, tendo, no entanto, como objetivo comum e final, a aquisição dos conhecimentos e competências fundamentais à literacia científica.

Segundo Bybee (1985, citado em Acevedo *et al.*, 2001; Aikenhead, 1994 para.13, para.41), a educação CTS tem três objetivos gerais:

(i) a aquisição de conhecimentos, para fins pessoais, do exercício da cidadania e culturais;

(ii) o desenvolvimento de competências necessárias à aprendizagem, como os processos de investigação científica e tecnológica para recolher informação, resolver problemas e tomar decisões;

(iii) o desenvolvimento de valores e ideias importantes para decidir sobre temas públicos e políticos, locais ou mundiais.

A educação científica com orientação CTS pode também constituir uma ferramenta para:

(i) aumentar a compreensão do conhecimento científico e tecnológico, das suas relações e diferenças, a fim de atrair mais estudantes para as atividades profissionais relacionadas com a Ciência e a Tecnologia;

(ii) promover os valores da Ciência e da Tecnologia e entender a sua contribuição para a sociedade, valorizando os aspetos éticos necessários para uma utilização mais responsável;

(iii) desenvolver as competências que permitem uma melhor compreensão dos impactos sociais da Ciência e da Tecnologia (Acevedo, 2001).

Waks e Prakash (1985, citados em Aikenhead, 1994, para.14) identificaram o seguinte conjunto de metas para o ensino CTS :

(i) aquisição de competências cognitivas;

(ii) aquisição de conhecimentos e competências necessárias para ler e falar com precisão sobre questões CTS;

(iii) compreensão da epistemologia e sociologia da Ciência;

(iv) compreensão de fatores que afetam o quotidiano;

(v) participação responsável na ação política.

Atualmente existem duas linhas orientadoras desta abordagem CTS, uma baseada em questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade (*Issue-Oriented-Science*, IOS), defendida pelas Universidades dos EUA, mais pragmáticas e ativistas dos estudos políticos da Ciência e da

Tecnologia, e outra, centrada nos aspetos sociais e culturais da Ciência e da Tecnologia, derivada de uma linha europeia, mais teórica e académica.

Rosenthal (1989 citado em Acevedo, 1997) estudou as vantagens e os inconvenientes destes dois enfoques e concluiu que o primeiro, provavelmente considerado mais interessante por alunos e professores, pode conduzir a uma educação CTS parcial e demasiado especializada. Por outro lado, o segundo, mais generalista, talvez possa proporcionar aos estudantes uma estrutura conceptual mais ampla e duradoura, embora muitas vezes seja visto pelos professores como mais distante da Ciência e da Tecnologia, uma vez que se refere às inter-relações CTS a partir da perspectiva de outras disciplinas como a Filosofia e a Sociologia.

Os resultados da investigação mostram que a primeira abordagem referida é a mais comum, talvez porque existem muitas questões da Ciência e da Tecnologia que afetam a vida quotidiana, ou porque a maioria dos professores se sentem mais preparada e motivada para a utilizar ou ainda porque os próprios programas e orientações curriculares vão nesse sentido. No entanto, as duas orientações são plausíveis, podendo ser implementadas atividades que as trabalhem a ambas (Acevedo, 1997).

A questão de quais os conteúdos a serem abordados, numa educação CTS, é também algo que permanece em debate. Parece evidente que todos os projetos ou atividades CTS devem abordar questões sociais relacionadas com a Ciência e com a Tecnologia e, além dos temas transversais, como educação, saúde, consumo, ou ambiente, existe consenso quanto à abordagem da NdCeT (Acevedo, 1997).

Nesta abordagem devem constar conteúdos científicos que relacionem a Ciência com problemas sociais externos à comunidade científica, como por exemplo, a poupança energética ou a poluição, e internos à comunidade científica, como a epistemologia das Ciências ou a natureza das teorias científicas (Aikenhead, 1994).

Alguns autores defendem que para que a Ciência seja para todos, devem ser lecionados a todos os alunos os mesmos conteúdos científicos, usando as mesmas estratégias didáticas. Outros entendem que o ensino deve

ser adaptado aos interesses e necessidades pessoais e às características da comunidade (Acevedo, Vázquez *et al.*, 2003).

Alguns conteúdos e dimensões que podem ser abordadas nos projetos e atividades CTS são:

(i) a Natureza da Ciência e da Tecnologia (epistemologia; relações entre CeT; traços pessoais, motivações e interesses dos cientistas e tecnólogos; questões filosóficas, históricas e sociais internas às comunidades científica e tecnológica);

(ii) questões sociais da Ciência e da Tecnologia (influência da sociedade na Ciência e na Tecnologia e destas na sociedade; efeitos do ambiente cultural, político e religioso; controlo social de instituições e políticas; conhecimento necessário para tomar decisões; responsabilidade social, ética e valores morais; presença da mulher na Ciência e na Tecnologia);

(iii) processos e produtos tecnológicos (aplicações da Ciência, artefactos tecnológicos, processos de desenho e produção tecnológica) (Acevedo *et al.*, 2001, para.45).

Para conseguir um ensino CTS é necessário não só rever os currículos como formar professores. Um dos obstáculos à sua implementação é precisamente a falta de formação dos professores a este nível, pois também estes aprenderam ciências de forma aprofundada, matematizada e especializada, o que faz com que tenham dificuldades na criação de estratégias e produção de recursos didáticos adequados.

Os professores de ciências têm mostrado preocupação em desenvolver nos alunos atitudes mais positivas face à Ciência, bem como competências ao nível da resolução de problemas reais, aplicando no quotidiano os conhecimentos desenvolvidos na aula. No entanto, não são muitos os que, em sala de aula, aplicam estratégias adequadas a estas preocupações. Para que haja sucesso nesta abordagem é necessário que estes criem nas suas aulas as condições adequadas, comunicando aos alunos os objetivos das atividades desenvolvidas, dando-lhes autonomia e promovendo a comunicação (Acevedo, 2001).

A partir de diversos estudos sobre o papel dos professores num ensino CTS, foi identificado um conjunto de características que estes devem possuir e

um conjunto de procedimentos que devem realizar, entre eles, fazer sempre uma planificação cuidada da aula e da avaliação, ser flexível com o currículo e com a sua planificação, promover a interação e a comunicação, ter altas expectativas sobre os alunos, promover o questionamento, pedir provas e fundamentos para as ideias propostas, potenciar a aplicação dos conteúdos no mundo real, não ocultar as limitações da Ciência para resolver problemas sociais e, sempre que possível, levar para a aula pessoas e recursos diversos (Penick 1993, citado em Acevedo, 2001). Neste sentido, podem ser referidos como exemplos de estratégias a utilizar nas aulas a resolução de problemas abertos, incluindo a tomada de decisões fundamentadas e democráticas, a elaboração de projetos em pequenos grupos cooperativos, a realização de trabalhos práticos de campo, a realização de jogos de simulação e de papéis, a participação em fóruns e debates, a presença de especialistas nas aulas, a visita a fábricas e empresas, exposições, museus e outros complexos de interesse científico ou até breves períodos de formação em empresas e centros de trabalho (Acevedo, 2001, para.13).



## **Capítulo 3- A Natureza da Ciência e da Tecnologia no Ensino das Ciências**

A compreensão da NdCeT tem importância reconhecida e encontra-se referida como um dos objetivos da educação CTS. A sua inclusão nos currículos de Ciências já se verifica em alguns países, no entanto, definir quais os conteúdos da NdCeT que devem ser lecionados e quais as estratégias didáticas mais adequadas para a sua abordagem continua a ser um assunto complexo.

Neste capítulo pretende-se dar resposta às seguintes questões: (i) de que trata a NdCeT e qual a sua importância no ensino das ciências; (ii) quais os consensos relativamente às conceções da NdCeT consideradas adequadas e (iii) de que forma a HC pode constituir uma estratégia didática para este tema.

### **3.1- A Importância da Natureza da Ciência e da Tecnologia no ensino das Ciências**

Os argumentos a favor da inclusão da NdCeT na educação científica remontam ao início do século XX. No entanto, só na década de 60 é que este tema teve destaque, com o surgimento de projetos curriculares onde era defendida uma nova abordagem do ensino das ciências, focada não apenas nos conteúdos mas também nos processos da Ciência (McComas, Almazroa, & Clough, 1998).

A partir da década de noventa, a compreensão da NdCeT surgiu como um dos componentes essenciais à literacia científica e à educação CTS, tendo diversos currículos de ciências, em todo o mundo, aumentado a ênfase nesta temática (Acevedo *et al.*, 2005; Ferreira & Morais, 2010). Hoje em dia, vários países, como a Austrália, o Canadá, a Inglaterra, a Nova Zelândia ou os EUA

incluem explicitamente o ensino da NdCeT nos seus currículos científicos e muitos outros o fazem de uma forma parcial ou implícita (Acevedo *et al.*, 2005).

A NdCeT é um tema complexo, verificando-se diferentes opiniões por parte de cientistas, filósofos, sociólogos e historiadores e por isso é difícil defini-lo, podendo qualquer descrição parecer incompleta (J. S. Lederman & Lederman, 2005).

Alguns autores valorizam apenas os aspetos epistemológicos, ou seja, as características, pressupostos e valores inerentes ao conhecimento científico. Para outros, a NdCeT é um conceito que vai mais além, englobando aspetos sociológicos e históricos (McComas *et al.*, 1998).

No entanto, as questões epistemológicas conduzem com frequência a questões sociológicas e por isso, esta segunda abordagem é considerada mais completa, uma vez que contempla os aspetos epistemológicos, sociológicos e psicológicos, relativos à Ciência e à Tecnologia, e em particular às relações de interação e interdependência entre Ciência, Tecnologia e sociedade (Vázquez & Manassero, 2012; Vázquez, Manassero, Acevedo, & Acevedo, 2007).

Segundo Acevedo, Vázquez, Manassero, & Acevedo (2007a, 2007b) “o conceito de NdCeT engloba uma diversidade de aspetos sobre o que é a Ciência, o seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a Tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa e as contribuições da Ciência para a cultura e o progresso da sociedade” (p. 34).

Atualmente, a grande maioria dos especialistas em didática das Ciências concorda que a compreensão da NdCeT é um dos principais objetivos em educação científica, tanto para desenvolver uma melhor perceção do que é a Ciência e dos seus métodos, como para reconhecer e entender as interações entre esta, a Tecnologia e a sociedade (Acevedo *et al.*, 2005).

Fleury e Bentley (1991, citados em McComas *et al.*, 1998, p.514) referiram-se aos processos necessários para o conhecimento científico e à NdCeT como a “infraestrutura do conhecimento científico” e argumentaram que

“se o conhecimento da infraestrutura falha, então, a compreensão do conhecimento construído também falhará”.

Segundo Shamos (1995, citado em McComas *et al.*, 1998, p. 515) o conhecimento de conteúdos científicos pode não ser necessário para a literacia científica, mas a “compreensão da NdCeT é um pré-requisito”.

Segundo Driver, Leach, Millar e Scott (1996, citados em N. G. Lederman, 2006), existem quatro argumentos que justificam a importância de compreender a NdCeT:

(i) utilitário, pois é necessária a compreensão da NdCeT para utilizar a Ciência, os objetos e os processos tecnológicos no dia-a-dia;

(ii) democrático, que diz respeito à tomada de decisões informadas sobre assuntos sócio-científicos;

(iii) cultural, em que a compreensão da NdCeT é fundamental para apreciar o valor da Ciência como parte da cultura contemporânea;

(iv) moral, pois está relacionado com o desenvolvimento e compreensão de normas e valores da comunidade científica.

Outras razões são também consideradas quando se defende que os currículos dos cursos de ciências devem incluir a NdCeT, nomeadamente, a significativa quantidade de concepções alternativas identificadas em estudantes e professores relativamente a esta temática. Compreender a NdCeT melhora a construção e reconstrução de ideias, uma vez que facilita a compreensão do modo como os alunos constroem o significado das suas experiências, constituindo uma ferramenta que possibilite a mudança concetual.

Incorporar a NdCeT nos currículos de Ciências permite ainda aumentar a motivação dos alunos e melhorar a aprendizagem dos conteúdos científicos, pois são compreendidos os processos científicos, avaliados os pontos fortes e fracos da Ciência, o que a humaniza, deixando o seu estudo de ser apenas um processo de memorização.

## 3.2- Os conceitos de Ciência e Tecnologia

Quando se estuda a compreensão da NdCeT é importante clarificar quais as definições consideradas adequadas para os conceitos de Ciência e de Tecnologia.

O conceito de Ciência não é fácil de definir, pois pode ter múltiplos significados. Pode ser considerada um processo de investigação sistemática do qual se obtém um corpo de conhecimentos, ordenados em princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia, ou uma organização de pessoas que têm ideias e usam métodos e técnicas para desenvolver novos conhecimentos.

A Ciência tem sido desenvolvida mediante os interesses da sociedade, permitindo através do conhecimento, o controlo, previsão e manipulação dos fenómenos naturais. Isso implica não só a criação de representações do mundo natural mas também o desenvolvimento de ferramentas de intervenção sobre ele, o que está intimamente ligado a questões tecnológicas (Acevedo, 2006).

Ziman (1984, citado em Ferreira & Morais, 2010) apresenta uma noção de Ciência enquanto instituição social que pode ser analisada e descrita segundo as suas dimensões filosófica, histórica, psicológica e sociológica. A dimensão filosófica refere-se a aspetos da metodologia da Ciência, salientando a observação, a experimentação e a teorização. A dimensão histórica apresenta a Ciência como uma atividade dinâmica, que se modifica e evolui ao longo do tempo. A dimensão psicológica contempla as características psicológicas dos cientistas, que inevitavelmente influenciam a sua atividade, podendo conduzir a procedimentos mais ou menos corretos. A dimensão sociológica envolve duas vertentes, a interna e a externa. A primeira, engloba as relações sociais que se estabelecem e desenvolvem dentro da comunidade científica. A segunda, está relacionada com a produção científica, condicionada pelas necessidades e exigências sociais, sendo nesta que o autor enquadra a interação entre Ciência, Tecnologia e sociedade.

Relativamente à noção de Tecnologia, esta tem sofrido alterações ao longo dos tempos. Apresentando inicialmente um sentido mais restrito, hoje é

interpretada como um conjunto de ferramentas, instrumentos, máquinas, organizações, métodos e técnicas.

Podem considerar-se diversos significados para o termo Tecnologia, tais como:

(i) conjunto de produtos fabricados artificialmente pelas pessoas (ferramentas, instrumentos, máquinas, artefactos e outro tipo de sistemas);

(ii) conhecimentos, técnicas, metodologias, capacidades e destrezas necessárias para poder desenhar e realizar tarefas produtivas (atividades relacionadas com o saber técnico e o saber fazer);

(iii) recursos humanos e materiais do sistema sociotécnico de produção;

(iv) sistema sociotécnico necessário para o uso e manutenção dos produtos fabricados (Acevedo, 2006, p.200).

Dos vários significados apresentados, a maioria das pessoas só tem em conta os três primeiros, sendo o primeiro o mais aceite, talvez por ser o mais referido no ensino das ciências.

Outra forma de entender o conceito de Tecnologia é enquanto sistema complexo, constituído por uma série de elementos que se relacionam entre si, com as pessoas e o meio ambiente. Pacey (1999, citado em Acevedo, 2006) caracteriza a prática tecnológica como resultado da articulação das dimensões técnica, organizativa, ideológica, cultural e afetiva. A dimensão técnica diz respeito aos conhecimentos, ferramentas e instrumentos necessários à prática tecnológica. A dimensão organizativa, inclui aspetos sociais e políticos de maior relevo. As dimensões ideológica e cultural dizem respeito aos valores e ideologias, que influenciam as atividades dos especialistas em Tecnologia, e à educação tecnológica. Por último, a dimensão afetiva está relacionada com as emoções e sentimentos pessoais face à Tecnologia.

### **3.3- Concepções sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia**

A investigação em didática das ciências tem mostrado que tanto alunos como professores têm, em geral, uma compreensão inadequada sobre a NdCeT, mostrando dificuldade em distinguir Ciência de Tecnologia e em reconhecer as relações destas com a sociedade (Vázquez, Manassero, & Talavera, 2010).

Estudos realizados com estudantes portugueses a frequentarem o ensino superior, mostram que a diferença entre as suas concepções da NdCeT, no início e no final de cursos da vertente de ciências e tecnologias é mínima, e que estas não são mais adequadas, quando comparados com as de outros a frequentar cursos da vertente humanística (Figueiredo & Paixão, 2010, 2011). Isto permite concluir que a frequência dos cursos de ciências e tecnologias não contribui de forma significativa para uma melhor compreensão da NdCeT.

Apesar da educação com um enfoque CTS estar contemplada nas orientações curriculares e programas do ensino básico e secundário, isso parece não se traduzir numa melhoria efetiva das concepções dos alunos.

Por outro lado, se os professores não têm uma visão adequada sobre a NdCeT ou não a valorizam, terão tendência a excluí-la ou a abordá-la de forma pouco profunda nas suas aulas, pelo que se torna também importante compreender quais as suas concepções.

A maioria dos professores reconhece que a atividade científica envolve Tecnologia e que para a resolução de problemas tecnológicos é necessário recorrer ao conhecimento de conceitos e teorias, mas é também necessário que compreendam o seu significado, incluindo questões de natureza social e prática. Para conseguir isso é importante assumir uma orientação CTS, também na formação dos professores, promovendo a cultura científica e tecnológica (Acevedo, Alonso, Manassero, & Romero, 2003).

São frequentes as visões deformadas da Ciência e da Tecnologia que se transmitem em contexto escolar. Uma delas é uma visão descontextualizada, onde a Tecnologia é considerada como mera aplicação dos conhecimentos

científicos, sem que seja valorizado o papel que esta tem na construção dos ditos conhecimentos e onde são ignoradas as relações complexas entre Tecnologia, Ciência e sociedade (Auler & Delizoicov, 2006). Outra, é uma concepção da Ciência individualista e elitista, que ignora o trabalho coletivo e o intercâmbio entre equipas, considerando o trabalho científico apenas acessível a minorias especialmente dotadas, transmitindo expectativas negativas à maioria dos alunos (Fernández *et al.*, 2003).

O conhecimento científico é por vezes apresentado desprezando o que motivou o seu desenvolvimento, os problemas que tiveram de ser ultrapassados, bem como as suas limitações. É com frequência sobrevalorizado o papel da observação e da experimentação sem considerar as ideias prévias do cientista, esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras de todo o processo investigativo, o que fornece uma visão meramente empírica da Ciência. O método científico é considerado um conjunto de passos a seguir mecanicamente, valorizando o controlo rigoroso e tratamento quantitativo dos dados e desvalorizando o que significa a dúvida e a criatividade. Esta preocupação obsessiva de evitar a ambiguidade e assegurar a fiabilidade dos dados distorce a verdadeira natureza do trabalho científico.

As concepções erradas relativamente à NdCeT são agravadas pela forma como os manuais escolares abordam esse assunto, geralmente pouco profunda e descontextualizada, e pelas atividades laboratoriais com instruções do tipo receita, ainda muito utilizadas pelos professores, que retratam a Ciência como um conjunto de regras e conclusões independentes da influência humana (McComas *et al.*, 1998).

São minoritárias as noções mais adequadas como as que relacionam a Tecnologia com a necessidade de resolver problemas práticos, incluindo aspetos de planeamento, organização e processuais (Acevedo, Alonso *et al.*, 2003).

A análise das relações entre Ciência e Tecnologia pode ser feita considerando os cinco modelos definidos por Niiniluoto (1997, citado em Acevedo, 2006; Acevedo, Alonso *et al.*, 2003; Martins, 2003):

- “(i) a Tecnologia está subordinada e é redutível à Ciência;
- (ii) a Ciência está subordinada e é redutível à Tecnologia;

- (iii) Ciência e Tecnologia são a mesma coisa;
- (iv) Ciência e Tecnologia são domínios independentes;
- (v) existe uma interação entre Ciência e Tecnologia” (Acevedo, Alonso *et al.*, 2003, p.355)

Das concepções apresentadas, as duas primeiras são as mais comuns. A primeira, que considera a Tecnologia como mera aplicação da Ciência, dependendo o conhecimento tecnológico da investigação científica, subordinando o conhecimento prático ao teórico, está patente, de forma implícita, em estratégias didáticas, textos e manuais, quando após a exposição de determinados conceitos, leis ou teorias se referem os “exemplos de aplicação”.

A segunda, que considera a Ciência redutível à Tecnologia, baseia-se na ideia de a Tecnologia ser anterior à Ciência e considera que a finalidade do conhecimento científico é traduzir-se em conhecimento prático.

A terceira concepção, que considera que a Ciência e a Tecnologia são mais ou menos a mesma coisa, conduziu ao termo tecnociência, sugerido por muitos autores para descrever a crescente interligação dos dois conceitos (Acevedo, Alonso *et al.*, 2003).

Quanto ao quarto modelo, será difícil encontrar quem esteja de acordo com a total independência entre CeT, apesar de se verificar que algumas novidades tecnológicas têm como base inventos anteriores e não necessariamente um investimento na investigação científica (Acevedo, Alonso *et al.*, 2003).

O quinto e último modelo referido, parece ser o que tem mais aceitação. No entanto, nenhum dos modelos apresentados satisfaz plenamente, devido à complexidade das relações entre a Ciência e a Tecnologia (Acevedo, Alonso *et al.*, 2003).

## 3.4- O Ensino da Natureza da Ciência e da Tecnologia

### 3.4.1-Os conteúdos da NdCeT a integrar nos currículos

A complexidade do tema NdCeT e a falta de consenso entre especialistas torna difícil a sua inclusão nos currículos escolares, uma vez que não existe acordo quanto aos conteúdos que devem ser ensinados (Vázquez *et al.*, 2007).

A NdCeT não é um conceito universal, pois não é possível encontrar uma visão generalizada sobre como funcionam a Ciência e a Tecnologia, devido ao crescimento e às modificações constantes do conhecimento científico (McComas *et al.*, 1998). Ao longo das últimas três décadas, vários especialistas em didática das ciências têm tentado definir um conjunto de conteúdos, que constituam uma descrição apropriada da NdCeT e que possam integrar os currículos de ciências.

Alguns estudos, apresentados por Vázquez & Manassero (2012) mostram que poderá existir consenso quanto a certas questões chave, que podem servir de base para a definição de um currículo capaz de promover uma visão adequada da Ciência, da Tecnologia e das suas relações com a sociedade. Um deles foi levado a cabo por McComas (2005, citado em Vázquez & Manassero, 2012) que apresentou o seguinte conjunto de concepções consideradas adequadas:

“(i) a Ciência exige e baseia-se em evidências empíricas;

(ii) a produção do conhecimento científico tem muitos fatores comuns, como normas, pensamento lógico e métodos, tais como a observação e registo de dados, embora deva ser esclarecido que a experimentação não é a única via para o conhecimento científico, que a Ciência utiliza tanto o raciocínio indutivo como provas hipotético-dedutivas e que não existe nenhum método passo a passo mediante o qual se realiza toda a Ciência;

(iii) o conhecimento científico é provisório e corrigível, o que significa que a Ciência não pode provar nada em definitivo, e a deteção e correção de erros fazem parte do processo;

(iv) leis e teorias são tipos distintos de conhecimento científico, apesar de estarem relacionados entre si, e as hipóteses são classes especiais e gerais;

(v) a Ciência tem uma componente criativa determinante no progresso do conhecimento científico;

(vi) há influências históricas, culturais e sociais na prática e na direção da Ciência;

(vii) Ciência e Tecnologia interagem mas não são a mesma coisa;

(viii) a Ciência e os seus métodos não podem responder a todas as perguntas” (p. 7).

O mesmo autor definiu um conjunto de concepções inadequadas, às quais chamou mitos, e que correspondem aos aspetos que não são aceitáveis como parte de uma visão adequada da NdCeT.

Essas concepções inadequadas são as seguintes:

“(i) hipóteses convertem-se em teorias, as quais por sua vez chegam a ser leis;

(ii) as leis científicas e outras ideias similares são absolutas;

(iii) uma hipótese é uma suposição;

(iv) existe um método científico geral e universal;

(v) a evidência acumulada produzirá conhecimento;

(vi) a Ciência e os seus métodos oferecem provas absolutas;

(vii) a Ciência é mais processual que criativa;

(viii) a Ciência e os seus métodos podem resolver todos os problemas;

(ix) os cientistas são especialmente objetivos;

(x) a experimentação é o principal caminho para o conhecimento;

(xi) as conclusões científicas são avaliadas com rigor;

(xii) a aceitação de novos conhecimentos científicos é imediata;

(xiii) os modelos da Ciência representam a realidade;

(xiv) Ciência e Tecnologia são a mesma coisa;

(xv) a Ciência resulta de um empenho pessoal” (Vázquez & Manassero, 2012, p.8).

Estes mitos, são denominados por outros autores como visões deformadas ou concepções ingênuas e têm grande importância pelo seu caráter

de concepções alternativas, frequentemente identificadas em estudos envolvendo alunos e professores.

Quando se ensina a NdCeT, estas visões deformadas podem ser apresentadas em simultâneo com as crenças adequadas, permitindo destacar a natureza provisória do conhecimento científico.

Outras propostas de conteúdos de NdCeT a serem integrados nos currículos de Ciências surgem de consensos provenientes de estudos empíricos, envolvendo especialistas nestas questões, nomeadamente os levados a cabo por Osborne (2003, citado em Ángel Vázquez Alonso & Mas, 2012) ou os realizados utilizando o questionário de opiniões sobre Ciência, Tecnologia e sociedade (COCTS) (Vázquez *et al.*, 2007).

É de salientar que as propostas que surgem dos estudos referidos contêm muitos pontos comuns, confirmando a possibilidade de definir conceitos sobre NdCeT que poderão ser integrados no ensino das ciências.

### **3.4.2-Estratégias didáticas - o recurso à História das Ciências**

Além de não existir consenso quanto aos conceitos da NdCeT que devem ser ensinados, também não existe quanto às metodologias adequadas para a sua abordagem. Alguns consideram que a NdCeT pode ser ensinada de forma implícita, utilizando métodos e procedimentos da Ciência, mas são cada vez mais os defensores da necessidade de um ensino explícito (Vázquez *et al.*, 2007).

Muitos professores consideram que ao realizarem atividades laboratoriais recorrem a métodos da Ciência e por isso os estudantes compreendem a NdCeT. No entanto, as investigações em didática das ciências demonstram que essas metodologias não são eficazes. Para compreender a NdCeT é necessário criar momentos de reflexão, e por vezes, num ensino implícito, isso não é possível (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

No entanto, um ensino explícito não é sinónimo de transmissivo, implicando a utilização de estratégias que obriguem os alunos a refletirem sobre os diversos aspetos da Ciência.

Como em qualquer aprendizagem, o ensino da NdCeT deve ser estruturado de forma a abordar em primeiro lugar os conceitos mais simples, mais acessíveis e menos polémicos, e posteriormente os mais complexos, criando uma sequência adequada nas diferentes etapas da educação científica. Por exemplo, com os alunos mais novos poderão ser trabalhados elementos básicos, como reconhecer a presença do sistema tecnocientífico na sociedade, e à medida que estes progredem nas suas aprendizagens e atingem maturidade, abordar as relações mais complexas e problemáticas entre Ciência, Tecnologia e sociedade.

Para que as aprendizagens sejam conseguidas, não podem existir contradições entre o ensino dos conceitos, os procedimentos da Ciência e as afirmações acerca da NdCeT (Vázquez *et al.*, 2007).

O recurso ao trabalho experimental, não direcionado, em que o aluno é envolvido na resolução de um problema, tem-se revelado uma abordagem adequada. Neste caso, o aluno tem de criar um desenho experimental e resolver problemas inesperados, o que já constitui um processo com as características do trabalho científico e tecnológico.

O recurso à interdisciplinaridade, em que se abordam problemas que relacionam diferentes campos do conhecimento, também tem sido defendido por alguns autores. A educação científica atual tende a compartimentar as matérias estudadas e a introduzir simplificações, criando concepções desadequadas da NdCeT (Fernández *et al.*, 2003).

A investigação tem demonstrado bons resultados quando se realiza um ensino explícito da NdCeT recorrendo à realização de atividades baseadas na HC (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Cachapuz & Paixão, 2002).

A HC fornece um número variado de situações que ilustram as interações entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade, permitindo uma contextualização da Ciência, abordando temas científicos de relevância social e económica. Permite usar estratégias pedagógicas que evidenciam a relação dos conteúdos científicos com a elaboração de hipóteses, a observação e interpretação de dados, fomentando a capacidade de tomar decisões e o pensamento crítico.

Os alunos podem ser colocados em situações problemáticas, idênticas às que foram colocadas aos cientistas, e analisar como estes superaram essas dificuldades, compreendendo melhor os problemas que surgem numa investigação científica e na construção do pensamento científico.

O recurso a estratégias e materiais didáticos do domínio da HC promove a interdisciplinaridade e a motivação dos alunos, uma vez que contribui para a percepção da Ciência de uma forma abrangente, em constante evolução, e que interage com muitos outros fatores e conhecimentos, ajudando a perceber a sua repercussão na nossa vida quotidiana, tornando os assuntos estudados mais atrativos (Gagliardi, 1988; S. E. Santos, 2003).

Com a análise de episódios da HC, os alunos podem tomar consciência de como a Ciência é feita de hipóteses e tentativas, podendo apreciar todas as transformações sofridas ao longo do tempo, não só nas técnicas e procedimentos da Ciência experimental, mas também nas teorias, verificando que se trata de um processo dinâmico, contínuo e fruto de um trabalho coletivo (S. E. Santos, 2003; Solbes & Traver, 1996).

Compreender a evolução das ideias da Ciência também contribui para o desenvolvimento de valores, atitudes e normas, pois permite explorar problemas éticos e morais (S. E. Santos, 2003).

A HC põe em evidência a resistência que tão frequentemente as comunidades científicas ou a sociedade em geral colocaram face à mudança do oficialmente estabelecido como verdade. Esse conhecimento é útil para compreender as próprias dificuldades dos alunos, que também resistem a uma mudança concetual, bem como, para promover a reconstrução estruturada das suas conceções (Gagliardi, 1988).

Esta abordagem permite ainda fazer uma análise do presente, medindo benefícios e prevenindo riscos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico e promove uma análise crítica da imagem atual da Ciência.

No entanto, uma intervenção didática com recurso à HC não se trata de relatar episódios e factos históricos, devendo ser usadas estratégias de ensino e aprendizagem que promovam a investigação e a reflexão (Solbes & Traver, 1996).

A tendência para o recurso à HC está patente nos manuais didáticos, onde aparecem cada vez mais apontamentos de episódios da história ou imagens de artefactos usados. No entanto, na maioria das vezes são apresentadas apenas as crenças triunfadoras, sendo desvalorizadas as contingências evolucionais da Ciência, o que não contribui para ressaltar a natureza provisória do conhecimento científico, produzindo uma imagem deformada da NdCeT (S. E. Santos, 2003).

A abordagem histórica das Ciências pode ser feita ao nível da sala de aula, com a leitura de documentos, artigos de revistas e jornais, análise de imagens ou recriando experimentos laboratoriais. Pode também ser aplicada em atividades fora da sala de aula, nomeadamente com visitas a museus arqueológicos e etnográficos ou a exposições de artefactos usados pelo Homem, que servem de testemunho dos processos tecnológicos e científicos do passado. Desta forma, esta abordagem parece ser bastante simples e facilmente desenvolvida pelo professor. No entanto, ela envolve um largo espectro de conhecimentos, o que poderá tornar complexa a sua implementação.

## Capítulo 4- Metodologia

Neste capítulo é feita a descrição e fundamentação da metodologia seguida para concretizar os objetivos delineados neste estudo. É feita a apresentação do desenho metodológico, seguida da caracterização da amostra e de uma descrição da intervenção didática, dos procedimentos adotados na recolha e tratamento dos dados e dos instrumentos utilizados para o efeito.

### 4.1- Desenho metodológico

Este estudo tem como principal objetivo testar a eficácia de uma intervenção didática na aprendizagem da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia (CeT). Com este propósito, o seu desenho metodológico contemplou duas etapas de recolha de dados, entre as quais foi realizada a intervenção didática, que consistiu no desenvolvimento de uma UD, baseada em elementos do domínio da HC. A Figura 4.1 esquematiza o desenho do estudo.

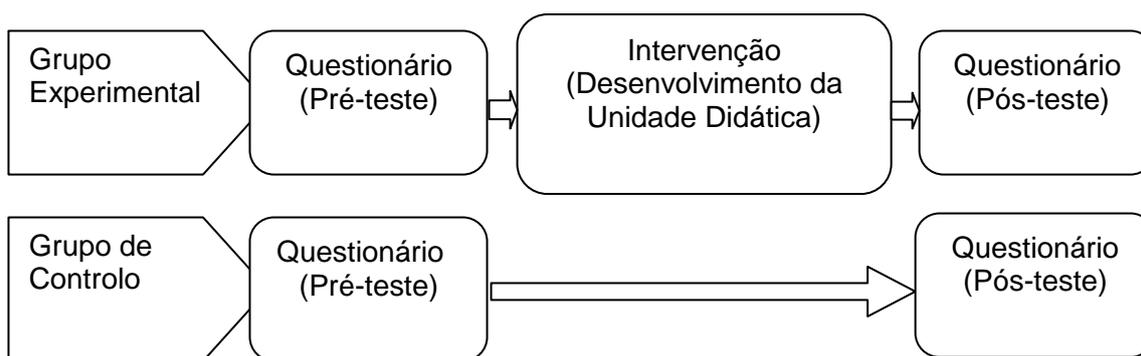


Figura 4.1- Esquema do plano do estudo.

Os alunos envolvidos encontram-se a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico e o ensino secundário na Escola Básica e secundária Professor Mendes dos Remédios, em Nisa. Esses alunos, com idades compreendidas entre os 13

e os 18 anos, constituem o grupo experimental e o grupo de controlo, respetivamente com 81 e 14 elementos. Para o grupo experimental foram escolhidas três turmas de 3º Ciclo do ensino básico e duas turmas de ensino secundário. Na seleção das turmas de 3º Ciclo, foi excluída a possibilidade de realizar o estudo com alunos de 7º ano, uma vez que este é o primeiro ano em que frequentam a disciplina de Ciências Físico-Químicas. Assim, foram selecionadas duas turmas de 8º ano e uma de 9º ano. Quanto às turmas de ensino secundário, uma vez que a escola onde este estudo foi realizado tinha um número reduzido de alunos, apenas existia uma turma de 10º ano e uma turma de 11º ano do curso científico-humanístico de ciências e tecnologias, tendo sido essas as escolhidas.

Para grupo de controlo foi selecionada uma turma de 9º ano, uma vez que os alunos a frequentar este nível de ensino, se encontram com uma idade correspondente a aproximadamente a idade média do grupo experimental.

Aos dois grupos foi aplicado o questionário apresentado no anexo I, como pré-teste, com o objetivo de compreender quais as ideias prévias dos alunos sobre a interdependência entre a CeT.

De seguida, foi desenvolvida, durante 3 a 4 aulas, a UD subordinada ao tema Reações Químicas, em cada uma das turmas que constituíram o grupo experimental. A planificação da UD apresenta-se no anexo II.

Após o desenvolvimento da UD, foi aplicado o mesmo questionário, como pós-teste, para verificar a existência de alterações nas ideias dos alunos, e compreender se uma eventual mudança conceptual foi conseguida. Esse pós-teste foi feito cerca de 2 a 3 semanas após a última aula em que se trabalhou o tema.

No grupo de controlo foram aplicados o pré-teste e o pós-teste, sem no entanto se terem desenvolvido as atividades que compõem a UD.

Após a realização dos questionários, foi feito o tratamento quantitativo e qualitativo dos resultados obtidos.

A análise estatística dos dados recolhidos foi feita utilizando o software excell.

A análise qualitativa foi realizada com base nas respostas aos questionários e nas respostas às questões propostas nas atividades

desenvolvidas, na UD. Os dados foram organizados de forma a encontrar regularidades nas respostas dadas e foram selecionadas e analisadas algumas frases extraídas das respostas escritas pelos alunos, que representassem respostas tipo ou ilustrassem a existência de concepções inadequadas.

Por último, foi feita uma análise comparativa dos resultados obtidos no grupo experimental e no grupo de controlo.

Para iniciar este estudo foi necessário solicitar à Direção da Escola Básica e Secundária Professor Mendes dos Remédios permissão para a aplicação dos questionários e realizar os procedimentos necessários para obter a autorização, por parte da Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC), para monitorização de inquéritos em meio escolar. A autorização obtida apresenta-se no anexo V.

## **4.2- Caracterização da Escola**

Uma vez que o contexto geográfico, económico e social onde os alunos que constituem a amostra deste estudo se inserem, poderá influenciar as suas atitudes face aos assuntos relacionados com a NdCeT, tornou-se pertinente apresentar uma caracterização da escola e do seu contexto.

Esta caracterização é baseada nas informações apresentadas no Projeto Educativo do Agrupamento, que é um documento estruturante e cuja análise permite ter uma imagem da escola e de toda a comunidade educativa.

O Agrupamento de Escolas de Nisa é constituído por quatro estabelecimentos, sendo a Escola Básica e Secundária Professor Mendes dos Remédios a escola sede. Esta escola encontra-se na Vila de Nisa, sede do concelho, situado no extremo norte do Alto Alentejo, tendo o rio Tejo como fronteira natural com a Beira Baixa, sendo a leste limitado pelo rio Sever, a sul enquadrado pelos concelhos de Castelo de Vide, Portalegre e Crato e a oeste pelo concelho de Gavião.

A estrutura populacional no concelho de Nisa apresenta um conjunto de características semelhantes às da maioria dos concelhos situados no interior do país, marcados pela crescente desertificação humana e pelo aumento

elevado da sua população idosa. Este concelho foi afetado por profundas transformações devido aos movimentos migratórios registados durante as décadas de sessenta e setenta, que se fizeram sentir de forma bastante acentuada em todas as freguesias.

A realidade económica do concelho de Nisa está marcada por um conjunto de condicionantes fortes e dos quais podemos destacar o deficiente nível de qualificação dos recursos humanos, resultante de uma população envelhecida, com baixos níveis de escolaridade e de fraca qualificação técnica e profissional.

Este concelho, de características tipicamente rurais, fez da agricultura, durante anos, o ramo mais importante da sua atividade económica. Nos dias de hoje, a população vive ainda essencialmente da agricultura, da pecuária, do artesanato e do setor dos serviços.

No que diz respeito ao vetor turismo, associado ao Tejo, o turismo rural, a arqueologia, o termalismo, o artesanato e a gastronomia são algumas das potencialidades a explorar ou em exploração e que podem criar mais-valias para a região.

A taxa de analfabetismo neste concelho é elevada, quando comparada com a restante Região do Alentejo e assume dimensões ainda mais preocupantes quando comparada com a média Nacional.

A população do concelho tem um elevado número de indivíduos que apenas frequentaram uma escolaridade de 4 anos, sendo a escolaridade de nível superior pouco representativa.

No que respeita à escola, em termos de espaço físico e serviços, é constituída por quatro blocos de edifícios, com dois pisos cada, dois deles exclusivamente com salas de aula, um pavilhão gimnodesportivo e um pequeno edifício onde funciona a portaria, sendo o todo enquadrado por amplos espaços verdes de recreio.

No bloco principal, encontra-se a papelaria, a reprografia, os gabinetes afetos aos órgãos da Direção, os serviços administrativos, a biblioteca escolar, a sala dos professores e a sala dos diretores de turma. Num dos outros blocos, encontra-se o refeitório, o bufete e a rádio escolar.

Apesar da antiguidade e do facto de a escola não possuir salas com condições específicas para determinadas disciplinas, como laboratórios de Biologia, Física e Química, ou oficinas para Educação Visual e Tecnológica, o espaço e o seu estado de conservação podem ser considerados razoáveis.

A população escolar é constituída por alunos oriundos das 10 freguesias do concelho, localizando-se algumas delas a vários quilómetros da Vila de Nisa. Muitos são provenientes de agregados familiares com baixos níveis de escolarização e/ou economicamente desfavorecidos e nos últimos anos tem-se verificado um aumento de alunos oriundos de países estrangeiros, como a Roménia ou o Brasil.

Os objetivos estratégicos apresentados no Projeto Educativo do Agrupamento também contribuem para a sua caracterização, pois traduzem-se nos pontos fracos identificados. Os aspetos a melhorar e objetivos estratégicos referidos nesse documento são: (i) melhorar os resultados escolares dos alunos; (ii) fomentar a participação dos encarregados de educação na vida institucional do agrupamento; (iii) prevenir a indisciplina no âmbito da educação para a cidadania; (iv) promover a articulação curricular entre os vários ciclos e apostar numa dinâmica entre cada ciclo e o seguinte, numa perspetiva de continuidade global de educação e de ensino; (v) aprofundar o relacionamento entre o agrupamento e a comunidade; (vi) continuar a apostar no trabalho em rede de alunos, professores e comunidades educativas com base em projetos; (vii) desenvolver uma dinâmica de avaliação do desempenho das escolas e do agrupamento com o objetivo de regular o seu funcionamento e melhorar o sucesso escolar e educativo dos alunos; (viii) criar e desenvolver espaços e momentos curriculares de rentabilização pedagógica dos saberes e cultura da comunidade; (ix) aprofundar o sentimento de pertença ao agrupamento; (x) aumentar o contexto escolar estimulante no seio do agrupamento; (xi) proporcionar a inclusão educativa e social das crianças e jovens com necessidades educativas; (xii) identificar necessidades de formação de professores e elaborar um plano de formação do agrupamento.

A metodologia implementada neste estudo enquadra-se nalguns destes objetivos estratégicos, sendo por isso uma contribuição para a implementação deste Projeto Educativo.

### 4.3- Caracterização da amostra

O grupo experimental é constituído por um total de 81 alunos da Escola Básica e Secundária Professor Mendes dos Remédios, em Nisa. Desses alunos, 54 frequentam o 3º Ciclo do ensino básico (duas turmas de 8º ano e uma turma de 9º ano) e 27 frequentam o ensino secundário (uma turma de 10º ano e uma turma de 11º ano), mais especificamente, o curso científico-humanístico de ciências e tecnologias.

Os estudantes que compõem esta amostra, têm idades compreendidas entre os 13 e os 18 anos e idade média de aproximadamente 15 anos, sendo 49% do sexo masculino e 51% do sexo feminino.

Os gráficos apresentados nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4 permitem uma melhor visualização das características do grupo experimental mencionadas.

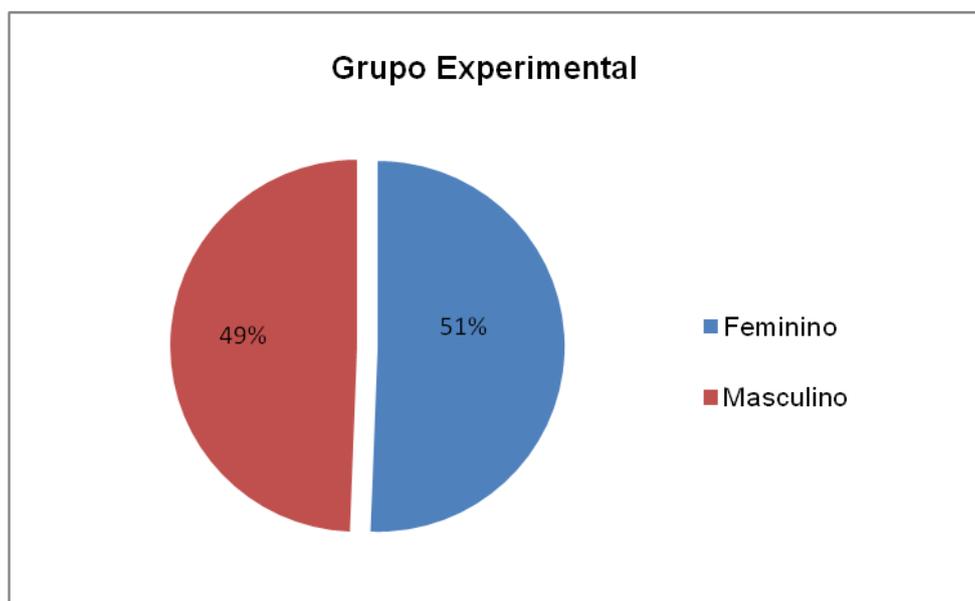


Figura 4.2-Distribuição dos alunos do grupo experimental, por género.

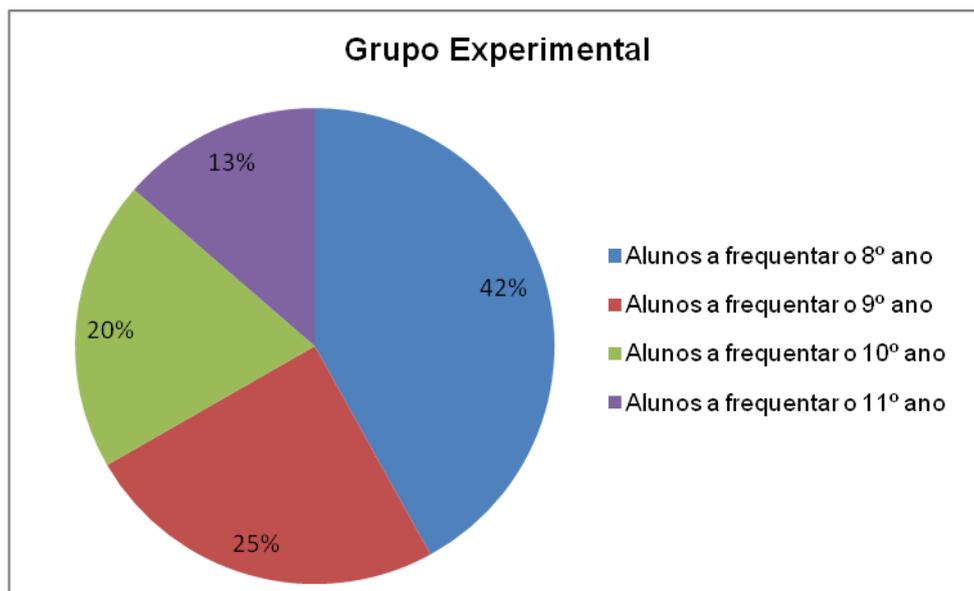


Figura 4.3- Distribuição dos alunos do grupo experimental, por ano de escolaridade.

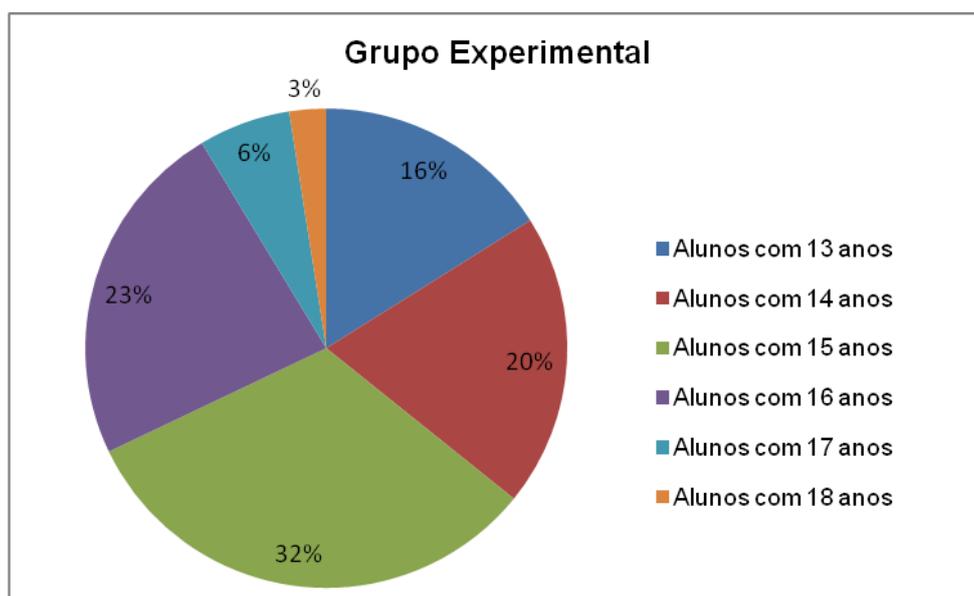


Figura 4.4- Distribuição dos alunos do grupo experimental, por idade.

O grupo de controlo é constituído por 14 alunos da mesma escola, que frequentam o 9º ano de escolaridade, do 3º Ciclo do ensino básico. Estes alunos apresentam idades compreendidas entre os 13 e os 16 anos e média de aproximadamente 15 anos, coincidente com a média de idades do grupo experimental. Destes 14 alunos, 8 são do sexo feminino e 6 do sexo masculino,

conforme informações sistematizadas nos gráficos apresentados nas Figuras 4.5 e 4.6.

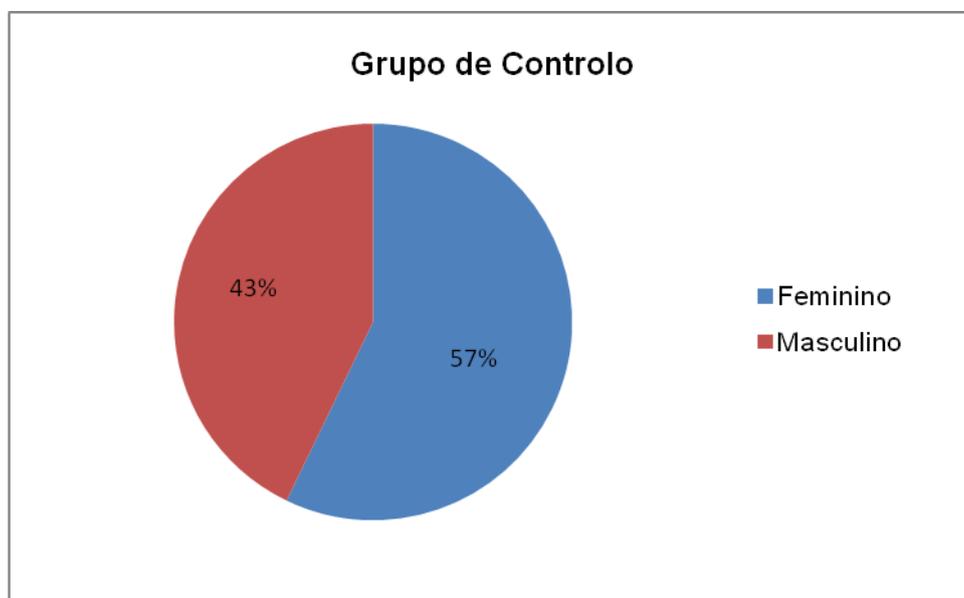


Figura 4.5-Distribuição dos alunos do grupo de controlo, por género.

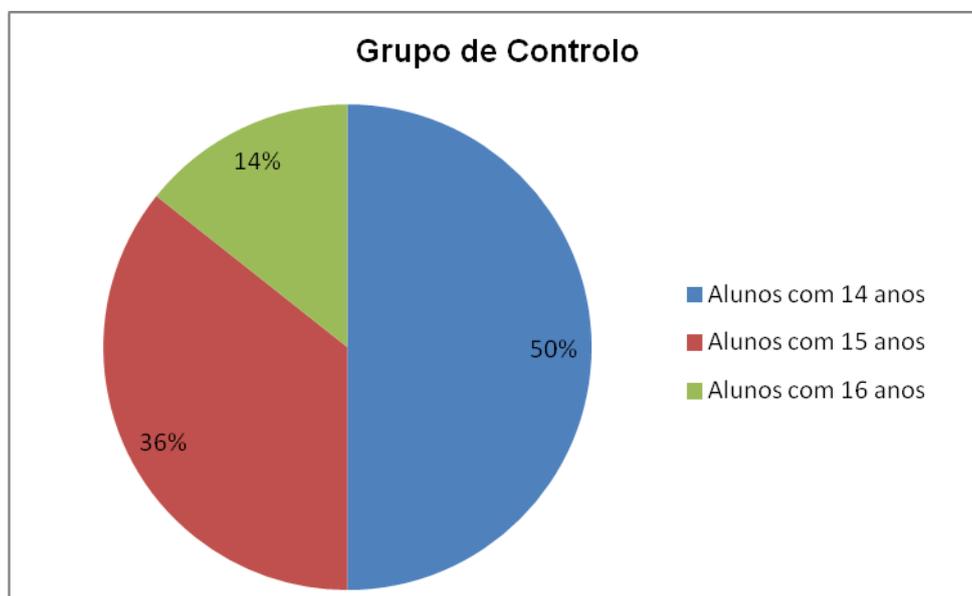


Figura 4.6-Distribuição dos alunos do grupo de controlo, por idade.

Tanto o grupo experimental como o grupo de controlo foram escolhidos por conveniência, uma vez que eram compostos por alunos de turmas da

responsabilidade da investigadora e de duas professoras da escola, que mostraram disponibilidade para colaborar neste estudo.

#### 4.4- Instrumentos de recolha de dados

Os questionários aplicados como pré-teste e pós-teste, apresentados no anexo I, foram adaptados do *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)* de Manassero, Vazquez, & Acevedo (2003).

O questionário, no seu modelo original, tem questões relativas a vários temas e subtemas CTS. No questionário aplicado foram apenas incluídas aquelas que diziam respeito ao tema CeT e ao subtema interdependência.

Os questionários utilizados incluem cinco questões de resposta múltipla, todas com a mesma forma.

A cada frase deve ser atribuída uma pontuação de 1 a 9, consoante o grau de acordo com a afirmação apresentada. Essa pontuação é depois normalizada, atribuindo-lhe um valor entre -1 e +1, obtendo dessa forma o valor do índice atitudinal (IA), segundo a escala apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1-Correspondência entre a pontuação das respostas e o índice atitudinal normalizado entre -1 e +1 em função da categoria das afirmações (Figueiredo & Paixão, 2010).

<b>Pontuações diretas das respostas</b>									
Grau de acordo	nulo	quase nulo	baixo	parcial baixo	parcial	parcial alto	Alto	quase total	total
Escala direta	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Índice atitudinal normalizado</b>									
Categoria									
Adequada	-1	-0,75	-0,5	-0,25	0	+0,25	+0,5	+0,75	+1
Plausível	-1	-0,5	0	+0,5	1	+0,5	0	-0,5	-1
Ingénua	+1	+0,75	+0,5	+0,25	0	-0,25	-0,5	-0,75	-1

A classificação das frases é feita por categorias (adequada, plausível e ingénua) referidas na Tabela 4.2, tendo essa classificação sido definida por especialistas.

Tabela 4.2-Questões em estudo e respetiva categoria (adaptadas do questionário COCTS).

Tema	Subtema	Questão	Frase	Categoria
Ciência e Tecnologia	Interdependência	10411	A	Ingénua
			B	Adequada
			C	Adequada
			D	Ingénua
			E	Plausível
		10412	A	Ingénua
			B	Ingénua
			C	Plausível
			D	Plausível
			E	Plausível
			F	Plausível
			G	Ingénua
		10413	A	Ingénua
			B	Plausível
			C	Adequada
			D	Adequada
			E	Plausível
			F	Adequada
			G	Ingénua
		10421	A	Ingénua
			B	Plausível
			C	Plausível
			D	Adequada
			E	Plausível
			F	Ingénua
G	Ingénua			
H	Ingénua			
10431	A	Plausível		
	B	Adequada		
	C	Plausível		
	D	Ingénua		
	E	Ingénua		

Uma frase é considerada adequada se expressar uma crença considerada apropriada da perspetiva dos conhecimentos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência; é plausível, se não é completamente apropriada mas expressa alguns aspetos apropriados e é ingénua, se expressa uma crença que não é apropriada nem plausível (Vázquez *et al.*, 2007).

O processo de correspondência entre as pontuações diretas, atribuída pelos alunos, e o IA depende da categoria da frase e é proporcional à distância

entre a pontuação assinalada e a pontuação ideal da categoria. Por exemplo, em frases adequadas, a atitude com pontuação máxima (+1) será aquela que mostra um acordo total com a frase, à qual o aluno atribui uma pontuação de 9 (Vázquez, Manassero, Acevedo, & Acevedo, 2006).

Para o estudo qualitativo foram utilizados os materiais produzidos pelos alunos no desenvolvimento da UD: as respostas às questões sobre o texto “E fez-se água!” (anexo III), tanto as individuais, como as realizadas em grupo, o texto produzido individualmente sobre a imagem de Antoine Laurent Lavoisier e sua esposa (anexo IV) e o texto produzido, também individualmente, com a descrição de uma situação da atualidade onde se evidenciasse a interdependência entre a CeT.

Para cada uma das questões alusivas ao texto “E fez-se água!” e para os textos produzidos pelos alunos foram definidos itens de análise para posterior observação de quantos e quais eram referidos por estes. Os primeiros encontram-se na tabela 4.3.

Tabela 4.3-Itens de análise para as respostas às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”.

Questões	Itens de análise
1	Dos tópicos seguintes, quantos são referidos pelo aluno: - É possível produzir água a partir dos reagentes hidrogénio e oxigénio no estado gasoso; - Estequiometria da reação; - Condições ideais para realização da experiência.
2	Dos tópicos seguintes, quantos são referidos pelo aluno: -Controlo de entrada dos reagentes; -Mecanismo para iniciar a combustão; - Possibilidade de criar vazío.
3	O aluno responde “Não era possível obter os reagentes puros” ou equivalente.
4	O aluno distingue Ciência de Tecnologia (relaciona a Ciência com a reação química e sua estequiometria e a Tecnologia com o equipamento utilizado); e/ou Reconhece a interdependência entre CeT (considera que foi necessário desenvolver Tecnologia que permitisse a realização da reação que, controlando a quantidade de reagentes e que com essa Tecnologia foi possível fazer a síntese e identificar as condições ótimas para a sua realização).

Quanto ao texto produzido pelos alunos sobre a imagem apresentada, foi verificado se estes valorizavam mais as figuras de Lavoisier e da sua esposa, que é o que se encontra em destaque na imagem, ou se observavam os pormenores, valorizando a existência de dispositivos científicos e/ou tecnológicos.

No texto realizado pelos alunos, com a descrição de uma situação da atualidade, onde se evidenciasse a interdependência entre CeT, analisou-se se estes distinguiam Ciência de Tecnologia e se reconheciam a interdependência entre CeT ou se apenas reconheciam que a Tecnologia depende da Ciência ou que a Ciência depende da Tecnologia.

## 4.5- Intervenção didática

A intervenção didática consistiu no desenvolvimento de uma UD, nas aulas de Ciências Físico-Químicas e de Física e Química A, subordinada ao tema Reações Químicas, cuja planificação se encontra no anexo II.

Esta UD, da autoria de Paixão & Figueiredo (2011), foi desenvolvida pelas autoras no âmbito do projeto EANCYT (*Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia Y Tecnología: Una investigación experimental y longitudinal*). Este Projeto tem como objetivo melhorar a compreensão da NdCeT de alunos e professores de todos os níveis de ensino, através de instrumentos de intervenção educativa e de avaliação, concebidos e implementados em diferentes contextos.

A UD pretende que os alunos compreendam a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia e o papel de ambas no processo de construção do conhecimento. Para isso, utiliza a HC, que traduzindo situações reais, se perspetiva como um recurso muito rico e apropriado do ponto de vista didático, para a compreensão dessa Interdependência (Figueiredo & Paixão, 2011).

A UD está planificada segundo uma estrutura didática baseada no “ciclo de aprendizagem 7E”, uma vez que o nome das suas sete etapas começa pela letra E: (i) *elicit*, que consiste num levantamento das ideias prévias dos alunos sobre o tema; (ii) *engage*, que pretende motivar e envolver os alunos;

(iii) *explore*, onde se desenvolve a compreensão dos conceitos através da realização de atividades de aprendizagem; (iv) *explain*, que é a utilização dos conceitos, terminologias, leis, entre outros, para interpretar e reforçar os resultados da fase de exploração; (v) *elaborate*, que se baseia na aplicação da aprendizagem a novos domínios, resolvendo questões e problemas; (vi) *evaluate*, onde são aplicados métodos de avaliação formativa aos aspetos relevantes da aprendizagem e (vii) *extend*, que consiste na transferência e aplicação da aprendizagem a novos domínios. A ordem pela qual estas etapas são desenvolvidas é flexível e é possível a realização de duas ou mais etapas em conjunto (Eisenkraft, 2003; Vázquez & Romero, 2013).

Na primeira aula foi realizada uma breve apresentação da UD e dos seus objetivos e foi feita a exploração de algumas situações do quotidiano. Foram projetadas imagens, solicitando aos alunos que indicassem evidências da Ciência e/ou da Tecnologia e da interdependência entre ambas. As imagens apresentadas foram: um investigador em frente ao computador a visualizar uma representação da cadeia de DNA, um comboio de alta velocidade, um aparelho GPS, um painel solar e uma linha de produção de automóveis onde se visualizavam os braços dos robots a fazer a sua montagem.

Desta forma pretendeu-se motivar os alunos para o tema e fazer um levantamento prévio das suas ideias relativas à interdependência entre a Ciência e a Tecnologia.

As opiniões dos alunos foram registadas no quadro.

Seguidamente, foi realizada a atividade que se encontra no anexo III e que tem como base a leitura e análise do texto “E fez-se água!”, que consiste na tradução e adaptação do *Traité Elementaire de Chimie in Ouvres de Lavoisier, 1864, Paris: Imprimerie Impériale*, (pp 354 a 357). Neste texto encontra-se a descrição do processo de síntese da água a partir do hidrogénio e do oxigénio gasosos, do aparelho utilizado e dos obstáculos que tiveram que ser ultrapassados por Lavoisier para concretizar a experiência.

Uma vez que os alunos demonstraram grandes dificuldades na interpretação do texto, ele foi lido e analisado em conjunto, tendo no entanto, as respostas às quatro questões da atividade sido realizadas individualmente. Após este trabalho individual, na aula seguinte, os alunos foram divididos em

grupos de 4 elementos e foi-lhes solicitado que confrontassem ideias sobre as questões alusivas ao texto, tendo deste confronto resultado um documento com as respostas do grupo. Seguiu-se um debate entre os grupos e a análise das frases que inicialmente tinham sido registadas no quadro, relativas às opiniões prévias dos alunos. Esta segunda aula terminou com a sistematização das ideias sobre a interdependência entre CeT resultantes desse debate e do confronto com as ideias prévias dos alunos. Concluiu-se que embora a Ciência e a Tecnologia sejam diferentes, a investigação científica permite avanços tecnológicos e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade da investigação científica.

Na aula seguinte, foi-lhes pedido que, individualmente, elaborassem um texto de análise de uma imagem (anexo IV) de Antoine Laurent Lavoisier e sua esposa Anne-Marie Paulze Lavoisier, provavelmente no seu laboratório, rodeados de alguns artefactos. Nesse texto, os alunos deveriam destacar as evidências que demonstram a presença de dispositivos científicos e/ou tecnológicos.

Numa aula posterior, foi-lhes ainda solicitado que escrevessem um pequeno texto com a descrição de uma situação da atualidade onde se evidenciasse a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, pretendendo que os alunos aplicassem a aprendizagem a outros domínios.

## **Capítulo 5- Apresentação e Análise dos Resultados**

O presente capítulo inclui a apresentação e a análise de natureza quantitativa e qualitativa dos resultados obtidos neste estudo, utilizando os instrumentos descritos no capítulo 4.

Sendo o objetivo deste estudo avaliar o efeito de uma intervenção didática na compreensão que os alunos têm da interdependência entre CeT, os resultados obtidos são apresentados e analisados de forma a comparar as suas concepções antes e após o desenvolvimento da UD.

Inicialmente é apresentada a análise das respostas dos alunos do grupo experimental, aos questionários realizados como pré-teste e pós-teste e feita a sua comparação com os resultados obtidos para o grupo de controlo.

De seguida, é realizada uma análise dos resultados por nível de ensino, fazendo a comparação entre as respostas dos alunos a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico e as respostas dos alunos a frequentar o ensino secundário.

Por último, apresenta-se a análise qualitativa das respostas dadas nas atividades que compõem a UD desenvolvida.

### **5.1- Apresentação e análise dos resultados dos questionários**

#### **5.1.1-Análise dos questionários, por questão e por frase**

Para cada uma das questões do pré-teste e do pós-teste, foram calculados os índices atitudinais médios (IAM), que correspondem à média aritmética dos índices atitudinais (IA) obtidos para cada uma das frases que as

compõem, independentemente da categoria (adequada, plausível e ingênua) a que pertencem. O IA varia entre -1 e +1, segundo a escala, apresentada na Tabela 4.1.

Com esses valores, foi calculada a média final para o pré-teste e para o pós-teste, correspondendo à média aritmética dos resultados de IAM, obtidos em cada questão.

Nos questionários realizados como pré-teste, ao grupo experimental, três das cinco questões, apresentaram IAM superiores a zero e 53% das frases obtiveram IA positivo, sendo a média final do pré-teste de **0,049** (desvio padrão de 0,107).

O balanço dos IA foi positivo mas próximo de zero, o que sugere que as atitudes consideradas positivas praticamente se anulam com as negativas.

Nos questionários realizados como pós-teste, ao grupo experimental, também três das cinco questões, apresentam IAM superiores a zero, e 56% das frases obtiveram IA positivo, tendo-se verificado um ligeiro aumento da percentagem de frases com IA positivo, comparativamente à obtida no pré-teste.

A média final do pós-teste foi de **0,063** (desvio padrão de 0,163), superior à do pré-teste, revelando uma melhoria global nas atitudes dos alunos face às questões relacionadas com a relação entre CeT, após o desenvolvimento da UD.

A tabela 5.1 contém os valores de IAM para cada uma das questões, bem como o desvio padrão e a variação do IA. Este último, foi calculado com o objetivo de avaliar se após a UD houve ou não uma variação positiva dos IA, ou seja, uma melhoria nas atitudes dos alunos e corresponde à diferença entre as médias do pós-teste e do pré-teste, obtidas em cada uma das questões, em unidades standard.

Tabela 5.1- Resultados globais de IAM, em cada questão do pré-teste e do pós-teste e sua variação em unidades standard, para o grupo experimental.

Questão	Pré- teste		Pós-teste		Variação do IA (média pós-teste- média pré-teste)
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10411	0,103	0,302	0,278	0,212	0,143
10412	-0,030	0,298	-0,058	0,278	-0,028
10413	0,190	0,294	0,162	0,334	-0,027
10421	0,008	0,304	0,056	0,271	0,047
10431	-0,055	0,287	-0,125	0,313	-0,070

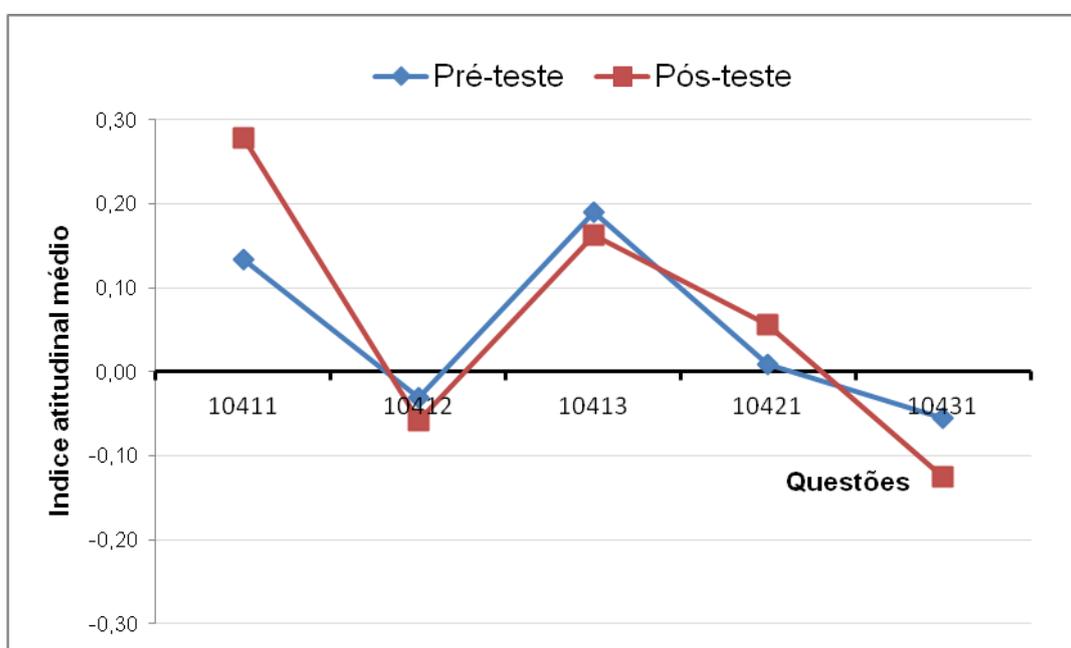


Figura 5.1- Comparação dos resultados de IAM obtidos em cada uma das questões do pré-teste e do pós-teste, para o grupo experimental.

Por observação da Figura 5.1, verifica-se que nas questões 10411, 10413 e 10421 foi obtido IAM positivo, ao contrário do que se verificou nas questões 10412 e 10431, em que o IAM é inferior a zero, tanto no pré-teste como no pós-teste.

As questões 10412 e 10413 são relativas, respetivamente, à influência que a Ciência tem sobre a Tecnologia e à influência que a Tecnologia tem sobre a Ciência. Nestas questões verifica-se um IAM elevado para a 10413 comparativamente com o IAM negativo obtido para a 10412, tanto no pré-teste

como no pós-teste, o que pode indiciar, um maior reconhecimento da influência da Tecnologia sobre a Ciência, do que da Ciência sobre a Tecnologia.

A comparação entre os resultados de cada questão do pré-teste e pós-teste, permite concluir que após o desenvolvimento da UD ocorreu um aumento do IAM nas questões 10411 e 10421. Nas questões 10412 e 10413 praticamente não se verificaram alterações e na 10431 verificou-se uma ligeira diminuição. Estes resultados levam a considerar que os efeitos da implementação da UD apenas foram significativos no que respeita aos assuntos abordados nas questões 10411 e 10421.

As Tabelas 5.2 à 5.6 e as Figuras 5.2 à 5.6 contêm os valores médios de IA calculados para cada uma das frases que constituem as opções das questões realizadas e ilustram a variação do IA, do pré-teste para o pós-teste.

No caso da questão 10411, observa-se que as frases que apresentam valores mais elevados de IAM no pré-teste são as pertencentes à categoria de adequadas (10411B e 10411C). Pelo contrário, a única opção pertencente à categoria plausível, é a que apresenta valor negativo, o que pode sugerir uma maior facilidade na resposta a frases da categoria adequada e dificuldade na resposta a frases da categoria plausível.

Tabela 5.2- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10411, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.

Questão	Pré-teste		Pós-teste		Variação do IA (média pós-teste- média pré-teste)
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10411A	0,032	0,603	0,293	0,604	0,262
10411B	0,477	0,492	0,503	0,561	0,026
10411C	0,388	0,457	0,466	0,527	0,078
10411D	0,046	0,574	0,083	0,548	0,037
10411E	-0,270	0,710	0,043	0,658	0,313

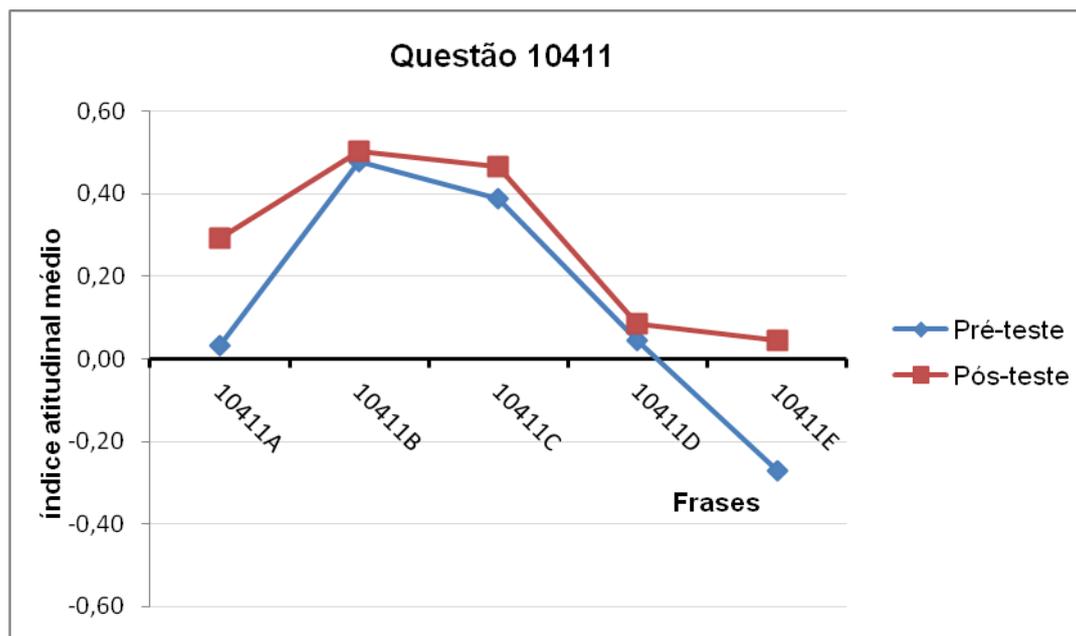


Figura 5.2- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10411 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.

A questão 10411 foi aquela em que se verificou um aumento mais acentuado do IAM após o desenvolvimento da UD. A Figura 5.2 mostra que foram as opções 10411A e 10411E aquelas em que os alunos melhoraram significativamente a sua atitude, sobretudo na frase 10411E, que no pré-teste obteve valores negativos. Esta opção pertence à categoria de plausível e consiste na afirmação “Ciência e Tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.” Os resultados negativos de IA verificados no pré-teste mostram que muitos alunos classificaram esta afirmação como adequada ou ingénua, considerando que a Ciência e a Tecnologia são a mesma coisa ou que são dois domínios independentes. Nas atividades realizadas, os alunos foram levados a refletir sobre a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia e em como, por vezes, é ténue a linha que as separa, ficando conscientes da existência do chamado sistema tecnocientífico, passando a considerar plausível esta afirmação.

No desenvolvimento da UD, em particular na leitura e análise do texto “E fez-se água!”, os alunos verificaram que os avanços científicos levados a cabo por Lavoisier foram conseguidos recorrendo à aparelhagem tecnológica sofisticada envolvida. Este facto contraria a conceção demonstrada nas

respostas à frase 10411A do pré-teste, de que a Tecnologia está subordinada à Ciência e promoveu a mudança concetual.

Tabela 5.3- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10412, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.

Questão	Pré-teste		Pós-teste		Variação do IA (média pós-teste - média pré-teste)
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10412A	0,394	0,625	0,478	0,643	0,085
10412B	-0,227	0,548	-0,241	0,607	-0,014
10412C	-0,287	0,584	-0,222	0,661	0,065
10412D	0,098	0,673	0,080	0,691	-0,017
10412E	-0,063	0,655	-0,105	0,683	-0,042
10412F	0,276	0,650	-0,031	0,644	-0,307
10412G	-0,399	0,461	-0,364	0,535	0,035

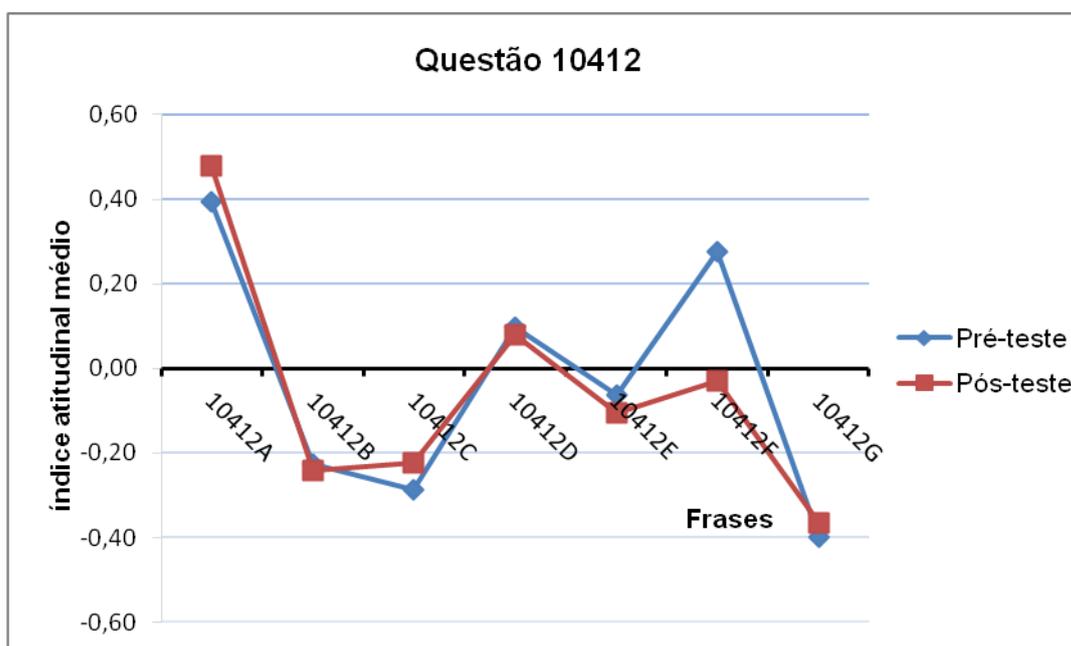


Figura 5.3- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10412 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.

A questão 10412 é uma das duas questões onde se verificou IAM negativo, tanto no pré-teste como no pós-teste.

As frases que fazem parte desta questão são todas da categoria ingênua ou da categoria plausível, nas quais os alunos parecem mostrar mais dificuldades, uma vez que se verifica nas outras questões, que os IA mais elevados são obtidos em frases da categoria adequada.

Não se observou diferenças significativas entre o pré-teste e o pós-teste, à exceção da frase 10412F, na qual se verificou uma variação negativa, considerável, no IA. Esta frase refere que “os conhecimentos da investigação científica aplicada usam-se mais na Tecnologia que os conhecimentos da investigação científica pura” e, no que respeita a este assunto, o desenvolvimento da UD não se revelou positivo.

Os IA negativos verificados para as frases 10412B e 10412G, revelam que os alunos possuem uma visão utilitária da tecnologia e que a consideram como mera aplicação da Ciência.

Na questão 10413, que diz respeito à influência que a Tecnologia tem sobre a Ciência, praticamente não se verificaram alterações nos IAM após o desenvolvimento da UD, observando-se apenas uma diminuição pouco significativa na opção 10413G.

Tabela 5.4- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10413, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.

Questão	Pré-teste		Pós-teste		Variação do IA (média pós-teste - média pré-teste)
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10413A	0,443	0,600	0,435	0,672	-0,007
10413B	0,178	0,665	0,117	0,614	-0,061
10413C	0,256	0,470	0,293	0,467	0,037
10413D	0,425	0,523	0,355	0,501	-0,070
10413E	-0,144	0,715	-0,142	0,677	0,002
10413F	0,445	0,489	0,494	0,569	0,048
10413G	-0,276	0,534	-0,417	0,539	-0,141

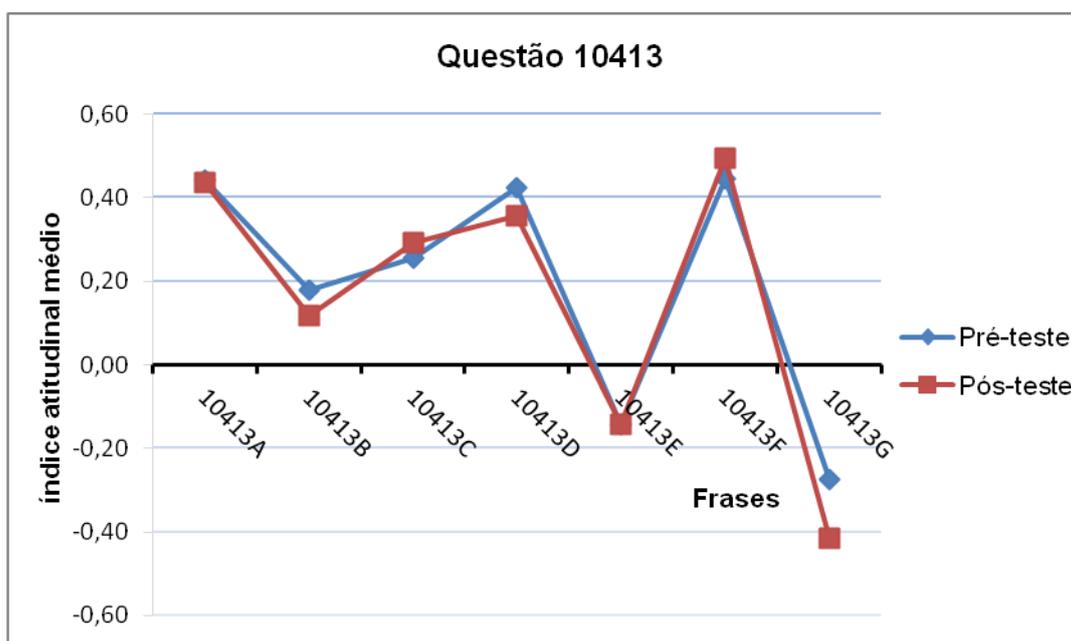


Figura 5.4- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10413 nos pré-teste e pós-teste, para o grupo experimental.

No que respeita à questão 10421, verifica-se que, do pré-teste para o pós-teste, ocorreu um ligeiro aumento no IAM, nas frases 10421B e 10421E, ambas classificadas como plausíveis.

Estas frases referem-se à diferença entre Ciência e Tecnologia, conceito trabalhado de forma explícita quando se solicita aos alunos que respondam à questão 4, sobre o texto “E fez-se água!”, em que é pedido que explicitem aspetos do texto que clarifiquem a relação entre CeT.

Há ainda a observar que as frases 10421D (da categoria adequada) e 10421H (da categoria ingénua) são aquelas em que os alunos apresentam atitudes mais adequadas, e a frase 10421E (da categoria plausível) a que apresenta atitudes menos adequadas. Esta observação, sugere mais uma vez, dificuldades na resposta às frases da categoria plausível.

Tabela 5.5- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10421, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.

Questão	Pré-teste		Pós-teste		Variação do IA (média pós-teste- média pré-teste)
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10421A	0,043	0,541	0,074	0,553	0,031
10421B	-0,138	0,734	0,025	0,675	0,163
10421C	-0,069	0,670	-0,043	0,690	0,026
10421D	0,411	0,538	0,429	0,588	0,018
10421E	-0,402	0,633	-0,272	0,707	0,131
10421F	-0,184	0,534	-0,133	0,499	0,051
10421G	-0,092	0,567	-0,127	0,551	-0,035
10421H	0,497	0,670	0,491	0,674	-0,006

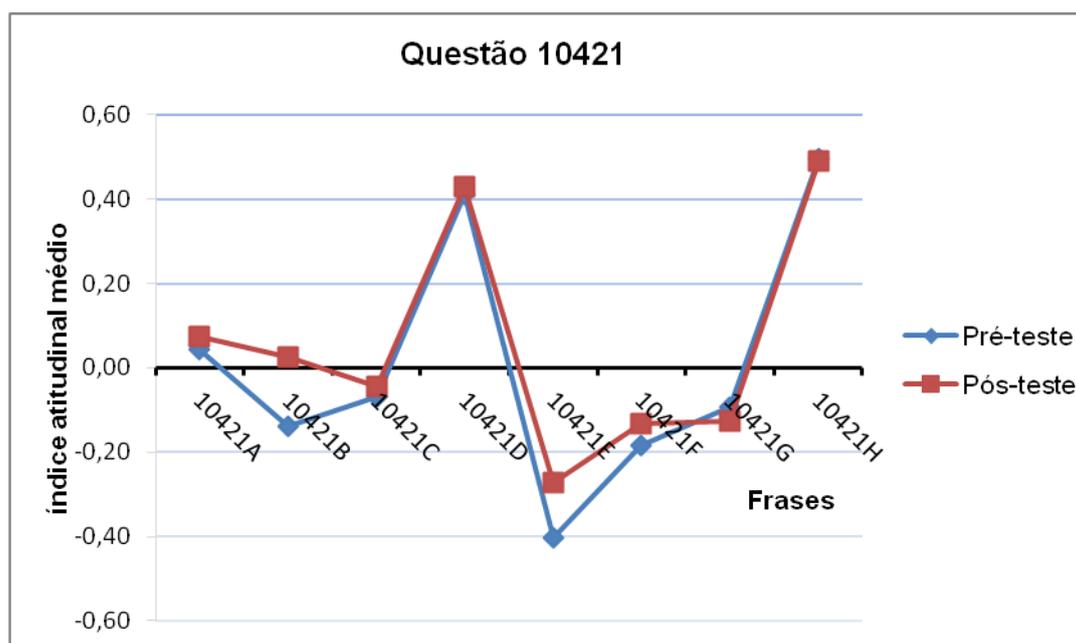


Figura 5.5- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10421 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental.

Tabela 5.6- Resultados globais de IAM obtido nas frases da questão 10431, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, para o grupo experimental.

Questão	Pré-teste		Pós-teste		Variação do IA (média pós-teste- média pré-teste)
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10431A	-0,023	0,739	-0,136	0,657	-0,113
10431B	0,259	0,434	0,296	0,497	0,038
10431C	0,172	0,628	0,062	0,634	-0,111
10431D	-0,261	0,506	-0,404	0,402	-0,143
10431E	-0,422	0,503	-0,444	0,461	-0,022

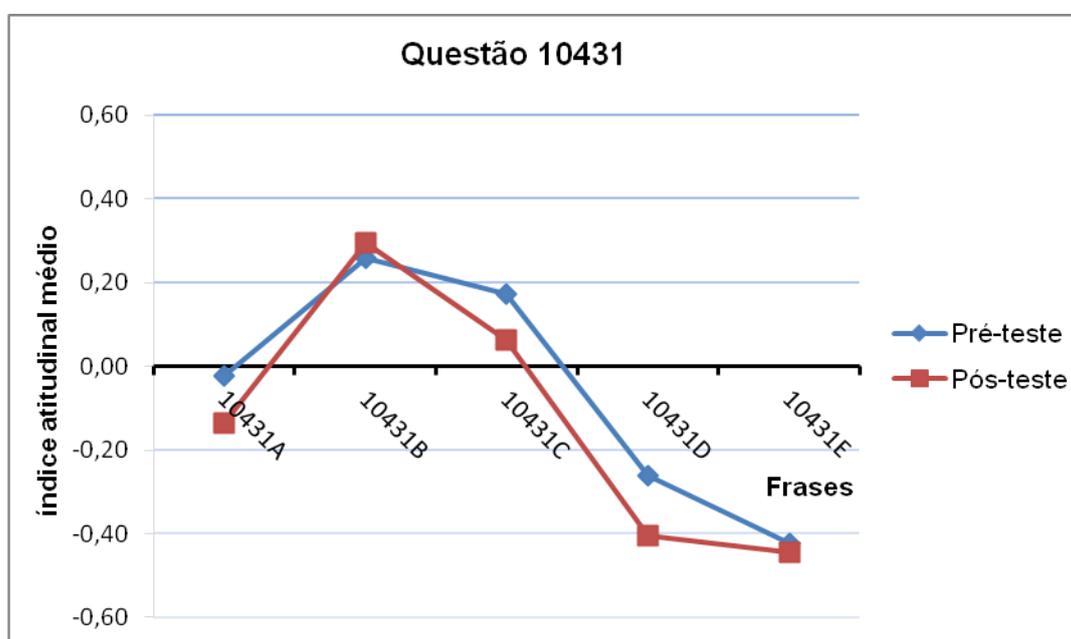


Figura 5.6- Comparação dos resultados de IAM obtidos nas frases da questão 10431 no pré-teste e no pós-teste, para o grupo experimental

Foi na questão 10431 que se observaram piores resultados, pois apesar da diferença entre os IA no pré-teste e no pós-teste ser muito reduzida, verificou-se que, à exceção da frase B, em todas as outras ocorreu uma ligeira diminuição do mesmo, após o desenvolvimento da UD. Estes resultados conduzem à conclusão de que os conceitos subjacentes nas frases desta questão não foram trabalhados nas atividades desenvolvidas.

A frase 10431B, onde foi obtido o valor mais positivo de IA é a única classificada como adequada, o que mais uma vez demonstra uma maior facilidade por parte dos alunos na análise de frases dessa categoria.

### 5.1.2- Comparação dos resultados obtidos no grupo experimental e no grupo de controlo

Para avaliar a eficácia da intervenção didática realizada, foram aplicados os mesmos questionários a um grupo de alunos que não desenvolveu a UD, e que constitui o grupo de controlo neste estudo.

A variação do IAM (que corresponde à diferença entre o IAM do pós-teste e o IAM do pré-teste) para o grupo de controlo e para o grupo experimental, encontra-se ilustrada na Figura 5.7.

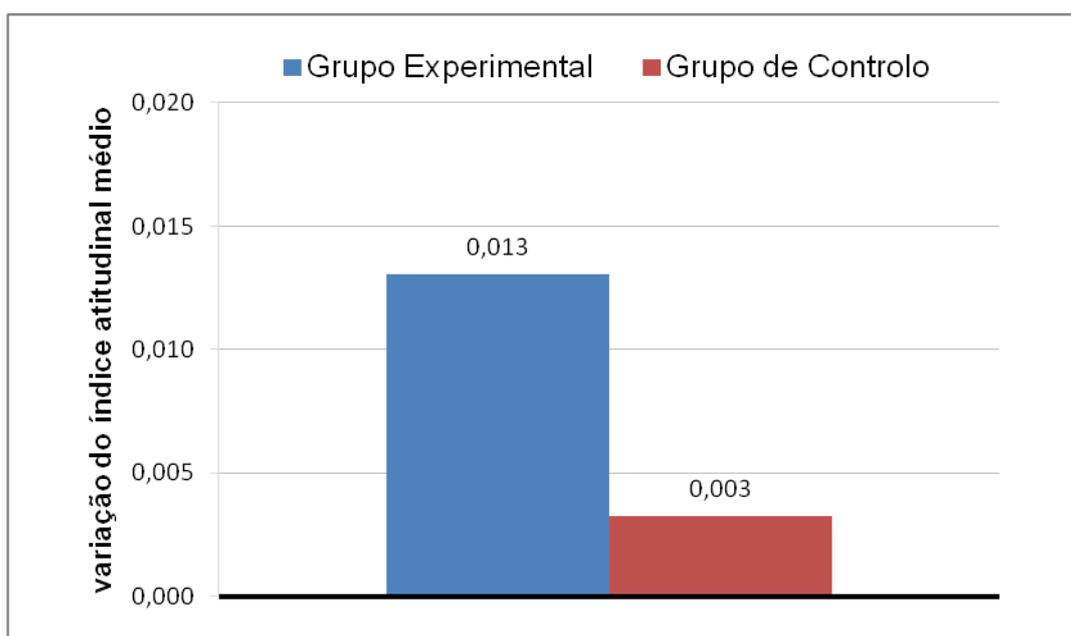


Figura 5.7- Comparação da variação de IAM obtida para o grupo experimental e para o grupo de controlo.

A variação do IAM do grupo de controlo é aproximadamente zero, o que está de acordo com o esperado, uma vez que este é o grupo de alunos que não desenvolveu a UD.

A variação do IAM para o grupo experimental não é muito elevada, mas é relevante face à do grupo de controlo, ficando provada a melhoria global das atitudes dos alunos após o desenvolvimento da UD.

### 5.1.3-Análise dos resultados por nível de ensino

Uma vez que o maior contacto com a CeT deverá proporcionar uma maior literacia científica, seria de esperar que alunos do ensino secundário apresentassem melhores resultados de IAM, para cada uma das questões e frases, do que alunos do 3º Ciclo do ensino básico, inclusivamente porque os alunos inquiridos, a frequentar o ensino secundário, encontram-se no curso científico-humanístico de ciências e tecnologias Assim, torna-se pertinente fazer uma análise dos resultados, considerando a variável nível de ensino.

Tabela 5.7- Resultados globais de IAM, por questão, no pré-teste e no pós-teste e variação do IA, em unidades standard, por nível de ensino (3º Ciclo e secundário).

Questão	3º Ciclo do Ensino Básico					Ensino Secundário				
	Pré- teste		Pós-teste		Variação no IA (IA <sub>pós-teste</sub> - IA <sub>pré-teste</sub> )	Pré- teste		Pós-teste		Variação no IA (IA <sub>pós-teste</sub> - IA <sub>pré-teste</sub> )
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão		Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
10411	0,103	0,287	0,203	0,187	0,099	0,200	0,348	0,428	0,304	0,228
10412	-0,070	0,256	-0,078	0,258	-0,008	0,054	0,393	-0,017	0,354	-0,071
10413	0,181	0,262	0,106	0,299	-0,075	0,208	0,371	0,275	0,418	0,067
10421	-0,010	0,272	0,024	0,207	0,034	0,047	0,389	0,119	0,420	0,072
10431	-0,052	0,265	-0,119	0,285	-0,068	-0,063	0,339	-0,137	0,390	-0,075

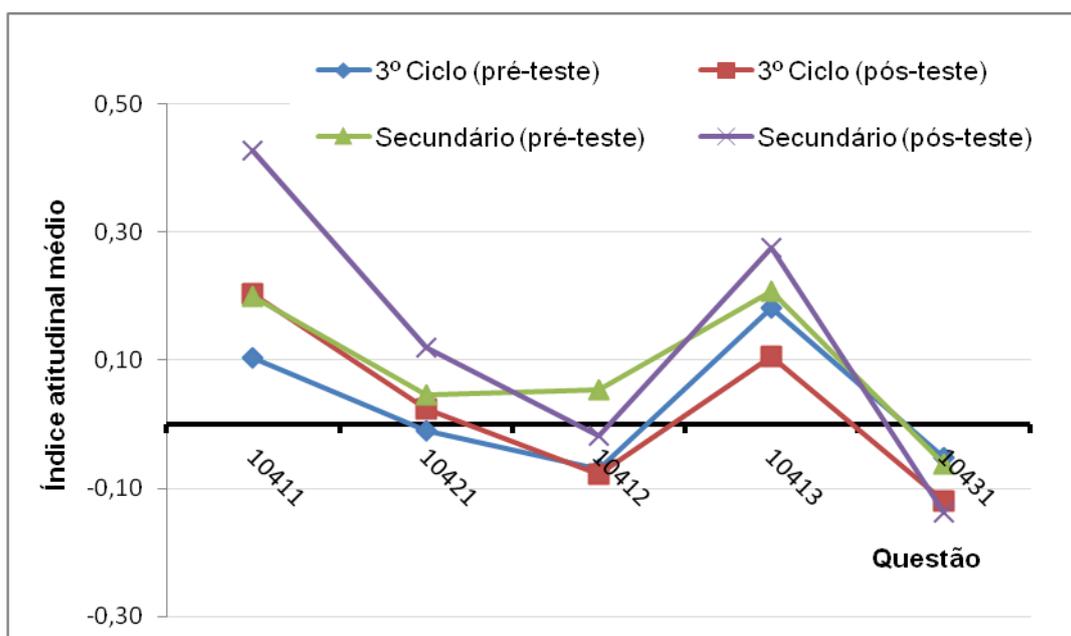


Figura 5.8- Comparação dos resultados de IAM obtidos no pré-teste e no pós-teste, para os alunos do grupo experimental, por nível de ensino (3º Ciclo e secundário).

Pela análise da Figura 5.8, pode verificar-se que, tal como previsto, os resultados de IAM no pré-teste, realizado aos alunos que se encontram a frequentar o ensino secundário, são superiores aos resultados de IAM no pré-teste, realizado aos alunos que se encontram a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico. Neste questionário, o grupo de alunos a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico obteve IAM negativo em três das cinco questões e o grupo de alunos a frequentar o ensino secundário obteve IA negativo em apenas uma questão.

Quanto à variação dos IAM, após o desenvolvimento da UD, verificou-se que, para os alunos a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico, os resultados obtidos nos pré-teste e pós-teste são muito semelhantes. Tal como se encontra ilustrado na Figura 5.9, a variação do IAM é muito próxima de zero. Como é evidente na Figura 5.8, ocorreu um aumento dos IAM nas questões 10411 e 10421, mas que se anulou com a diminuição nas questões 10413 e 10431.

Na amostra de indivíduos a frequentar o ensino secundário, a variação do IAM após o desenvolvimento da UD já é considerável, em particular nas questões 10411, 10413 e 10421, como se encontra ilustrado na Figura 5.8 e na Figura 5.9.

Estes resultados indiciam a necessidade de uma certa maturidade por parte dos alunos, para que os recursos didáticos baseadas na HC, que constituem a UD, tenham uma maior eficácia.

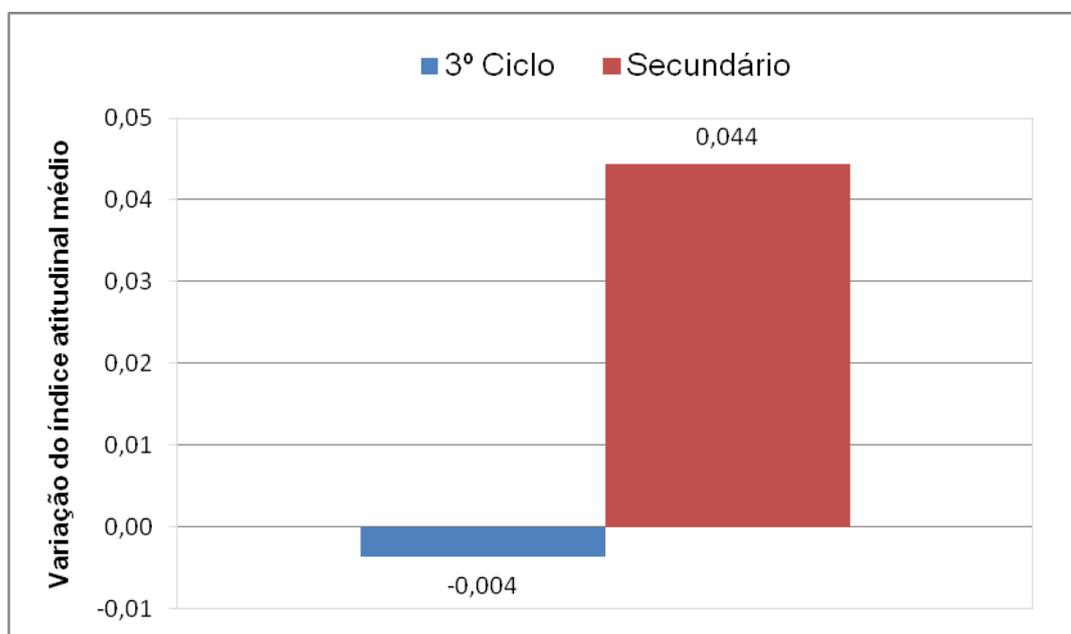


Figura 5.9- Comparação da variação de IAM obtida para os alunos do grupo experimental, por nível de ensino (3ºCiclo e secundário).

## 5.2- Apresentação e análise das respostas às questões colocadas nas atividades da UD

Esta análise baseia-se nas respostas dadas pelos alunos, às questões colocadas ao longo das atividades realizadas, durante o desenvolvimento da UD. Com o objetivo de avaliar a sua compreensão face ao tema desenvolvido e encontrar regularidades nas respostas, foram definidos itens de análise para cada uma das questões, como consta da Tabela 4.3. Foram contabilizados quantos itens eram referidos e foram identificados os mais citados pelos alunos.

Os resultados encontram-se organizados por atividade e por ano de escolaridade, e estão apresentados em tabelas, no anexo V.

A interpretação dos dados é feita pela análise das respostas dos alunos, mas também fruto da sua observação no decorrer das aulas onde foram realizadas as atividades.

### 5.2.1- Análise das respostas individuais às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”

A primeira atividade de desenvolvimento da UD, consistiu na leitura e análise do texto “E fez-se água!” (anexo III) e na resposta a quatro questões a ele alusivas.

Para a questão 1, “Quais as principais conclusões da experiência realizada e descrita por Lavoisier e Meusnier?”, foram definidos três itens de análise.

Pela análise da Tabela 5.8 e da Figura 5.10, pode verificar-se que a maioria dos alunos (56%) inclui na sua resposta apenas um dos itens de análise definidos, sendo que, só na turma de 11<sup>o</sup> ano existiram alunos que referiram os três itens.

Tabela 5.8- Número de itens de análise incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Ano de escolaridade	Alunos que incluem 0 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 1 item na sua resposta (%)	Alunos que incluem 2 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 3 itens na sua resposta (%)
8 <sup>o</sup> ano	29	59	12	0
9 <sup>o</sup> ano	10	70	20	0
10 <sup>o</sup> ano	6	56	38	0
11 <sup>o</sup> ano	0	18	27	55
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>56</b>	<b>21</b>	<b>7</b>

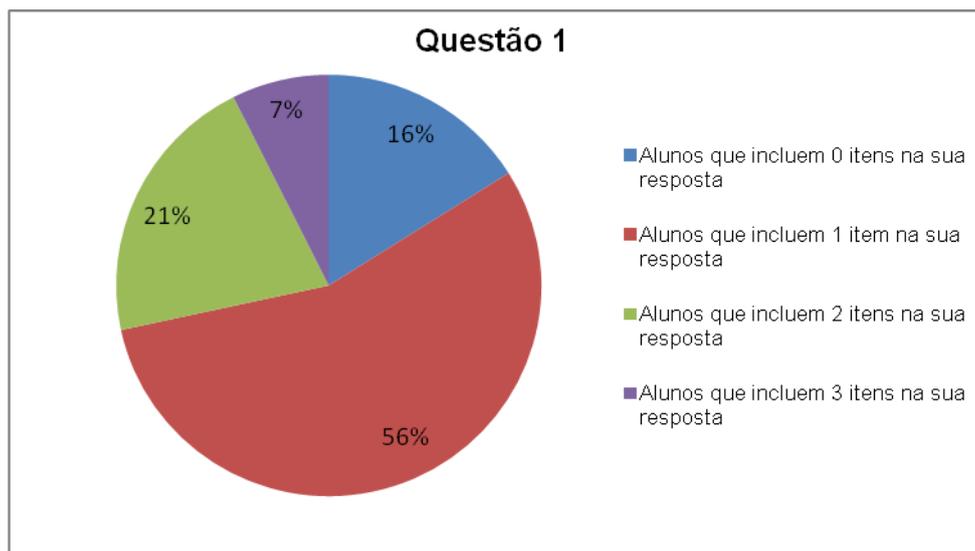


Figura 5.10- Distribuição dos alunos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas individuais à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Todos os alunos a frequentar o ensino secundário incluíram na sua resposta pelo menos um item, enquanto no grupo de alunos a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico, 12 dos 54 que participaram neste estudo não incluíram, na sua resposta, nenhum dos itens de análise.

Dos 81 participantes neste estudo, 10 revelaram dificuldades em distinguir as conclusões da experiência das dificuldades a ultrapassar durante a realização da mesma. Destes 10 alunos, 9 pertenciam ao 8º ano de escolaridade e 1 pertencia ao 9º ano de escolaridade. Este facto mostra a ausência de alguns conhecimentos ao nível da linguagem científica, por parte dos alunos mais novos, o que por vezes pode estar na origem de alguma dificuldade na compreensão dos temas abordados.

O item mais referido foi “é possível produzir água a partir de oxigénio e hidrogénio”. Esta reação é muitas vezes referida nas aulas de Ciências Físico-Químicas, sendo comum a realização da atividade demonstrativa da eletrólise da água, o que provavelmente facilitou a resposta dos alunos. Por outro lado, os itens de análise “estequiometria da reação” e “condições ideais para a realização da experiência” estão relacionados com domínios como o controlo de variáveis ou a otimização de processos, que são mais trabalhados no ensino secundário do que no ensino básico, o que justifica que estes tópicos

tenham sido incluídos apenas nas respostas dos alunos a frequentar o ensino secundário.

No que respeita à questão 2, “O aparelho usado para a síntese da água é muito sofisticado para a época. Evidencia alguns aspetos que representem essa sofisticação”, a maioria dos alunos (49%) refere na sua resposta apenas um dos três itens de análise definidos e 26% não responde ou responde erradamente, como consta da Tabela 5.9 e da Figura 5.11.

Tabela 5.9- Número de itens de análise incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Ano de escolaridade	Alunos que incluem 0 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 1 item na sua resposta (%)	Alunos que incluem 2 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 3 itens na sua resposta (%)
8º ano	38	47	12	3
9º ano	20	60	15	5
10º ano	19	56	19	6
11º ano	9	27	36	27
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>49</b>	<b>17</b>	<b>8</b>

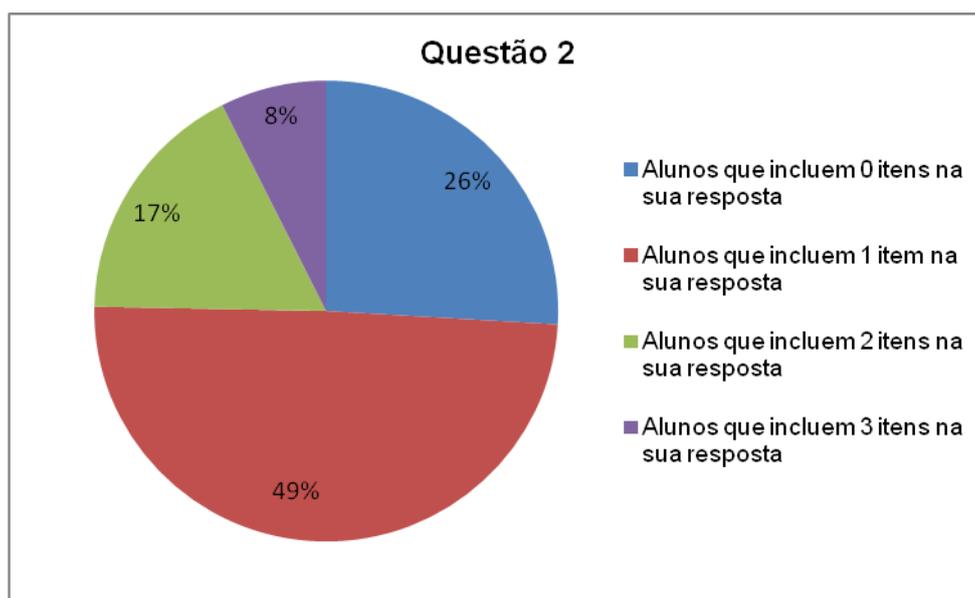


Figura 5.11- Distribuição dos alunos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas individuais à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Muitos alunos, principalmente os mais novos, não compreenderam a questão, tendo solicitado esclarecimentos. O recurso à HC para abordagem de temas que envolvam a CeT não é muito comum, pelo que a maioria mostrou dificuldades em contextualizar a experiência descrita, na época em que foi realizada, não tendo reconhecido a sofisticação do aparelho utilizado.

A questão 3, “Que problemas tiveram que ser resolvidos para concretizar o teste experimental que evidencia a composição da água?”, foi aquela em que os alunos mostraram menos dificuldades e a maioria (69%) responde corretamente, como se encontra representado na Tabela 5.10 e na Figura 5.12.

Tabela 5.10- Percentagem de respostas individuais, corretas e incorretas, à questão 3, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

<b>Ano de escolaridade</b>	<b>Alunos que respondem de forma correta (%)</b>	<b>Alunos que respondem de forma incorreta (%)</b>	<b>Alunos que não respondem (%)</b>
<b>8º ano</b>	70	18	12
<b>9º ano</b>	65	10	25
<b>10º ano</b>	63	37	0
<b>11º ano</b>	82	9	9
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>19</b>	<b>12</b>

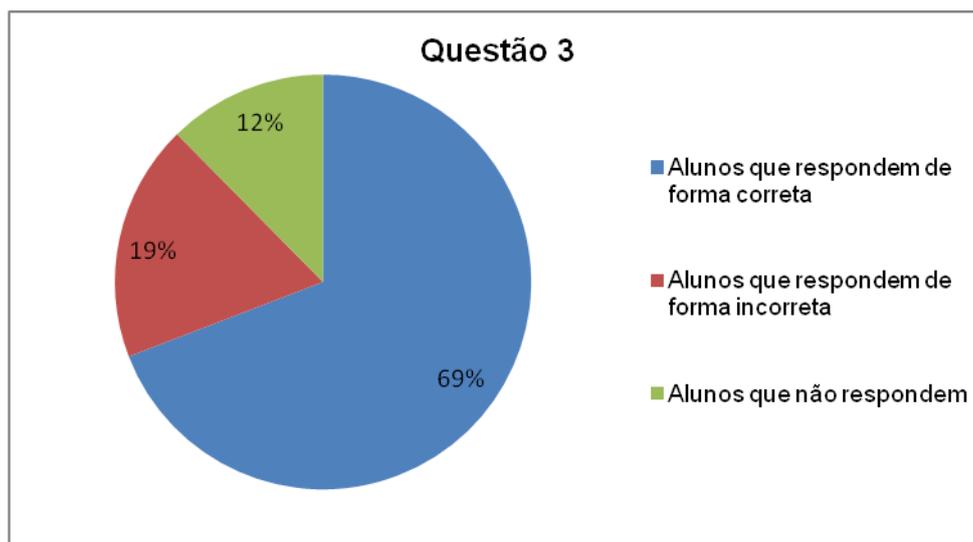


Figura 5.12- Distribuição dos alunos, quanto às suas respostas individuais à questão 3, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

A questão 4, “Explicita aspetos do texto que clarifiquem a relação entre a Ciência e a Tecnologia”, foi considerada a mais difícil, e como se verifica pela análise da Tabela 5.11 e da Figura 5.13, a maioria (57%), ou não responde (37%) ou dá uma resposta incorreta (20%).

Tabela 5.11- Itens de análise incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Ano de escolaridade	Alunos que distinguem Ciência de Tecnologia (%)	Alunos que reconhecem a interdependência entre Ciência e Tecnologia (%)	Alunos que apenas reconhecem que a Tecnologia depende da Ciência (%)	Alunos que apenas reconhecem que a Ciência depende da Tecnologia (%)	Alunos que não respondem (%)	Alunos que respondem de forma incorreta (%)
8º ano	41	18	0	6	21	32
9º ano	20	10	5	5	60	15
10º ano	25	0	6	0	63	6
11º ano	64	0	0	18	9	9
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>37</b>	<b>20</b>

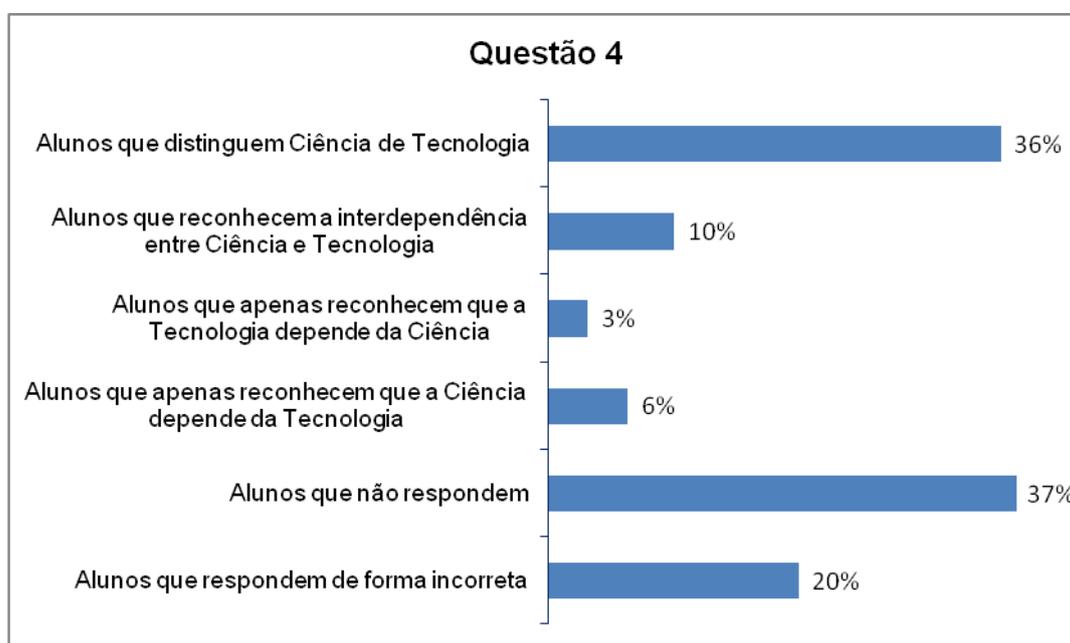


Figura 5.13- Distribuição dos alunos por itens de análise incluídos nas suas respostas individuais à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

A maior parte dos alunos cuja resposta foi considerada incorreta, transcreve do texto o primeiro parágrafo, o que mostra que estes não compreenderam a questão colocada, não reconhecendo o significado da expressão “explicita aspetos do texto”. Este facto mostra a dificuldade na compreensão da linguagem e interpretação das questões formuladas.

Sendo esta a questão que abordava diretamente a interdependência entre CeT, estes resultados vêm confirmar os obtidos nos questionários e as fracas atitudes dos alunos no que respeita à compreensão da mesma.

As respostas foram analisadas de forma a averiguar se estes distinguem Ciência de Tecnologia e se reconheciam a interdependência entre ambas, ou se apenas consideravam a dependência da Ciência relativamente à Tecnologia ou da Tecnologia relativamente à Ciência.

Dos alunos que responderam, 36% distingue Ciência de Tecnologia e apenas 10% reconhece a interdependência entre CeT, não sendo estes, no entanto, capazes de clarificar essa relação com elementos do texto. Alguns alunos (9%), reconhecem que a Ciência depende da Tecnologia (6%) ou que a Tecnologia depende da Ciência (3%) sem reconhecer a interdependência entre ambas.

Ao contrário do que se verificou na análise dos questionários, em que os alunos a frequentar o ensino secundário apresentaram respostas mais adequadas, nesta questão nenhum reconheceu a interdependência entre a CeT.

As respostas a esta questão mostram que, mesmo após a leitura, a interpretação do texto “E fez-se água!” e a resposta às questões, permanece a conceção inadequada de que a Tecnologia apenas está associada a equipamentos e/ou artefactos e alguns só reconhecem a dependência da Ciência face à Tecnologia ou da Tecnologia face à Ciência.

Exemplo disso, são as frases seguintes, transcritas das folhas de resposta entregues pelos alunos.

“Se não existisse Tecnologia, a Ciência não podia ser posta em prática.”

“Se não fosse a Tecnologia não se podia ter feito esta experiência”

“Ciência é a reação dos gases e formação da água, Tecnologia é a bomba e o balão”

“A Ciência estuda, a Tecnologia desenvolve”

“A Tecnologia desenvolve a Ciência que é a descoberta e o estudo”

“A Tecnologia depende da Ciência, pois Lavoisier conseguiu construir o aparelho a partir do conhecimento que possuía.”

“ A Tecnologia foi a construção do aparelho e a Ciência foi o resultado da experiência”.

### 5.2.2- Análise das respostas em grupo às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”

Após a resposta individual às questões relativas ao texto “E fez-se água!”, os alunos foram divididos em grupos de quatro elementos e foi-lhes pedido que confrontassem as suas opiniões, criando um documento, que foi entregue à investigadora, com as respostas que resultaram do consenso entre os elementos de cada grupo.

Em todas as turmas se observou grande discussão entre os elementos dos grupos, tendo esta etapa da UD sido realizada em mais tempo do que o inicialmente previsto.

A análise das respostas dadas pelos grupos mostra uma melhoria na qualidade das mesmas, tal como se encontra explícito nas Tabelas 5.12 à 5.14 e nas Figuras 5.14 à 5.16.

Tabela 5.12- Número de itens de análise incluídos nas respostas dos grupos à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Ano de escolaridade	Grupos que incluem 0 itens na sua resposta (%)	Grupos que incluem 1 item na sua resposta (%)	Grupos que incluem 2 itens na sua resposta (%)	Grupos que incluem 3 itens na sua resposta (%)
8º ano	0	75	25	0
9º ano	0	0	80	20
10º ano	0	50	25	25
11º ano	0	0	33	67
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>20</b>

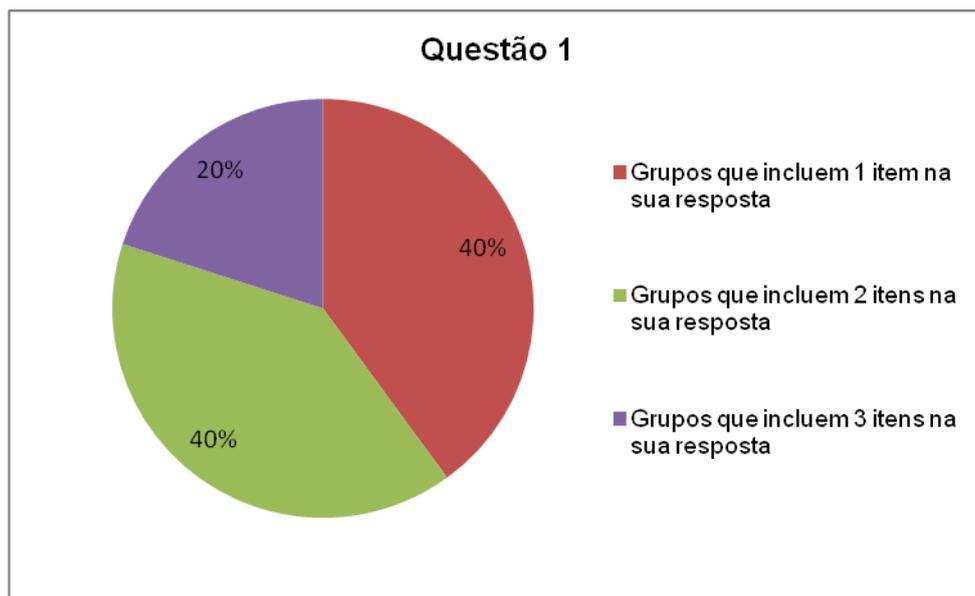


Figura 5.14- Distribuição dos grupos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas à questão 1, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Na questão 1, todos os grupos referiram pelo menos um ou dois dos três itens de análise definidos, sendo que apenas um grupo da turma de 9º ano, um da turma de 10º ano e dois da turma de 11º ano referiram os três itens.

Na questão 2 também se verificaram melhorias nas respostas. À semelhança do que se verificou nas respostas à questão 1, todos os grupos referiram pelo menos um dos três itens definidos, tendo a maioria referido dois deles.

Tabela 5.13- Número de itens de análise incluídos nas respostas dos grupos à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Ano de escolaridade	Grupos que incluem 0 itens na sua resposta (%)	Grupos que incluem 1 item na sua resposta (%)	Grupos que incluem 2 itens na sua resposta (%)	Grupos que incluem 3 itens na sua resposta (%)
8º ano	0	50	38	13
9º ano	0	60	40	0
10º ano	0	0	75	25
11º ano	0	0	33	67
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>20</b>

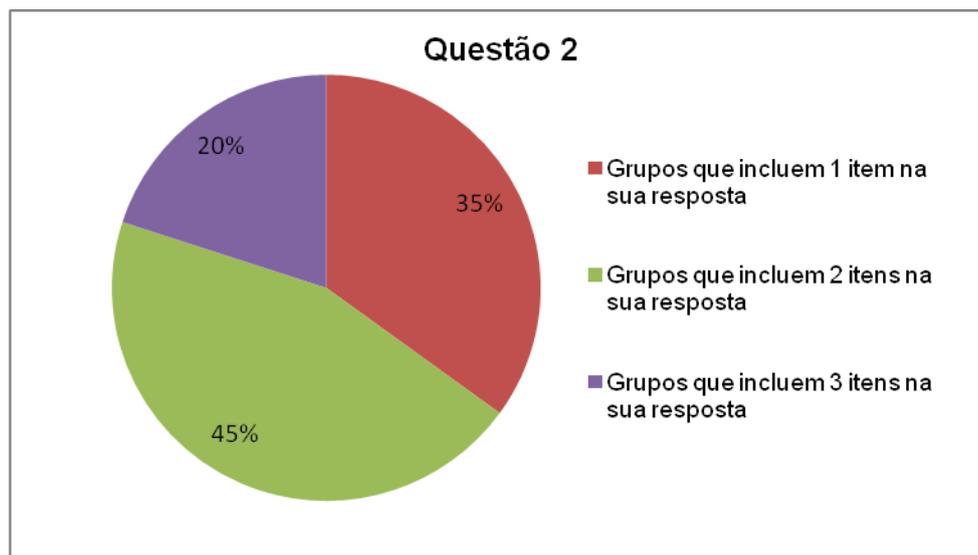


Figura 5.15- Distribuição dos grupos, por número de itens de análise incluídos nas suas respostas à questão 2, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Na questão 3, todos os grupos responderam corretamente.

Na questão 4, apenas 2 dos 20 grupos responderam de forma incorreta, o que mostra uma melhoria face às respostas individuais, revelando que o trabalho cooperativo foi vantajoso. No entanto, continua a existir uma grande maioria que não reconhece a interdependência entre CeT.

A análise das respostas mostra que 16 dos 20 grupos distinguem Ciência de Tecnologia, mas apenas 3 reconhecem que existe interdependência, havendo 2 grupos que referem que apenas a Tecnologia depende da Ciência, parecendo continuar a considerar a Tecnologia como mera aplicação dos conhecimentos científicos, mesmo após a intervenção didática.

Tabela 5.14- Itens de análise incluídos nas respostas dos grupos à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

Ano de escolaridade	Grupos que distinguem Ciência de Tecnologia (%)	Grupos que reconhecem a interdependência entre Ciência e Tecnologia (%)	Grupos que apenas reconhecem que a Tecnologia depende da Ciência (%)	Grupos que apenas reconhecem que a Ciência depende da Tecnologia (%)	Grupos que respondem de forma incorreta (%)
8º ano	88	13	0	0	13
9º ano	40	20	40	0	20
10º ano	100	0	0	0	0
11º ano	100	33	0	0	0
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>

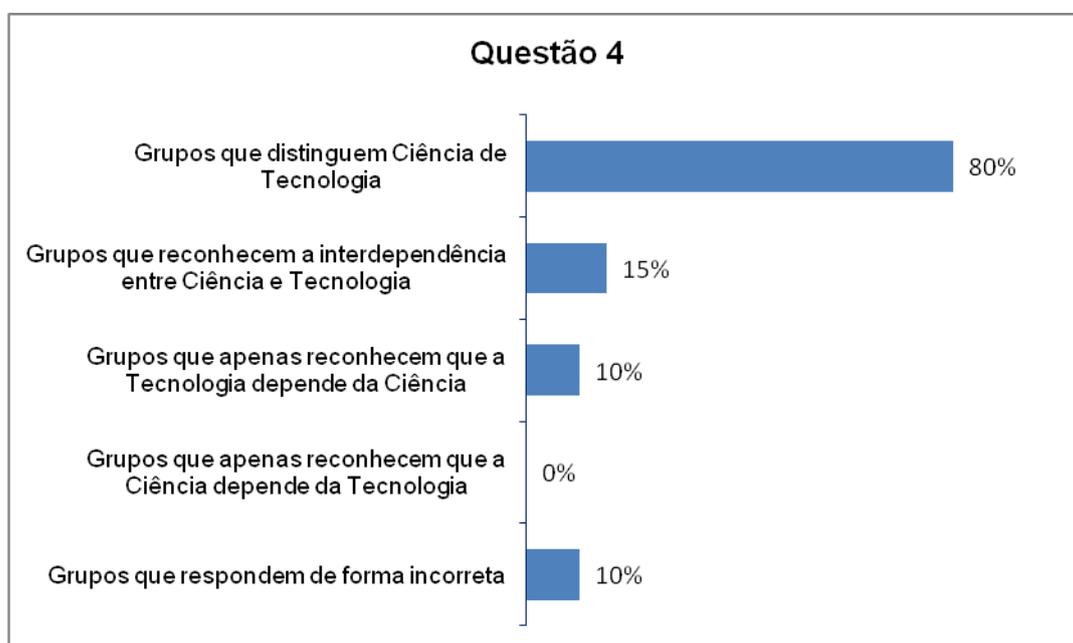


Figura 5.16- Distribuição dos grupos por itens de análise incluídos nas suas respostas à questão 4, alusiva ao texto “E fez-se água!”.

### 5.2.3- Análise das respostas à atividade – Elaboração de um texto a partir da observação de uma Imagem fornecida

Nesta atividade foi solicitado aos alunos que, individualmente, elaborassem um pequeno texto, a partir da observação de uma imagem fornecida (anexo IV), onde destacassem evidências que demonstrassem a presença de dispositivos científicos e/ou tecnológicos.

A imagem fornecida retrata Antoine Lavoisier e a sua esposa, provavelmente no laboratório, rodeados de dispositivos científicos e/ou tecnológicos.

Pela análise das respostas dadas, apresentadas na tabela Tabela 5.15 e na Figura 5.17, observou-se que alguns dos alunos (21%), apesar de referirem a existência de dispositivos científicos e/ou tecnológicos, o que mais valorizam no seu texto é a presença de Lavoisier e da sua esposa na imagem, descrevendo os seus trajas e as suas expressões. Todos os outros que responderam (72%), deram respostas consideradas corretas.

Tabela 5.15- Respostas dos alunos à atividade - Elaboração de um texto a partir de uma imagem fornecida.

Ano de escolaridade	Alunos que valorizam as imagens de Lavoisier e da sua esposa (%)	Alunos que valorizam a existência de dispositivos científicos e tecnológicos (%)	Alunos que não respondem (%)
8º ano	12	71	17
9º ano	40	60	0
10º ano	25	75	0
11º ano	9	91	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>72</b>	<b>7</b>

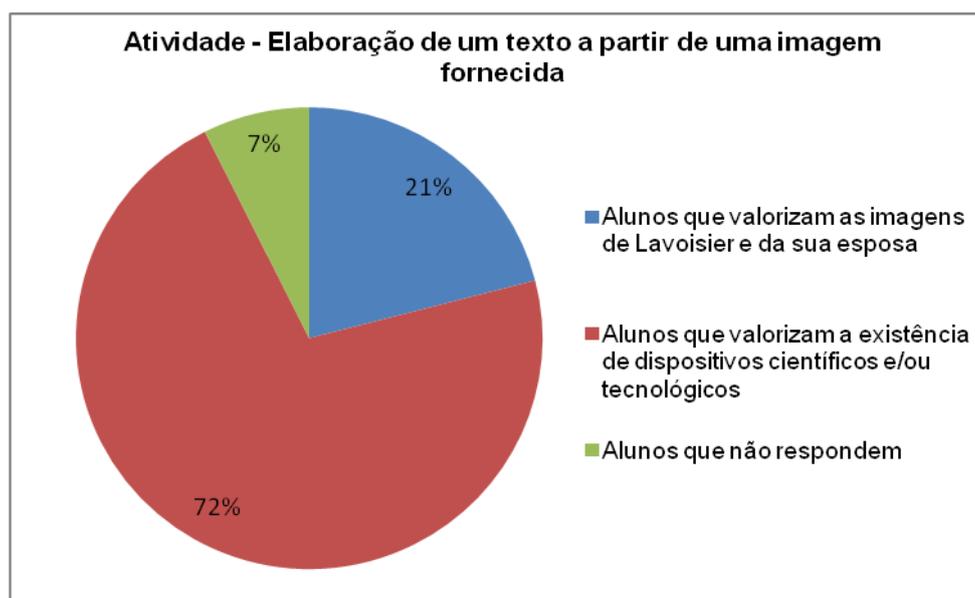


Figura 5.17- Distribuição dos alunos por resposta à atividade - Elaboração de um texto a partir de uma imagem fornecida.

Alguns alunos mais novos, pertencentes a turmas de 8º ano, recusaram realizar esta atividade, dizendo não compreender o pretendido, apesar de a investigadora os ter acompanhado e esclarecido ao longo de todas as tarefas propostas nesta UD.

De seguida apresentam-se alguns excertos de respostas dadas pelos alunos que mostram a tendência que estes têm para considerar a Ciência como conhecimento teórico e associar a Tecnologia aos dispositivos que permitem realizar procedimentos científicos.

“Tecnologia são os aparelhos, Ciência é o que se vai fazer com eles.”

“Na imagem encontramos Tecnologia nos instrumentos de vidro colocados em cima da mesa, com os quais se poderia fazer Ciência.”

“Na imagem encontra-se a presença de Tecnologia no balão, no aparelho com torneira, etc., mas para construir esses aparelhos foi necessária a Ciência.”

“Observamos Lavoisier e a esposa. A Ciência está neles, a Tecnologia está nos aparelhos de vidro.”

“A Tecnologia está nos aparelhos e a Ciência no que Lavoisier está a escrever.”

“Lavoisier está a recolher informação de alguma experiência que fez usando a Ciência (o seu conhecimento) e a Tecnologia (os instrumentos de laboratório).”

“A presença da Ciência está no relatório que Lavoisier escreve, depois de efetuar a atividade experimental com os aparelhos tecnológicos que se encontram na mesa e no chão do seu laboratório.”

“No laboratório de Lavoisier, os aparelhos científicos são mais evidentes que os tecnológicos. Nessa altura não havia o desenvolvimento que há hoje na Tecnologia.”

“Na imagem, a Tecnologia está presente nos aparelhos que se encontram em cima da mesa e a Ciência está presente no que Lavoisier está a escrever.”

Da análise das respostas, conclui-se que há uma visão da Tecnologia como utilitária, relacionada apenas com a construção de dispositivos que

permitam resolver problemas práticos. Parece não existir, da parte dos alunos, um reconhecimento da existência de saberes tecnológicos.

#### **5.2.4- Análise das respostas à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT**

Nesta atividade foi solicitado aos alunos que, individualmente, descrevessem uma situação da atualidade, evidenciando a interdependência entre CeT.

Na Tabela 5.16 e na Figura 5.18 encontram-se os resultados obtidos.

Dos 81 alunos aos quais se propôs a atividade, 8 a frequentar o 8º ano de escolaridade, não responderam. Dos 90% que realizaram a atividade, 51% mostrou distinguir corretamente os conceitos de Ciência e Tecnologia, mas apenas 9% evidenciou a interdependência entre CeT.

Tabela 5.16- Itens de análise incluídos nas respostas dos alunos à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT.

<b>Ano de escolaridade</b>	<b>Alunos que distinguem Ciência de Tecnologia (%)</b>	<b>Alunos que reconhecem a interdependência entre Ciência e Tecnologia (%)</b>	<b>Alunos que apenas reconhecem que a Tecnologia depende da Ciência (%)</b>	<b>Alunos que apenas reconhecem que a Ciência depende da Tecnologia (%)</b>	<b>Alunos que não respondem (%)</b>	<b>Alunos que respondem de forma incorreta (%)</b>
<b>8º ano</b>	32	9	9	9	24	21
<b>9º ano</b>	60	0	45	15	0	5
<b>10º ano</b>	63	25	31	13	0	0
<b>11º ano</b>	73	0	18	45	0	0
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

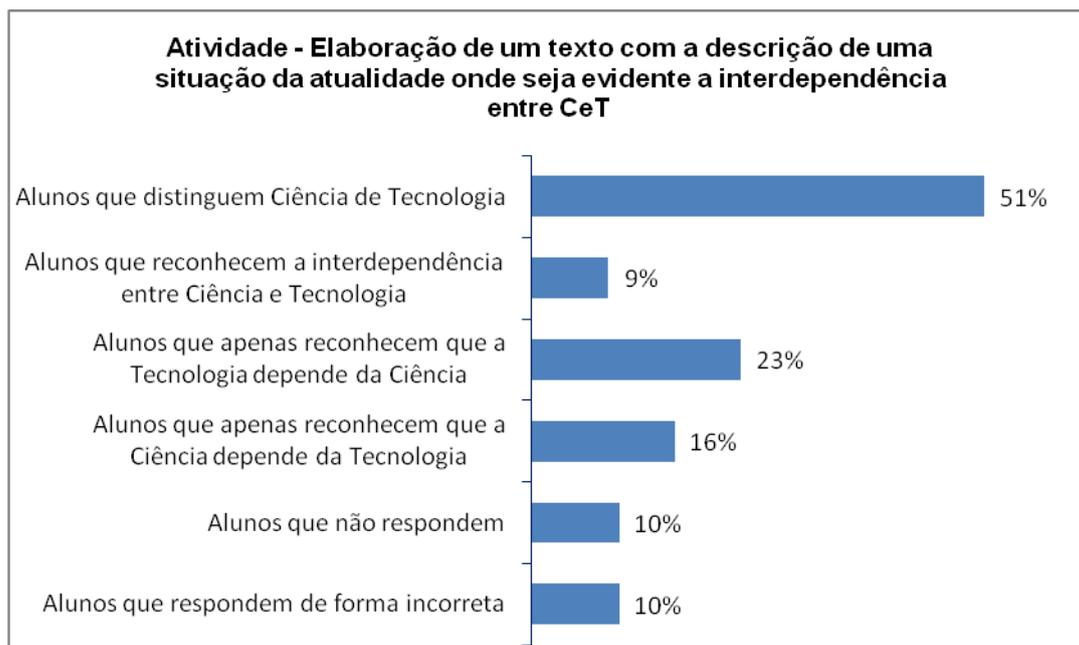


Figura 5.18 -Distribuição dos alunos por itens de análise incluídos na sua resposta à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT.

Muitos alunos continuam a considerar apenas a dependência da Tecnologia face à Ciência (23%) ou a dependência da Ciência face à Tecnologia (16%).

No entanto, nesta fase da intervenção didática já se verificou uma melhoria nas respostas. Tendo em conta que na primeira atividade desenvolvida, que consistiu na leitura do texto “E fez-se água!” e na resposta às questões sobre o mesmo, nenhum aluno reconheceu a interdependência entre CeT, verificou-se que a implementação da UD teve um efeito positivo nas atitudes dos alunos.

No entanto, uma minoria (7 alunos de 8º ano e 1 aluno do 9º ano) continua a evidenciar alguma confusão entre os conceitos de Ciência e Tecnologia, não conseguindo distingui-los.

Ao contrário do que seria previsível, nenhum aluno da turma de 11º ano reconhece, na sua descrição, a interdependência entre CeT. A maioria dos alunos desta turma distingue os dois conceitos, mas apenas refere que a Ciência depende da Tecnologia ou que a Tecnologia depende da Ciência.

Os seguintes excertos de respostas dos alunos nesta atividade, evidenciam a compreensão da interdependência entre CeT:

“O microscópio permitiu avanços na Ciência, mas foi a Ciência que obrigou à sua criação.”

“...um exemplo é o microscópio, pois esta Tecnologia permite avanços na Ciência mas para o construir foi necessário o conhecimento científico da ótica.”

“O painel fotovoltaico é um aparelho tecnológico, mas o conhecimento do comportamento dos elétrons nas células fotovoltaicas é a Ciência que permitiu a criação deste aparelho. Este aparelho é usado, por exemplo, nos satélites artificiais e no telescópio Hubble, permitindo fazer descobertas científicas.”

No entanto, outras respostas evidenciam a persistência de algumas atitudes inadequadas. Essas atitudes inadequadas consistem principalmente na associação da Tecnologia apenas a equipamentos e artefactos, ignorando o conhecimento tecnológico e em considerar a Ciência como conhecimento meramente teórico. As seguintes respostas apresentadas são exemplo disso:

“O computador é Tecnologia, Ciência é o que ele nos transmite.”

“Num computador, a Tecnologia está na sua constituição, a Ciência na forma como foi construído”

“A Tecnologia é muito mais utilizada do que a Ciência apesar da Ciência ser a base para os avanços tecnológicos.”

“O telescópio é a Tecnologia que permite observar o Universo à nossa volta e às vezes perceber a Ciência”

“A calculadora é uma Tecnologia utilizada na resolução de problemas da Ciência, a matemática”

“O microscópio é um aparelho tecnológico usado para fazer descobertas científicas.”



## Capítulo 6- Conclusões

A compreensão da NdCeT, considerada fundamental para a literacia científica, constitui hoje um objetivo da educação em ciências.

A investigação em educação é conclusiva e mostra que alunos e professores demonstram uma fraca compreensão da NdCeT.

Pretendeu-se com este estudo dar um contributo para melhorar a compreensão da NdCeT por parte dos alunos, testando alguns instrumentos de intervenção educativa, em contexto de sala de aula, baseados no recurso à HC.

Conforme o desenho metodológico apresentado, foram aplicados dois questionários (pré-teste e pós-teste) a um grupo de alunos do 3º Ciclo do ensino básico e do ensino secundário, tendo no tempo decorrido entre a aplicação dos questionários sido desenvolvida uma UD, concebida com a finalidade de facilitar nos alunos o reconhecimento e a compreensão da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia. Os dados recolhidos foram tratados usando métodos quantitativos e qualitativos.

O pré-teste permitiu fazer um levantamento das conceções dos alunos relativamente às relações entre a Ciência e a Tecnologia. O IAM obtido foi positivo, mas próximo de zero, revelando que a atitude global dos alunos pode ser considerada moderadamente informada.

Foram verificados IA mais positivos para frases da categoria adequada e para algumas da categoria ingénua, tendo as da categoria plausível os IA mais baixos ou negativos. Este resultado mostra uma dificuldade generalizada na classificação das frases desta categoria.

Verificou-se ainda que em quase todas as questões há uma frase em que o IA é muito positivo, o que significa que em todos os temas há alguma crença positiva e que pode ser usada como elemento estruturante para a aprendizagem e reconstrução das conceções com IA negativo.

Da análise qualitativa das respostas, tanto ao questionário pré-teste, como às atividades propostas na UD, concluiu-se que a maioria dos alunos

associa a Ciência a saberes teóricos e tem uma visão utilitária da tecnologia, relacionando-a apenas com equipamentos ou dispositivos. Os saberes tecnológicos são desvalorizados face aos científicos e a tecnologia é considerada uma mera aplicação da Ciência.

Após o desenvolvimento da UD, verificou-se uma melhoria global das respostas dos alunos que constituíam o grupo experimental, apontando estes resultados para uma melhor compreensão da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, relativamente aos alunos que constituem o grupo de controlo. Esta melhoria foi mais significativa para os que se encontram a frequentar o ensino secundário, onde se verificou uma variação de IAM mais positiva do que a que se verificou nos alunos que estão a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico. Esta observação levanta a questão de que talvez seja necessária uma certa maturidade e/ou conhecimentos para que a eficácia desta intervenção seja maior.

As variações de IA entre o pré-teste e o pós-teste não têm um padrão definido. Apesar da melhoria global das respostas dos alunos, os valores de IAM tornaram-se mais positivos em algumas questões (10411 e 10421), não sofreram alterações significativas noutras (10412 e 10413) e até diminuíram numa delas (10431). Este facto revela alguma incoerência nas respostas e mostra que a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia é um assunto complexo. Desencadear nos alunos a mudança conceptual pretendida necessita de tempo e de reflexão, pelo que o desenvolvimento de uma única UD poderá não ser suficiente. Os resultados obtidos indiciam a necessidade de um ensino explícito desses conteúdos de forma continuada, não sendo possível conseguir que os alunos compreendam a NdCeT através do desenvolvimento de uma única UD.

Apesar da amostra reduzida, este estudo mostra que este tipo de UD constitui um recurso com potencialidades para melhorar a compreensão da NdCeT e que a sua inclusão nos currículos reveste-se, portanto, da maior importância. No entanto, mostra também que muito há a fazer no que respeita à compreensão da NdCeT e que é importante investir na construção de intervenções didáticas e materiais pedagógicos adequados ao seu ensino.

No futuro, seria interessante testar esta e outras UD's, construídas a partir de episódios da HC, utilizando amostras maiores e com alunos cujo nível de ensino tenha um espectro alargado. Só dessa forma se poderá concluir se a maturidade e/ou conhecimentos dos alunos têm influência na eficácia destas intervenções. Seria também importante comparar os resultados obtidos nesta escola, localizada numa zona rural, com outros relativos a alunos com possibilidades de usufruir de outros estímulos, como por exemplo, a visita frequente a museus e a exposições e outros contactos com fontes de informação científica e tecnológica, que poderão contribuir para a criação de diferentes concepções sobre a NdCeT.

Este estudo mostra que é necessário repensar as práticas letivas no ensino das ciências, contemplando um ensino explícito da NdCeT, previligiando uma abordagem CTS e desenvolvendo atividades que promovam a reflexão sobre aspetos da Ciência e da Tecnologia e não apenas o ensino de conceitos científicos e tecnológicos, muitas vezes descontextualizados, que podem favorecer ideias inadequadas sobre a NdCeT.

É importante avaliar os materiais didáticos utilizados em sala de aula, nomeadamente os manuais escolares, que constituem o principal objeto de trabalho dos estudantes. Seria interessante a realização de uma avaliação dos manuais escolares, no sentido de investigar se estes valorizam os conteúdos relacionados com a NdCeT ou se, eventualmente, a forma como expõem a informação ou os exemplos referidos, contribuem para reforçar algumas concepções inadequadas.



## Referências Bibliográficas

- AAAS. (1989). *Science for all American AAAS* (Ed.) Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/default.htm>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching, Vol. 37, No. 10*, 1057- 1095.
- Acevedo, J. A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada, 10*, 269-275.
- Acevedo, J. A. (2001). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Retrieved setembro, 2012, from <http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>
- Acevedo, J. A. (2006). Modelos de Relaciones entre Ciencia y Tecnología: um Análisis Social e Histórico. *Revista Eureka sobre Enseñada y Divulgación de las Ciencias, Vol 3, Nº2*, 198-218.
- Acevedo, J. A., Alonso, Á. V., Manassero, M. A., & Romero, P. A. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 2, Nº 3*, 353-376.
- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2001). El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. Retrieved setembro, 2012, from <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>
- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2*, 80-111.

- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo, P. (2007a). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo, P. (2007b). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 202-225.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Paixão, M. F., Acevedo, P., Oliva, J. M., & Manassero, M. A. (2005). Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza Ciência no ensino das ciências. *Ciência & Educação*, Vol. 11, n. 1, 1-15.
- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching? Retrieved setembro, 2012, from <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 337-355.
- Cachapuz, A. F., & Paixão, F. (2002). *Placing the History and Philosophy of Science on Teacher Education*. Paper presented at the In X Symposium of International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), Foz do Iguacu, Parana, Brazil.
- Carvalho, G. S., F. Azevedo, & Sardinha, M.G. (2009). *Modelos e práticas em literacia* (pp. 179-194). Retrieved from [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9695/1/LIDEL\\_Literacia%20cientifica.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9695/1/LIDEL_Literacia%20cientifica.pdf)
- Chagas, Isabel. (2006). *Literacia Científica. O grande desafio para a escola*. Paper presented at the 1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor, Escola Superior de Educação de Lisboa.

- DEB. (2001). *Orientações Curriculares do Ensino Básico. 3º Ciclo. Ciências Físicas e Naturais*. Retrieved from <http://www.dgidc.min-edu.pt/ensinobasico/index.php?s=directorio&pid=51>.
- DeBoer, George E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582- 601.
- DES. (2001). *Programa de Física e Química A, 10º ano*. Retrieved from [http://www.dgidc.minedu.pt/data/ensinosecundario/Programas/fisica\\_quimica\\_a\\_10.pdf](http://www.dgidc.minedu.pt/data/ensinosecundario/Programas/fisica_quimica_a_10.pdf).
- DES. (2003). *Programa de Física e Química A, 11º ano*. Retrieved from [http://www.dgidc.min-edu.pt/data/ensinosecundario/Programas/fisica\\_quimica\\_a\\_11.pdf](http://www.dgidc.min-edu.pt/data/ensinosecundario/Programas/fisica_quimica_a_11.pdf).
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Fernández, I., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P., Cachapuz, A., Praia, J. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 3, 331-352.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2010). A natureza da ciência nos currículos de ciências — Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico. *Revista Portuguesa de Educação*, 23, 119-156.
- Figueiredo, M., & Paixão, F. (2010). *Percepções de alunos do ensino superior português sobre a influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade—um estudo integrado no projecto PIEARCTS* Paper presented at the In II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências (SIACTS-EC).
- Figueiredo, M., & Paixão, F. (2011). Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia de estudantes portugueses no ensino superior.

- Gagliardi, R. (1988). Cómo utilizar la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291-296.
- Lederman, J. S., & Lederman, N. G. (2005). *Developing and Assessing Elementary Teachers' and Students' Understandings of Nature of Science and Scientific Inquiry*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas.
- Lederman, Norman G. (2006). *Research on Nature of Science: Reflections on the past, anticipations of the future*. Paper presented at the Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Chicago.
- Manassero, M.A., Vazquez, A., & Acevedo, J.A. (2003). Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Princeton, NJ: Educational Testing Service. Retrieved from <http://www.ets.org/testcoll>
- Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, Nº 1, 28-39.
- Martins, I. P. (2003). Formação inicial de professores de física e química sobre a tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 3, 293-308.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.
- NAP. (1996). *National Science Education Standards* Retrieved from [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=4962](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962)

- Paixão, F., & Figueiredo, M. (2012). *A Natureza da Ciência nos Programas do Ensino Secundário Português*. Paper presented at the VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências “Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências”, Madrid.
- Pinto-Ferreira, C., Serrão, A., & Padinha, L. (2006). *PISA 2006- Competências Científicas dos Alunos Portugueses* Retrieved from [http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=33&fileName=relatoio\\_nacional\\_pisa\\_2006.pdf](http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=33&fileName=relatoio_nacional_pisa_2006.pdf)
- Ramos, M. S. (2004). *A Literacia Científica: uma necessidade urgente; um desafio à Escola* Paper presented at the Aprendizagens Curriculares, Literacias e Bibliotecas Escolares.
- Roig, A. B., Vázquez, Á., Manassero, M. A., & García-Carmona, A. (Eds.). (2012). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la Naturaleza de Ciencia y Tecnología* (Vol. 5). Madrid.
- Santos, Soledad Esteban. (2003). La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia- Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Nº3, 399-415.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2.
- Solbes, J., & Traver, M. J. (1996). La utilización de la Historia de las Ciencias en la enseñanza de la Física y la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112.

- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9, 2-31.
- Vázquez, Á., Manassero, M. A., Acevedo, J. A., & Acevedo, P. (2006). *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)*. Paper presented at the Congreso Iberoamericano de Ciência e Tecnologia, Sociedad e Innovación CTS+I.
- Vázquez, Á., Manassero, M. A., Acevedo, J. A., & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6, Nº 2, 331-363.
- Vázquez, Á., Manassero, M. A., & Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 9, Nº 2, 333-352.
- Vázquez, Á., & Romero, M. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 85-99.

## Anexo I- Questionários

Este questionário anónimo pretende conhecer as suas opiniões sobre algumas questões importantes sobre a Ciência e a Tecnologia no mundo atual. Todas as questões têm a mesma estrutura: um texto inicial que coloca um problema ao qual se segue uma lista de frases que representam diferentes alternativas de possíveis respostas a esse problema e que estão ordenadas e identificadas sucessivamente com uma letra (A, B, C, D etc.).

**Pede-se que atribua um valor relativo ao seu grau de concordância pessoal com cada uma dessas frases escrevendo no quadrado à esquerda da frase o número que representa a sua opinião**, expresso numa escala de 1 a 9 com os seguintes significados:

DESACORDO				Indeciso	ACORDO				OUTROS	
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	Não entendo	Não sei
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Nos casos em que não possa manifestar a sua opinião relativamente a alguma frase, escreva uma razão: E. Não entendo a frase. ou S. Não sei o suficiente para a avaliar.

### Exemplo de pergunta com respostas

(Os números situados na coluna da esquerda representam as respostas que deve escrever; os valores neste exemplo são fictícios e não devem ser tomados como referência para mais nada)

*90111 As observações científicas feitas por cientistas competentes serão diferentes se estes acreditam em diferentes teorias.*

- 1 A. Sim, porque os cientistas farão experiências diferentes e verão coisas distintas.
- 6 B. Sim, porque os cientistas pensarão de maneira diferente e isso alterará as suas observações.
- 8 C. As observações científicas não diferirão muito ainda que os cientistas acreditem em teorias diferentes. Se estes são realmente competentes as suas observações serão similares.
- 9 D. Não, porque as observações são tão exatas quanto possível. Foi assim que a Ciência foi capaz de avançar.
- 7 E. Não, as observações são exatamente o que vemos e nada mais; são os factos.

**DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS** (escreva ou marque uma cruz nos quadrados seguintes).

Qual a sua idade em anos? \_\_\_\_\_(escreva a sua idade)

É homem ou mulher? Homem<sub>1</sub>  Mulher<sub>2</sub>

Qual o ano de escolaridade que frequenta? \_\_\_\_\_

**Leia com atenção cada questão e as diferentes frases alternativas.**

**Atribua um valor a cada frase, com sinceridade, e escreva-o no quadrado correspondente**

**10411 A Ciência e a Tecnologia estão estreitamente relacionadas entre si:**

- A. porque a Ciência é a base dos avanços tecnológicos, mas é difícil ver como é que a Tecnologia poderia ajudar a Ciência.
- B. porque a investigação científica conduz a aplicações práticas tecnológicas, e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade para fazer investigação científica.
- C. porque apesar de serem diferentes, atualmente estão tão estreitamente unidas que é difícil separá-las.
- D. porque a Tecnologia é a base de todos os avanços científicos, ainda que seja difícil ver como é que a Ciência pode ajudar a Tecnologia.
- E. Ciência e Tecnologia são mais ou menos a mesma coisa.

**10412 A Ciência influencia a Tecnologia?**

- A. A Ciência não tem muita influência na Tecnologia.
- B. Tecnologia é Ciência aplicada.
- C. O avanço na Ciência conduz a novas Tecnologias.
- D. A Ciência torna-se mais valiosa quando se usa na Tecnologia.
- E. A Ciência é o conhecimento base para a Tecnologia.
- F. Os conhecimentos da investigação científica aplicada usam-se mais na Tecnologia que os conhecimentos da investigação científica pura.
- G. A Tecnologia é a aplicação da Ciência para melhorar a vida.

**10413 A Tecnologia influencia a Ciência?**

- A. A Tecnologia não tem muita influência na Ciência.
- B. A capacidade de criar Tecnologia marca o valor do conhecimento científico.
- C. A disponibilidade de Tecnologia influencia a direção da investigação científica.
- D. Os avanços tecnológicos conduzem a progressos na Ciência.
- E. A Tecnologia é usada pela sociedade para descobrir novos conhecimentos científicos.
- F. A Tecnologia fornece ferramentas e técnicas para a Ciência.
- G. A Tecnologia é a aplicação da Ciência para melhorar a vida.

**10421 Para melhorar a qualidade de vida do país, seria melhor gastar dinheiro em investigação tecnológica EM VEZ DE em investigação científica.**

- A. Investir em investigação tecnológica porque melhorará a produção, o crescimento económico e o emprego. Tudo isto é muito mais importante que qualquer coisa que ofereça a investigação científica.  
Investir em ambas:
- B. porque não há realmente diferenças entre Ciência e Tecnologia.

- C. porque o conhecimento científico é necessário para fazer avanços tecnológicos.
- D. porque ambas interatuam e se complementam entre si, por igual. A Ciência dá à Tecnologia tanto como a Tecnologia dá à Ciência.
- E. porque cada uma à sua maneira oferece vantagens à sociedade. Por exemplo, a Ciência proporciona avanços médicos e no meio ambiente, enquanto que a Tecnologia dá maior eficiência e comodidade.
- F. Investir em investigação científica, isto é, investigação médica ou sobre o meio ambiente, porque estas são mais importantes que fazer melhores aplicações, computadores ou outros produtos da investigação tecnológica.
- G. Investir em investigação científica porque melhora a qualidade de vida (por exemplo, curas médicas, respostas a problemas de contaminação e aumento do conhecimento). A investigação tecnológica, por outro lado, piorou a qualidade de vida (por exemplo bombas atómicas, contaminação e automatização).
- H. Não investir em nenhuma. A qualidade de vida não melhorará com os avanços na Ciência e na Tecnologia, mas apenas com investimentos noutros sectores da sociedade (por exemplo, bem estar social, educação, criação de emprego, artes, cultura e ajudas de outros países).

*10431 Os tecnólogos têm um corpo próprio de conhecimentos em que se baseiam. Poucos avanços tecnológicos foram obtidos diretamente de descobertas feitas na Ciência.*

- A. A Tecnologia avança principalmente pelos seus próprios meios. Não necessita necessariamente de descobertas científicas.
- B. A Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e no corpo de conhecimentos relativos à Tecnologia.
- C. Ambos os cientistas e os tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimentos, porque a Ciência e a Tecnologia são muito semelhantes.
- D. Cada aplicação tecnológica baseia-se numa descoberta científica porque as descobertas científicas encontram sempre alguma utilidade, seja em aplicações tecnológicas ou em outras aplicações científicas.
- E. Cada aplicação tecnológica baseia-se numa descoberta científica porque a Ciência fornece informações básicas e novas ideias para a Tecnologia.

Obrigada pela sua colaboração!



## Anexo II – Planificação da Unidade Didática

<b>TÍTULO EXISTE IINTERDEPENDÊNCIA ENTRE A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA? E fez-se água!</b>		<b>Nº SESIONES</b>	3-4
<b>JUSTIFICAÇÃO / DESCRIÇÃO GERAL (resumo)</b> A interdependência entre a Ciência e a Tecnologia sempre esteve presente nos avanços que ambas foram sofrendo ao longo dos tempos. Nessa medida, a História da Ciência, traduzindo situações reais, perspectiva-se como um recurso muito rico e apropriado do ponto de vista didático, para a compreensão dessa Interdependência.		<b>NIVEL/ETAPA</b>	14 - 18
<b>RELAÇÃO COM O CURRÍCULO</b> Química; Reações químicas		<b>CURSO</b>	
		<b>ÁREA</b>	Química
		<b>BLOQUE</b>	Reações
<b>COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)</b> Competência científica. Competências de: compreensão de textos e imagens, comunicação e confronto de ideias, pesquisa, organização e trabalho colaborativo.			
<b>OBJETIVOS</b> Compreender a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia. Valorizar o papel da História da Ciência na compreensão da Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia. Compreender o papel da Ciência e da Tecnologia no processo de construção do conhecimento.			
<b>REQUISITOS</b> Não existem pré-requisitos para o desenvolvimento da Unidade Didática			
<b>Tempo</b>	<b>ATIVIDADES (Aluno / Professor)</b>	<b>Metodologia/ organização</b>	<b>Materiais/ Recursos</b>
10'	<b>ENGANCHAR</b> Introdução-motivação Apresentação da UD e dos seus objetivos. Motivação através da exploração de situações do quotidiano onde seja evidente a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia	Diálogo  Turma	  Livres
10'	<b>ELICITAR</b> Conhecimentos prévios  Usar as situações referidas para evidenciar as ideias prévias dos alunos relativas à interdependência entre a Ciência e a Tecnologia. Questionar os alunos sobre a evidência da Ciência e/ou da Tecnologia nas situações apresentadas. Registar as opiniões dos alunos no quadro e elaborar uma síntese.	Registo no quadro  Turma	  Livres
25'	<b>Atividades de Desenvolvimento</b>  <b>EXPLICAR</b> Conteúdos Introdução à leitura do Texto “E fez-se água!”. Leitura do texto.	Turma  Individual	  Texto
45'	<b>EXPLICAR</b> Procedimentos Apresentação de um conjunto de questões alusivas ao texto. Resposta individual às questões. Confronto de ideias em grupos de 4 alunos. Preparação do debate. Debate de argumentos entre grupos.  <b>EXPLICAR</b> Atitudes Participação nos grupos e no debate	Turma  Individual Grupos Painel de debate	

30'	<p><b>EXPLORAR</b> Consolidação Sistematização das ideias sobre a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia resultantes do debate e confronto com as ideias prévias dos alunos.</p> <p>Conclusão: Embora Ciência e Tecnologia sejam diferentes, a investigação científica permite avanços tecnológicos e as aplicações tecnológicas aumentam a capacidade da investigação científica.</p>	Turma	
20'	<p style="text-align: center;"><b>Avaliar</b></p> <p>Instrumentos (selecionar questões do COCTS para avaliar) 10411, 10412, 10413, 10421, 10431</p> <p>Critérios/indicadores Definições, Ciência e Tecnologia, Interdependência</p> <p>EXTENDER Atividades de reforço / EXTENDER Atividades de recuperação / EXTENDER Atividades de ampliação</p>	Pré-teste e e pós-teste	COCTS
15'	<p>Elaboração de um texto de análise de uma imagem apresentada aos alunos, em que surgem em destaque aparelhos usados na investigação científica</p> <p>Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia</p>	Individual	Imagem*
<p><b>Avaliação/Reflexão sobre a prática docente (obstáculos, facilitadores, incidências, etc.)</b></p> <p>O Professor regista as suas observações sobre o desenrolar da UD, analisa os resultados da avaliação e reflete sobre o impacto da UD na alteração das ideias dos alunos sobre a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia.</p>			

## Anexo III- Texto “E fez-se água!”

### TEXTO E fez-se água!

Os estudos de Antoine Laurent Lavoisier, principalmente com a colaboração de Meusnier, sobre a síntese da água ficaram célebres, não só pelos avanços científicos conclusivos que permitiram mas também pela aparelhagem tecnológica sofisticada que envolveram.

Tal como se pode ler no *Traité Elementaire de Chimie*:

§ V.

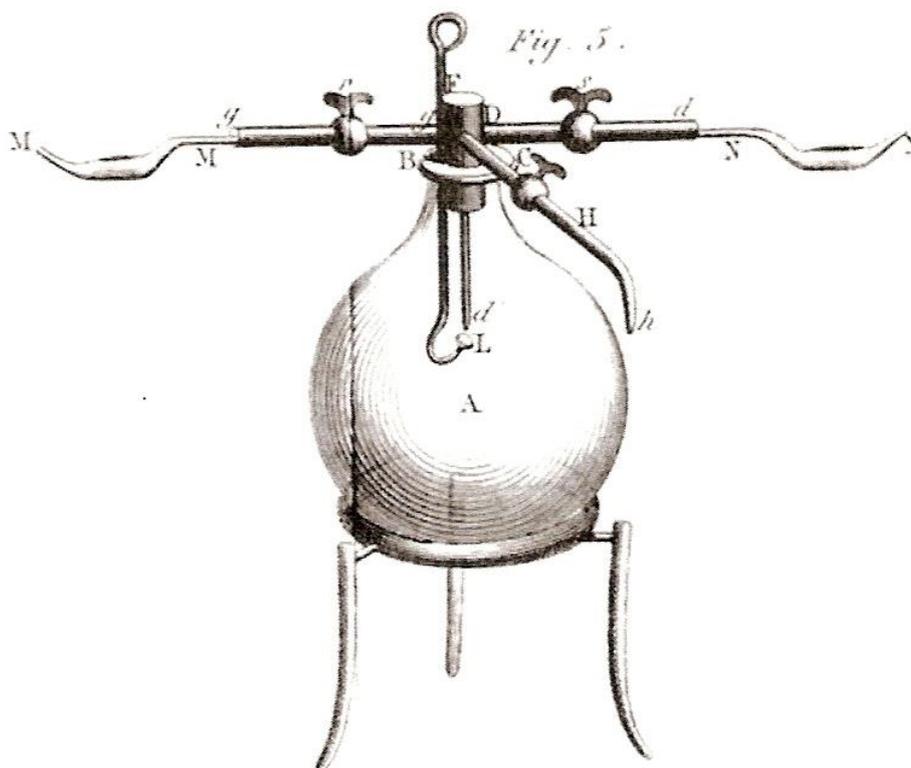
*Da combustão do gás hidrogénio e da formação da água*

*O que a formação da água tem de particular é que as duas substâncias que para tal concorrem, o oxigénio e o hidrogénio, estão uma e a outra no estado aeriforme antes da combustão, e que uma e a outra se transformam, como resultado desta operação, numa substância líquida, que é a água.*

*Esta combustão seria muito simples e não exigiria aparelhos muito complicados, se fosse possível procurar-se os gases oxigénio e hidrogénio perfeitamente puros e que não deixassem restos.*

*Podíamos então operar em recipientes muito pequenos; e fornecendo continuamente os dois gases na proporção conveniente, continuaríamos indefinidamente a combustão. Mas, até aqui, os químicos ainda não usaram oxigénio que não estivesse misturado com gás azoto. O que acontece é que não conseguiram manter mais do que durante um tempo limitado e muito curto a combustão do gás hidrogénio em recipiente fechado: com efeito, o resíduo de gas azoto aumentava continuamente, a chama enfraquecia e acabava por se extinguir. Este inconveniente é tanto maior quanto o gás oxigénio usado é menos puro.: é então necessário, ou terminar a combustão e operar apenas sobre quantidades pequenas, ou refazer o vazio para se desembarassar do gás azoto: mas neste último caso, vaporiza-se uma porção de água que é formada, e resulta um erro muito perigoso, que não temos meios seguros para o poder apreciar.*

(...) eis o aparelho que usámos, M. Meusnier e eu, para a combustão do



Aparelho utilizado por Lavoisier para a síntese da água

(Desenho de Anne-Marie Paulze Lavoisier)

*gás hidrogénio. Não haverá nada a alterar assim que pudermos procurar os gases puros. (...)*

*Para operar com este aparelho, começa-se por fazer o vazio no balão A por meio da bomba pneumática adaptada ao tubo FHh; após o que se introduz gás oxigénio, rodando a torneira r do tubo gg. O indicador de nível do gasómetro, observado antes e depois da introdução do gás, indica a quantidade que entrou no balão. Abre-se em seguida a torneira s do tubo dDd' afim de fazer chegar o gás hidrogénio; e rapidamente, seja com uma máquina eléctrica, seja com uma garrafa de Leyde, faz-se passar uma faísca da bola L para a extremidade d' do tubo pelo qual se faz o escoamento do gás hidrogénio, e ele inflama-se imediatamente. Para que a combustão não seja nem muito lenta nem muito rápida, é necessário que o gas hidrogénio chegue com uma pressão de 1 polegada 1/2 a 2 de água, e que o gás oxigénio não chegue, pelo contrário, com menos de três polegadas, ou mais, de pressão.*

*A combustão assim iniciada, continua-se, mas enfraquecendo à medida que a quantidade de gás azoto que resta da combustão dos dois gases aumenta. Chega enfim um momento em que a porção de gás azoto se torna tal que a combustão não pode mais ter lugar e a chama extingue-se. É necessário prevenir esta extinção espontânea, porque no momento em que a pressão seja mais forte no reservatório do gas hidrogénio que no do gas oxigénio, faz-se uma mistura dos dois no balão, e esta mistura passaria em seguida para o reservatório do gás oxigénio. É assim necessário terminar a combustão fechando a torneira do tubo dDd', logo que nos apercebamos que a chama enfraquece a um certo ponto, e ter uma grande atenção para não se deixar surpreender.*

*A uma primeira combustão assim feita podemos fazer suceder uma segunda, uma terceira, etc. Refaz-se o vazio como da primeira vez, enche-se o balão de gás oxigénio, abre-se a torneira do tubo pelo qual se introduz o gás hidrogénio, e inflama-se pela faísca eléctrica.*

*Durante todas estas operações, a água que se forma condensa sobre as paredes do balão e escorre juntando no fundo e é fácil determinar o peso quando conhecemos o do balão. Nós daremos conta um dia, M. Meusnier e eu, dos detalhes da experiência que fizemos com este aparelho, nos meses de Janeiro e Fevereiro de 1785, na presença de uma grande parte dos membros da Academia. Nós multiplicamos tanto as precauções, que a considerámos exacta. Do resultado que obtivemos, 100 partes em peso, de água, são compostos por 85 partes de oxigénio e de 15 de hidrogénio.*

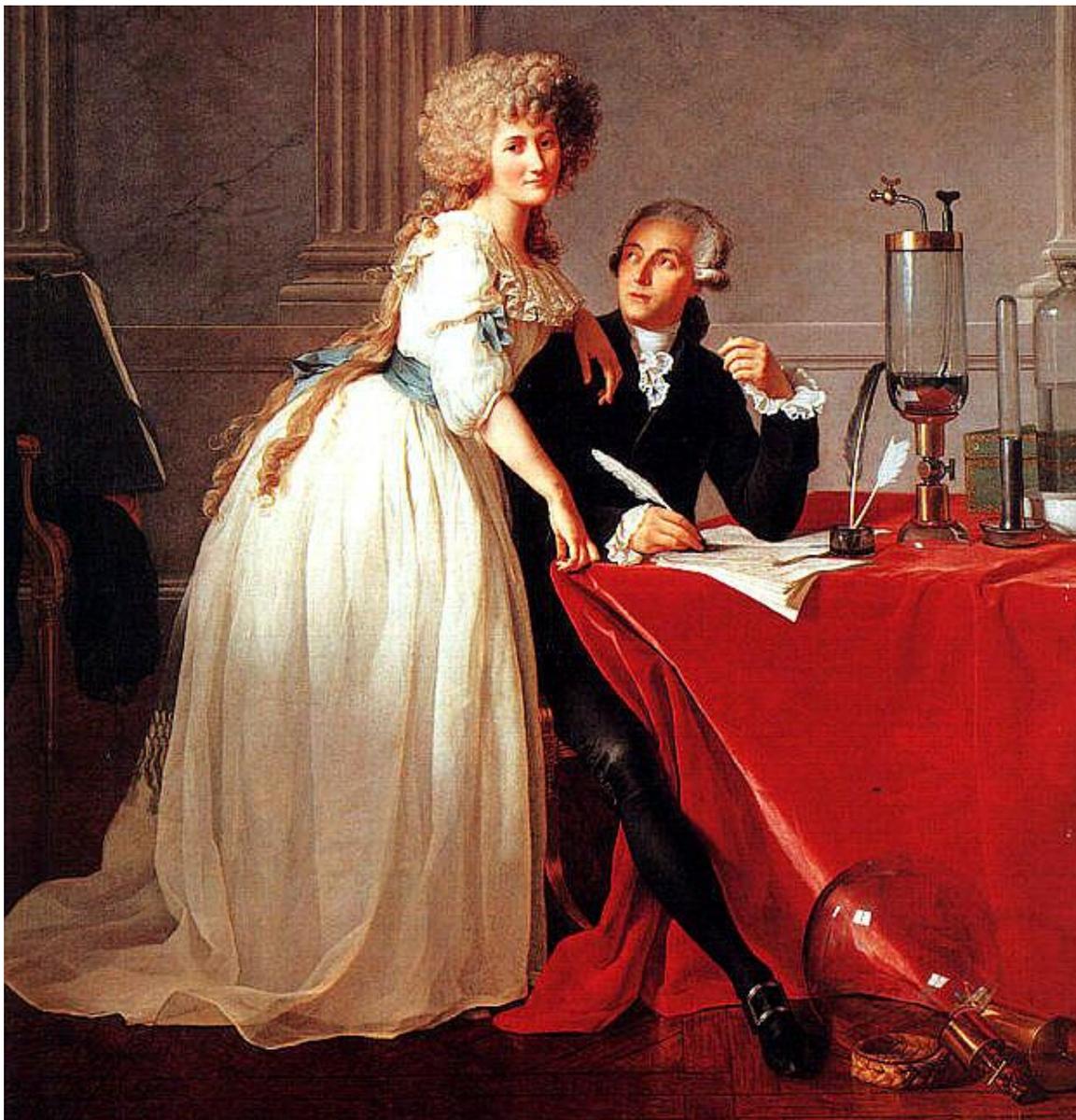
(Traduzido e adaptado do *Traité Elementaire de Chimie in Ouvres de Lavoisier*, 1864, Paris: Imprimerie Impériale, pp 354 a 357)

### **Questões**

- 1 - Quais as principais conclusões da experiência realizada e descrita por Lavoisier e Meusnier?
- 2- O aparelho usado para a síntese da água é muito sofisticado para a época. Evidencia alguns aspetos que representem essa sofisticação.
- 3 - Que problemas tiveram que ser resolvidos para concretizar o teste experimental que evidencia a composição da água?
- 4- Explicita aspetos do texto que clarifiquem a relação entre a Ciência e a Tecnologia.



## Anexo IV- Imagem



Antoine Laurent Lavoisier e sua esposa Anne-Marie Paulze Lavoisier

### Atividade

A partir da observação da Imagem proceder à elaboração de um texto onde se destaquem as evidências que demonstram a presença de dispositivos científicos e/ou tecnológicos.



## Anexo V- Respostas às atividades da UD

Tabela V.1- Respostas individuais às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”.

	<b>Questão 1 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 2 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade	2	1	Correto	Reconhece que a Ciência depende da Tecnologia	
	1	3	Correto	Resposta incorreta	Confunde os dois conceitos (C e T)
	1	2	Correto	Resposta incorreta	Confunde os dois conceitos (C e T)
	0	0	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	0	0	Não responde	Não responde	
	0	2	Incorreto	Resposta incorreta	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	1	Correto	Reconhece a interdependência mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	
	0	1	Não responde	Não responde	
	2	1	Correto	Reconhece a interdependência mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	
	0	1	Incorreto	Resposta incorreta	
	1	1	Correto	Reconhece que a Ciência depende da Tecnologia	
	0	1	Incorreto	Não responde	
	1	1	Incorreto	Reconhece a interdependência mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	

	<b>Questão 1 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 2 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	0	1	Correto	Resposta incorreta	
	0	1	Incorreto	Resposta incorreta	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	0	0	Incorreto	Reconhece a interdependência mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	0	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	0	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	0	Correto	Resposta incorreta	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	0	Correto	Resposta incorreta	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	0	Correto	Resposta incorreta	
	1	1	Não responde	Não responde	
	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	0	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Reconhece a interdependência mas não clarifica com elementos do texto	

	<b>Questão 1 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 2 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	0	Não responde	Não responde	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	0	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	0	Correto	Não responde	
	1	0	Correto	Resposta incorreta	
	1	1	Correto	Não responde	
	2	1	Correto	Reconhece a interdependência, mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	
	2	0	Correto	Resposta incorreta	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
Respostas dos alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade	2	1	Correto	Não responde	Confunde as conclusões (Q1) com os problemas que tiveram de ser resolvidos (Q3)
	1	1	Correto	Não responde	
	1	0	Correto	Não responde	
	1	2	Correto	Não responde	
	2	1	Correto	Reconhece que a Tecnologia depende da Ciência	
	1	1	Correto	Não responde	
	1	1	Não responde	Não responde	
	1	0	Não responde	Não responde	
	1	1	Não responde	Não responde	
	2	0	Não responde	Não responde	
	2	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	

	<b>Questão 1 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 2 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Reconhece que a Ciência depende da Tecnologia	
	1	1	Correto	Reconhece a interdependência, mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	2	Incorreto	Resposta incorreta	
	1	1	Correto	Não responde	
	1	2	Correto	Não responde	
	0	0	Incorreto	Reconhece a interdependência, mas não clarifica com elementos do texto Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	1	Correto	Não responde	
	1	1	Correto	Resposta incorreta	
	0	3	Não responde	Resposta incorreta	
Respostas dos alunos a frequentar o 10º ano de escolaridade	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	2	2	Correto	Não responde	
	2	1	Incorreto	Não responde	
	1	0	Incorreto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	1	Correto	Reconhece que a Tecnologia depende da Ciência	
	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	0	0	Incorreto	Resposta incorreta	
	1	1	Incorreto	Não responde	
	1	1	Correto	Não responde	
	2	3	Correto	Não responde	
	2	0	Correto	Não responde	
	1	2	Correto	Não responde	
	2	1	Correto	Não responde	
	1	1	Incorreto	Não responde	
2	1	Incorreto	Não responde		

	<b>Questão 1 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 2 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 11º ano de escolaridade	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	3	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	2	2	Incorreto	Reconhece que a Ciência depende da Tecnologia	
	3	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	2	0	Não responde	Não responde	
	3	2	Correto	Reconhece que a Ciência depende da Tecnologia	
	3	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	3	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	3	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia	
	2	1	Correto	Resposta incorreta	

Tabela V.2- Respostas em grupo às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”.

	<b>Questão 1 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 2 (nº de itens de análise referidos)</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade	1	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	1	2	Correto	Resposta incorreta
	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	2	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	2	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Reconhece a interdependência entre CeT
	1	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
Respostas dos alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade	2	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Reconhece a interdependência entre CeT
	2	1	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	2	1	Correto	Resposta incorreta
	3	2	Correto	Não distingue Ciência de Tecnologia Reconhece que a Tecnologia depende da Ciência
	2	2	Correto	Não distingue Ciência de Tecnologia Reconhece que a Tecnologia depende da Ciência
Respostas dos alunos a frequentar o 10º ano de escolaridade	3	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	2	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	1	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
Respostas dos alunos a frequentar o 11º ano de escolaridade	3	2	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	3	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Não reconhece a interdependência entre CeT
	2	3	Correto	Distingue Ciência de Tecnologia Reconhece a interdependência entre CeT

Tabela V.3. Respostas individuais à atividade - Elaboração de um texto a partir da análise de uma Imagem (anexo IV).

	<b>Valoriza as imagens de Lavoisier e esposa, apesar de referir a existência de dispositivos científicos e/ou tecnológicos</b>	<b>Valoriza os dispositivos científicos e/ou tecnológicos</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade		x	Responde:" a Ciência e a Tecnologia estão em todo o lado, até nas tintas usadas para pintar o quadro."
		x	Refere a pena utilizada por Lavoisier como dispositivo tecnológico usado na época
		x	
		x	
	x		
		x	
	x		
			Não responde
	x		
		x	
		x	
		x	
	x		
		x	
			Não responde
			Não responde
			Não responde
		x	
		x	
			Não responde
		x	
		x	
		x	
		x	
		x	
			Não responde
		x	
	x		
	x		
	x		
	x		
	x		

	<b>Valoriza as imagens de Lavoisier e esposa, apesar de referir a existência de dispositivos científicos e/ou tecnológicos</b>	<b>Valoriza os dispositivos científicos e/ou tecnológicos</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade		X	
		X	
	X		
	X		
		X	
	X		
	X		
	X		
		X	
		X	
	X		
		X	
		X	
		X	
	X		
		X	
		X	
	Respostas dos alunos a frequentar o 10º ano de escolaridade		X
		X	
		X	
		X	
X			
		X	
X			
X			
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
X			

	<b>Valoriza as imagens de Lavoisier e esposa, apesar de referir a existência de dispositivos científicos e/ou tecnológicos</b>	<b>Valoriza os dispositivos científicos e/ou tecnológicos</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 11º ano de escolaridade		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
	X		

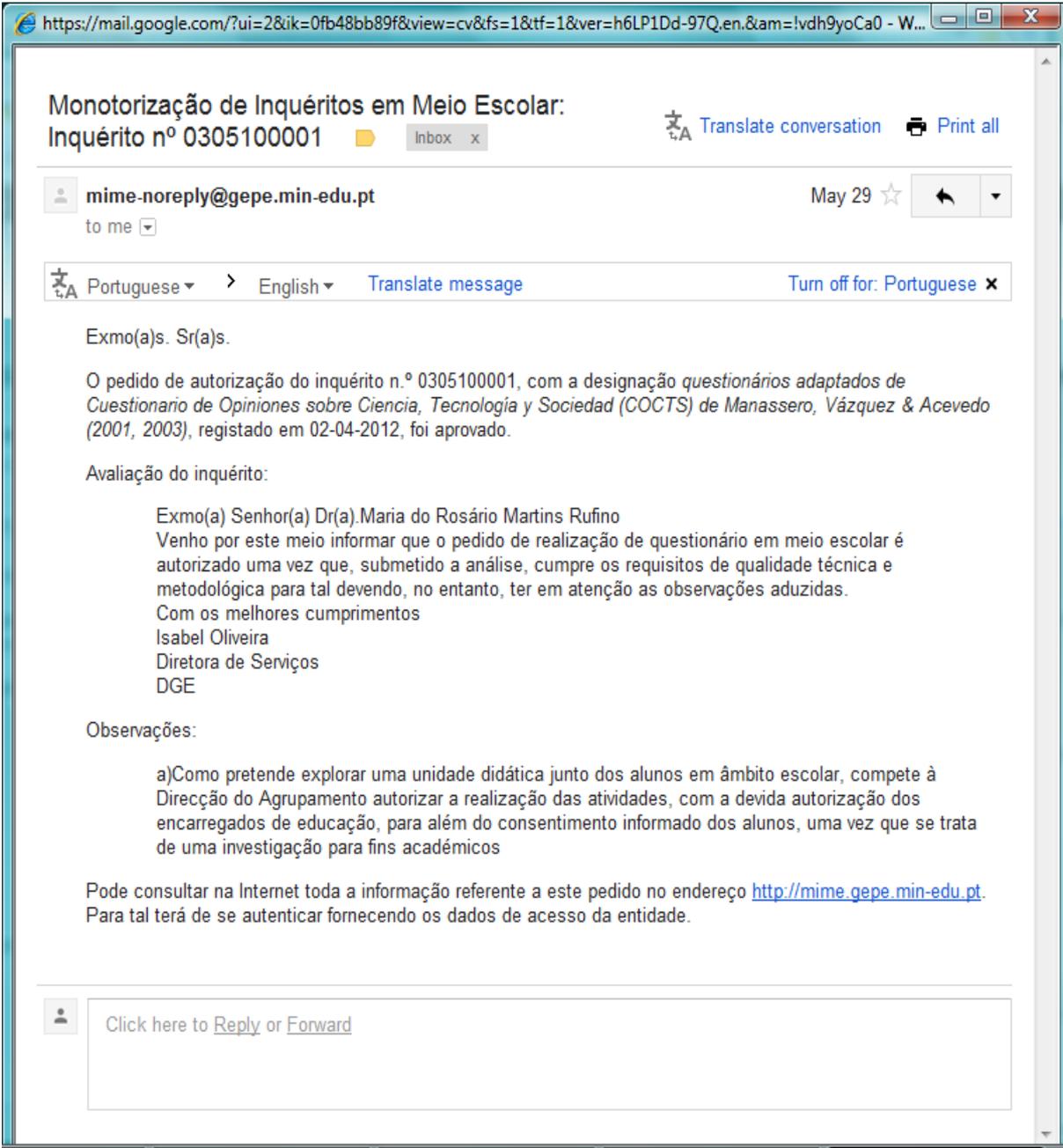
Tabela V. 4- Respostas à atividade - Elaboração de um texto com a descrição de uma situação da atualidade onde seja evidente a interdependência entre CeT.

	<b>Distingue ciência de tecnologia</b>	<b>Apenas reconhece que a tecnologia depende da ciência</b>	<b>Apenas reconhece que a ciência depende da tecnologia</b>	<b>Reconhece a interdependência entre ciência e tecnologia</b>	<b>Observações</b>
Respostas dos alunos a frequentar o 8º ano de escolaridade				x	
	x		x		
	x				
				x	
					Não responde
					Não responde
					Não responde
	x				
					Não responde
	x				
				x	
					Confunde ciência com tecnologia
					Confunde ciência com tecnologia
					Confunde ciência com tecnologia
		x			
	x				
	x				
					Não responde
					Não responde
					Não responde
					Não responde
					Confunde ciência com tecnologia
	x				
					Confunde ciência com tecnologia
	x				
	x				
	x				
		x			
			x		
			x		
	x				
				Confunde ciência com tecnologia	
				Confunde ciência com tecnologia	
x					

	Distingue ciência de tecnologia	Apenas reconhece que a tecnologia depende da ciência	Apenas reconhece que a ciência depende da tecnologia	Reconhece a interdependência entre ciência e tecnologia	Observações
Respostas dos alunos a frequentar o 9º ano de escolaridade	X	X			
	X				
		X			
		X			
		X			
	X				
	X	X			
					Confunde ciência com tecnologia
			X		
	X				
	X	X			
		X			
			X		
		X			
	X				
	X		X		
	X				
	Respostas dos alunos a frequentar o 10º ano de escolaridade	X			
X					
X					
X					
X		X			
				X	
				X	
X		X			
X		X			
			X		
			X		
X					
		X			
		X			
X				X	
X			X		

	<b>Distingue ciência de tecnologia</b>	<b>Apenas reconhece que a tecnologia depende da ciência</b>	<b>Apenas reconhece que a ciência depende da tecnologia</b>	<b>Reconhece a interdependência entre ciência e tecnologia</b>	<b>Observações</b>
<b>Respostas dos alunos a frequentar o 11º ano de escolaridade</b>	X				
	X				
			X		
	X		X		
			X		
	x		x		
	x	x			
	x		x		
	x				
	x	x			

## Anexo VI- Autorização para Aplicação dos Questionários em Meio Escolar



https://mail.google.com/?ui=2&ik=0fb48bb89f&view=cv&fs=1&tf=1&ver=h6LP1Dd-97Q,en.&am=lvdh9yoCa0 - W...

**Monotorização de Inquéritos em Meio Escolar:**  
Inquérito nº 0305100001 Inbox x Translate conversation Print all

**mime-noreply@gepe.min-edu.pt** May 29 ☆ ↶ ⌵  
to me ▾

Portuguese > English Translate message Turn off for: Portuguese x

Exmo(a)s. Sr(a)s.

O pedido de autorização do inquérito n.º 0305100001, com a designação *questionários adaptados de Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) de Manassero, Vázquez & Acevedo (2001, 2003)*, registado em 02-04-2012, foi aprovado.

Avaliação do inquérito:

Exmo(a) Senhor(a) Dr(a). Maria do Rosário Martins Rufino  
Venho por este meio informar que o pedido de realização de questionário em meio escolar é autorizado uma vez que, submetido a análise, cumpre os requisitos de qualidade técnica e metodológica para tal devendo, no entanto, ter em atenção as observações aduzidas.  
Com os melhores cumprimentos  
Isabel Oliveira  
Diretora de Serviços  
DGE

Observações:

a) Como pretende explorar uma unidade didática junto dos alunos em âmbito escolar, compete à Direcção do Agrupamento autorizar a realização das atividades, com a devida autorização dos encarregados de educação, para além do consentimento informado dos alunos, uma vez que se trata de uma investigação para fins académicos

Pode consultar na Internet toda a informação referente a este pedido no endereço <http://mime.gepe.min-edu.pt>. Para tal terá de se autenticar fornecendo os dados de acesso da entidade.

Click here to Reply or Forward