

Universidade do Minho
Instituto de Educação

Luís Miguel Henriques Ferreira

**A aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, no 10º ano de escolaridade:
Um estudo centrado na influência de duas
formas de disponibilização de *podcasts***

outubro de 2014



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Luís Miguel Henriques Ferreira

A aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, no 10º ano de escolaridade: Um estudo centrado na influência de duas formas de disponibilização de *podcasts*

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ciências da Educação
Área de Especialização em Supervisão Pedagógica
na Educação em Ciências

Trabalho realizado sob a orientação da
Professora Doutora Laurinda Leite

outubro de 2014

DECLARAÇÃO

Nome: Luís Miguel Henriques Ferreira

Endereço eletrónico: lufer@sapo.pt

Número do Cartão de Cidadão: 10299259

Título da dissertação: A aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, no 10º ano de escolaridade:
Um estudo centrado na influência de duas formas de disponibilização de *podcasts*

Orientadora: Professora Doutora Laurinda Leite

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado em Ciências da Educação, Área de Especialização em Supervisão
Pedagógica na Educação em Ciências

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 22/10/2014

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho de investigação deve-se à participação e apoio de várias pessoas, às quais quero expressar o meu agradecimento.

À Professora Doutora Laurinda Leite, pelo seu apoio, pela sua compreensão, pelo seu profissionalismo, pela disponibilidade, pelas sugestões e conselhos muito importantes mas, acima de tudo, pela sua paciência.

A todos os meus familiares e amigos, pela paciência e incentivo que sempre me deram. Um agradecimento muito especial à minha mulher por todo o apoio que me deu ao longo deste caminho.

Aos meus colegas Carlos Camelo, professor de uma das turmas participantes.

Às minhas colegas Isabel Severino e Fátima Azevedo, assim como ao meu irmão Carlos pela revisão dos textos e à minha colega Teresa Sá Pinto pelo apoio do texto em Inglês.

Aos alunos que participaram no processo de validação de instrumentos e na recolha de dados.

Aos especialistas que participaram na validação de instrumentos.

A APRENDIZAGEM DO TEMA “DO SOL AO AQUECIMENTO”, NO 10º ANO DE ESCOLARIDADE: UM ESTUDO CENTRADO NA INFLUÊNCIA DE DUAS FORMAS DE DISPONIBILIZAÇÃO DE *PODCASTS*

Resumo

As TIC estão cada vez mais presentes na vida dos nossos jovens, que as utilizam em diversas situações do seu cotidiano. Os *podcasts*, assim como os *e-books*, são ferramentas que fazem parte das TIC e que podem ser utilizadas para melhorar a prestação dos alunos nas disciplinas de ciências, mais especificamente, na unidade “Do Sol ao Aquecimento” do 10º ano de Física e Química A, uma vez que este tema inclui fenómenos e conceitos relacionados com o nosso dia-a-dia, mas que são frequentemente mal interpretados, como é o caso do efeito de estufa e do calor e da energia. No entanto, não se sabe, ainda, se a sua utilização leva os alunos a obter melhores resultados escolares. Assim, o objetivo deste estudo foi o de analisar a influência das formas de disponibilização de *podcasts*, em *e-book* ou ficheiro de áudio simples, na aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A.

Para concretizar este objetivo, organizou-se um estudo que incluiu três análises: a análise do incremento na aprendizagem do conhecimento conceptual do âmbito do tema Do Sol ao Aquecimento, na sequência da utilização de *podcasts* integrados em *e-books*; a análise do incremento na aprendizagem do conhecimento conceptual do âmbito do tema Do Sol ao Aquecimento, na sequência da utilização de *podcasts* como ficheiros de áudio simples; a comparação desses dois incrementos ou ganhos. Neste estudo foi aplicado um pré-teste a dois grupos. TE, com 23 alunos e TP, com 20 alunos. No final da leção do tema e após a disponibilização dos materiais às turmas, os alunos voltaram a resolver o teste, como pós-teste, para que fosse possível realizar as análises referidas anteriormente.

Os resultados sugerem que a utilização de *podcasts*, em ficheiro de áudio simples, influenciou mais positivamente a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A do que a utilização dos *e-books*, mas em ambos os casos, persistiram dificuldades de aprendizagem, principalmente no que diz respeito ao efeito de estufa, aos processos de transferência e transformações de energia e à inter-relação de grandezas físicas. Apesar das limitações do estudo, designadamente das relativas à pequena dimensão da amostra, estes resultados sugerem que os *podcasts* podem ser vantajosos para os alunos reverem ou complementarem a matéria lecionada nas aulas, nomeadamente em temas que fazem parte das ciências e que estão relacionados com fenómenos do nosso quotidiano.

LEARNING ABOUT “FROM SUN TO GLOBAL WARMING”: A STUDY CENTRED ON THE INFLUENCE OF TWO WAYS OF MAKING PODCASTS AVAILABLE TO 10TH GRADERS

Abstract

ICT has increasingly become a part of nowadays youngsters' lives. Both podcasts and e-books may be useful IC technologies as they may be used to improve students' performances in some school subjects, namely in science learning units. This is the case of the unit “From Sun to Global Warming” that belongs to the 10th grade of Physics and Chemistry A syllabus. It includes phenomena and concepts that are related to citizens' daily lives but which are often misinterpreted, as it is the case of the greenhouse effect, and the concepts of heat and temperature. However, one cannot be sure yet if there is any cause-effect relationship between the use of ICT and students' school results. Thus, this study aimed at inquiring about the influence of two forms of making podcasts available (as simple audio files or as e-books) on 10th grade Physics and Chemistry A students learning about “From Sun to global warming”.

To attain this objective a study enabling three complimentary analyses was carried out: the analysis of the improvement in the learning of conceptual knowledge of the unit From the Sun to Global Warming using podcasts as parts of e-books; the analysis of the improvement in the learning of conceptual knowledge of the same unit using podcasts as simple audio files; the comparison of those two improvements or gains previously mentioned. In this study, a pre-test was taken by two groups of students: TE, with 23 students; and TP, with 20 students. Then, the learning unit was taught and afterwards the e-book was made available to TE students and the podcasts as simple audio were provided to TP students. Finally, students took the test again, then as a post-test, so that the pre-post-test gains, in terms of knowledge on that teaching unit, could be analysed.

The results suggest that the use of podcasts as simple audio files has a more positive influence on students' learning of the topic under question than the use of e-books does. However, in both situations some learning difficulties persisted, especially as far as greenhouse effect and energy transfer processes are concerned. Despite the limitations of the study, namely those due to the small dimension of the sample, these results point out the usefulness of podcasts when students need to review or complete issues previously taught in class, as it is the case of socio scientific- topics.

ÍNDICE	Pág.
AGRADECIMENTOS	iii
Resumo	v
Abstract	vii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii

CAPÍTULO I CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

1.1. Introdução	1
1.2. Contextualização do estudo.....	1
1.2.1. Objetivos da educação em ciências	1
1.2.2. O ensino da Física e da Química em Portugal.....	5
1.2.3. As Tecnologias da Informação e da Comunicação e o ensino das Ciências	8
1.3. Objetivos do estudo	12
1.4. Importância do estudo	12
1.5. Limitações do estudo.....	13
1.6. Plano geral da dissertação	14

CAPÍTULO II REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução	17
2.2. O ensino e a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”	17
2.3. Utilização de manuais virtuais na educação, com incidência no ensino das Ciências.....	25
2.4. Utilização de plataformas de <i>e-learning</i> na educação, com incidência no ensino das Ciências ..	30
2.5. Utilização de <i>podcasts</i> na educação, com incidência no ensino das Ciências.....	35

CAPÍTULO III METODOLOGIA

3.1. Introdução.....	41
----------------------	----

3.2. Descrição do estudo	41
3.3. Metodologias de ensino	42
3.3.1. Caracterização geral da metodologia de ensino	42
3.3.2. Caracterização dos podcasts.....	47
3.4. População e amostra	49
3.5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	50
3.6. Recolha de dados	53
3.7. Procedimentos de tratamento de dados	54

CAPÍTULO IV APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução.....	55
4.2. Evolução do conhecimento dos alunos sobre as causas e consequências do efeito de estufa ...	55
4.3. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre transferências e transformações de energia.....	64
4.4. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre emissão de radiação térmica	72
4.5. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre a relação potência – energia	77
4.6. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre o aproveitamento da energia solar.....	80

CAPÍTULO V CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

5.1. Introdução.....	85
5.2. Conclusões do estudo.....	85
5.3. Implicações dos resultados da investigação.....	87
5.4. Sugestões para futuras investigações	88

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
-----------------------------------------	----

ANEXOS	99
---------------------	----

Anexo 1 - Teste sobre a unidade “Do Sol ao aquecimento”	101
---------------------------------------------------------------	-----

Anexo 2 - Critérios para a correção do Teste sobre a unidade “Do Sol ao Aquecimento”	107
--------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Anexo 3 - <i>Podcasts</i> e <i>e-book</i> utilizados no estudo	111
----------------------------------------------------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Alunos inscritos na área de formação de ciências, matemática e informática (PORDATA, 2012)	7
Figura 2	Irradiância solar espectral de um corpo negro a 5800 K, à superfície do Sol e na superfície da Terra (ao nível do mar) (Adaptada de Lewis, 2004)	19
Figura 3	Distribuição espectral da Intensidade da radiação emitida por um corpo negro (Adaptada de Schubert, 2006)	20
Figura 4	Plataforma da Escola Virtual	28
Figura 5	Aspeto de um manual escolar virtual de Química do 10 ^o ano de escolaridade	28

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.	
Tabela 1	Resultados dos exames nacionais de Física e Química A, de 2006 a 2012, e respetiva taxa de reprovação	6
Tabela 2	Ferramentas das TIC e respetivas atividades a desenvolver com os alunos	10
Tabela 3	Características das sociedades pré-informatização e pós-informatização	11
Tabela 4	Planificação geral do ensino do tema “Do Sol ao aquecimento”	45
Tabela 5	Os objetivos dos <i>podcasts</i>	48
Tabela 6	Estrutura do teste de conhecimento	52
Tabela 7	Evolução do conhecimento das duas turmas sobre os gases que promovem o efeito de estufa	56
Tabela 8	Relação entre o efeito de estufa e a existência de vida na Terra	57
Tabela 9	Explicação da relação entre efeito de estufa e vida na Terra	58
Tabela 10	Opinião sobre a distinção entre efeito de estufa e a sua potenciação	61
Tabela 11	Explicação da diferença entre efeito de estufa e potenciação do efeito de estufa com origem antropogénica	61
Tabela 12	Relação entre a potenciação do efeito de estufa e o aumento da temperatura	63
Tabela 13	Radiação como processo de transferência de energia	65
Tabela 14	Identificação do sentido de transferência de energia térmica entre corpos com diferentes temperaturas	67
Tabela 15	Evolução da compreensão dos alunos sobre o rendimento de uma máquina térmica	69
Tabela 16	Evolução das opiniões dos alunos sobre materiais bons condutores de energia térmica	71
Tabela 17	Evolução das opiniões dos alunos sobre materiais maus condutores de energia térmica	71
Tabela 18	Relação entre a cor de uma estrela e a sua temperatura superficial e consequente temperatura à superfície da Terra	73
Tabela 19	Conceções sobre a relação correta entre a cor de uma estrela e a sua temperatura superficial	73
Tabela 20	Conceções dos alunos sobre a relação entre as ondas de calor e a intensidade solar incidente na superfície da Terra	75
Tabela 21	Modelo escolhido pelos alunos	77
Tabela 22	Justificações dadas pelos alunos que escolheram o modelo correto	78
Tabela 23	Evolução do conhecimento das duas turmas sobre o processo de aproveitamento da energia solar nos sistemas fotovoltaicos	81
Tabela 24	Evolução do conhecimento das duas turmas sobre o processo de aproveitamento da energia solar nos coletores solares	81

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

1.1. Introdução

Neste capítulo contextualiza-se e apresenta-se o estudo relatado nesta dissertação. O capítulo inicia-se com uma contextualização do estudo (1.2), centrada nos objetivos da educação em ciências (1.2.1), no ensino da Física e Química, em Portugal (1.2.2), e no contributo das Tecnologias de Informação e Comunicação para o ensino das ciências (1.2.3). De seguida, são apresentados os objetivos do estudo (1.3), discute-se a importância do mesmo (1.4), bem como as suas limitações (1.5). Conclui-se o capítulo com a apresentação do plano geral da dissertação (1.6).

1.2. Contextualização do estudo

1.2.1. Objetivos da educação em ciências

A escola deverá preparar os alunos para o mundo de amanhã, ou seja, para o mundo que eles encontrarão quando enfrentarem o mercado de trabalho (Fiolhais, 2011) e quando forem chamados a participar ativamente na tomada de decisões sobre assuntos socio científicos.

Wellington (2002) apresentou três argumentos que permitem justificar um ensino das ciências capaz de contribuir para a referida preparação dos alunos. Esses argumentos são os seguintes: o argumento do valor intrínseco das ciências; o argumento da cidadania e o argumento da utilidade das ciências.

O argumento do valor intrínseco das ciências baseia-se na ideia de que as ciências permitem que os alunos percebam o Universo em que vivem e os fenómenos que ocorrem na natureza, embora reconheça que as ciências não dão respostas definitivas a todos os problemas que nos surgem. Para além disso, as ciências fazem parte da cultura, especialmente das sociedades ditas ocidentais, pelo que cidadãos que se queiram cultos devem possuir, não só conhecimentos científicos, mas também conhecimentos sobre a história das ciências e dos cientistas (Wellington, 2002).

Relativamente ao segundo argumento, educação para cidadania, este pode ser dividido em dois tópicos: a necessidade de conhecimento científico e tecnológico e a necessidade de conhecimento sobre a natureza das ciências e o trabalho dos cientistas. No primeiro tópico sobressai a importância das ciências para preparar todos os cidadãos para a nossa sociedade. Esta, atualmente, está fortemente dependente do conhecimento científico, conhecimento esse que permitiu um grande desenvolvimento

tecnológico (Galvão *et al*, 2011), o que demonstra que existe uma forte interdependência entre as ciências e a tecnologia (Fiolhais, 2011). De facto, essa ligação entre as duas é tão forte, que as ciências e a tecnologia tendem a moldar a sociedade (Fiolhais, 2011). De facto, Galvão *et al* (2011) defendem que “[...] os cidadãos deverão ser envolvidos nas decisões científicas e tecnológicas que afetam as suas vidas, [...] visto que os princípios democráticos se baseiam numa participação ativa por parte dos cidadãos em todas as decisões que lhes digam respeito” (p. 25). Já Millar e Osborne (1998) afirmam que os cidadãos devem ser capazes de participar informadamente em discussões sobre temas importantes para o planeta (como o aquecimento global ou a energia nuclear) ou para o Homem (como, por exemplo, condições de bem estar da população em geral). A preocupação com a preparação de cidadãos informados e intervenientes está estabelecida, desde 1986, na Lei N°46/86 de 14 de Outubro, Lei de Bases do sistema Educativo Português, alterada pela Lei N° 49/2005 de 30 de Agosto, que no seu artigo n° 2, alínea n°5, refere:

“A educação promove o desenvolvimento do espírito democrático e pluralista, respeitador dos outros e das suas ideias, aberto ao diálogo e à livre troca de opiniões, formando cidadãos capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva”.

Já no que concerne ao segundo tópico, relativo à necessidade de conhecimento sobre a natureza das ciências e do trabalho dos cientistas, a justificação do ensino das ciências está na necessidade de facultar um entendimento sobre o que são as ciências e sobre o modo como os cientistas trabalham, de forma a que os alunos percebam que as evidências científicas não são sempre conclusivas, que as ciências têm limites, que são feitas por pessoas e que, portanto, passíveis de erros. Além disso, precisam de entender que o conhecimento científico não é eterno, ou seja, as leis podem ser alteradas e, por último, que as ciências se desenvolvem num contexto social, moral, espiritual e cultural (Wellington, 2002) que as afetas e que é afetado por elas.

Assim, é muito importante que os cidadãos possam compreender as potencialidades e as limitações do conhecimento científico, para que possam opinar sobre assuntos relacionados com as ciências e com a tecnologia, tornando-se cidadãos cientificamente informados e aptos a participar em debates sobre assuntos socio científicos e em processos de tomadas de decisão relevantes para a sociedade (Millar & Osborne, 1998; Ratcliffe, 1998; Turner, 2008; Galvão *et al*, 2011).

Por último, o argumento utilitário está relacionado com o contributo que as ciências podem dar para o indivíduo e para a economia (Wellington, 2002). Assim, no que concerne à economia, a justificação para o ensino das ciências está relacionada com a necessidade de formação de pessoal qualificado (como engenheiros ou cientistas), para que, nas empresas, ou em parceria com estas, se

criem soluções ou novos produtos, que permitam impulsionar a economia de um país. Esta necessidade verificou-se no pós segunda guerra mundial, nos Estados Unidos da América (EUA) e em alguns países europeus, onde se fez um grande investimento na formação de mão-de-obra especializada para suprir as necessidades desses países, principalmente ao nível da reconstrução de infraestruturas e bens materiais. Atualmente, as políticas de educação dos Estados Unidos da América e da Europa estão, novamente, a apostar nas ciências, como se pode verificar através do aumento dos orçamentos dedicados à investigação científica, em termos de percentagem do PIB (Martins, 2011; *European Commission*, 2004). No caso europeu, em 2004, foi elaborado um relatório pela Comissão Europeia, *Europe Needs More Scientists*, que demonstra como as autoridades europeias pretendiam ultrapassar o défice de alunos que existia nas áreas de ciências (Turner, 2008), por forma a aumentar o número de cidadãos com formação em engenharia e em investigação científica, quer em universidades, quer em empresas. No que concerne à parte individual, Wellington (2002) refere que as ciências desenvolvem competências de resolução de problemas e habilidades práticas que podem ser aplicadas quer no quotidiano, quer no local de trabalho.

Uma educação em ciências que contemple os argumentos anteriormente apresentados será adequada para desenvolver a literacia científica dos alunos. De acordo com Lederman (2006), a literacia científica tem a ver com a competência de usar conhecimento científico para tomar decisões sociais e pessoais informadas. A literacia científica é já avaliada nos países da OCDE, onde se inclui Portugal, através do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, na sigla inglesa), em quatro domínios de análise: contexto, que permite reconhecer situações da vida quotidiana que envolvam ciência e tecnologia; conhecimento científico, que inclui quer o conhecimento do mundo natural, quer o conhecimento acerca das próprias ciências, e que serve para compreender o mundo natural; competências, onde se inclui a capacidade para identificar questões científicas, explicar fenómenos com base científica e elaborar conclusões baseadas em dados; atitudes, onde se inclui o interesse pela ciência, o apoio à investigação científica e a motivação para agir com responsabilidade face, por exemplo, aos recursos naturais e ao ambiente (GAVE, 2007). Assim, e pelas razões apontadas anteriormente, o ensino das ciências deverá preparar os alunos para que estes desenvolvam capacidades, atitudes e valores, que lhes permitam compreender todo o processo científico, bem como as implicações que as ciências têm na sua vida e na sociedade em geral (Turner, 2008; Galvão *et al*, 2011; Longbottom & Butler, 1999).

Para tornar isso possível, as orientações curriculares para o ensino da Física e da Química, desde o ensino básico, defendem que a educação em ciências deve assentar numa perspetiva construtivista

(Galvão, 2002), que atribui um estatuto favorável ao desenvolvimento dessas capacidades, atitudes e valores. Além disso, para ser equilibrada, deve incluir três dimensões: aprender ciências, aprender sobre as ciências e aprender a fazer ciências (Hodson, 1988). A dimensão educação em ciências está diretamente ligada ao conhecimento por si só, ou seja, às teorias, leis, conceitos e princípios, e pode ser relevante para a interpretação de fenômenos do nosso cotidiano (Hodson, 1988). A dimensão aprender sobre as ciências está relacionada com a natureza das ciências e pode ser desenvolvida ou dificultada pela metodologia a usar e pelos tipos de trabalhos práticos a serem implementados na sala de aula (Hodson, 1988). Finalmente, a terceira dimensão, aprender a fazer ciências, está centrada nos métodos e processos científicos que são utilizados na investigação científica, incluindo na resolução de problemas pelos cientistas. O seu desenvolvimento ao nível da sala de aula requer que os alunos sejam envolvidos em, atividades de investigação e de resolução de problemas e possam assim sentir-se próximos da ciência real (Hodson, 1988).

Assim, os alunos, ao serem sujeitos a uma educação em ciências que inclua estas três dimensões, estarão mais preparados para compreender e defender o meio que os rodeia. Esta ideia é aceite pelo Ministério da Educação (2011), quando afirma que os alunos, ao frequentarem o ensino secundário, mais especificamente o Curso Científico – Humanístico de Ciências e Tecnologias, serão dotados de um conjunto de saberes e competências que irão possibilitar a observação e a organização do espaço envolvente, a compreensão das ciências e da tecnologia e o reconhecimento das suas implicações na sociedade atual.

Como se pode constatar pela análise de documentos reguladores do ensino das ciências, como é o caso do programa de Física e Química A (DES, 2001), estas, através do seu ensino nas escolas, podem contribuir, de forma determinante, para formação de cidadãos capazes de participar ativamente na nossa sociedade. De facto, por exemplo, com a unidade “Do Sol ao Aquecimento” pretende-se que os alunos compreendam os fenômenos que ocorrem na Natureza, que obedecem às duas leis da Termodinâmica que, em conjunto, regem a evolução do Universo, sem nunca esquecer a conservação da energia em sistemas isolados (DES, 2001). O desenvolvimento desta unidade utiliza um fenómeno, a radiação solar, de grande importância para a sociedade, para estudar coletores solares (para o aquecimento) e painéis fotovoltaicos (para produzir energia elétrica) (DES, 2001), ou seja, tecnologias que podem ser benéficas para o planeta e até mesmo para economia doméstica, mas aborda também outros fenômenos, como o aquecimento global, que requerem que o cidadão mude alguns comportamentos, de modo, não só proteger o ambiente, mas também a defender o seu próprio futuro enquanto habitante da terra.

1.2.2. O ensino da Física e da Química em Portugal

O ensino da Física e da Química, em Portugal, inicia-se no terceiro ciclo do ensino básico, mais especificamente no sétimo ano de escolaridade. No terceiro ciclo, a disciplina é denominada de Ciências Físico-Químicas, passando a ser designada de Física e Química A nos décimo e décimo primeiro anos de escolaridade, no ensino secundário. No caso do décimo segundo ano, a Física e a Química são lecionadas separadamente, podendo os alunos, no ato de inscrição nesse ano, optar por uma delas ou pelas duas, em função da área de estudos que pretendem seguir no ensino superior.

No que diz respeito ao ensino da Física e da Química, no ensino secundário, e como se pode constatar pela análise do Programa Nacional de Física e Química A do décimo ano de escolaridade (DES, 2001):

“A disciplina de Física e Química A é uma das três disciplinas do tronco comum da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário (E. S.). Dá continuidade à disciplina de Ciências Físico-Químicas, do 3º ciclo Ensino Básico, 8º e 9º anos. Representa, por isso, uma via para os alunos aprofundarem conhecimentos relativos à Física e à Química, duas áreas estruturantes do conhecimento nas Ciências experimentais.” (p. 3).

Para além disso, o referido programa salienta que o ensino das ciências, no ensino secundário, deve ajudar os cidadãos a crescer a nível pessoal, social e profissional. Assim, os alunos poderão consolidar o que já aprenderam no terceiro ciclo e desenvolver novas competências necessárias para enfrentar com sucesso os desafios colocados pela sociedade.

No décimo primeiro ano de escolaridade, último ano em que frequentam a disciplina de Física e Química A, os alunos são sujeitos a um exame nacional a esta disciplina. Na

Tabela 1 podem ser consultados os resultados nacionais obtidos pelos estudantes portugueses que se submeteram a estes exames, desde 2006 (ano em que estes começaram a ser realizados), bem como a taxa de alunos que reprovaram na disciplina em causa (JNE, 2006; JNE, 2007; JNE, 2008; JNE, 2009; GAVE, 2010; JNE, 2011; GAVE, 2012). Como se pode constatar pela análise dessa tabela, as médias nacionais dos resultados obtidos pelos alunos que se submeteram a exame são sempre inferiores a 10 valores e as taxas de reprovação ultrapassam, de um modo geral, os 20%, chegando a atingir os 30%, em 2007. Para além disso, se analisássemos os relatórios dos exames nacionais realizados entre 2006 e 2012 e se comparássemos os resultados obtidos nos exames de FQ A com os obtidos pelos alunos em exames de outras disciplinas, constataríamos que os referentes a FQ-A são inferiores (JNE, 2006; JNE, 2007; JNE, 2008; JNE, 2009; GAVE, 2010; JNE, 2011; GAVE, 2012). Este facto pode ter diversas justificações, mas entre elas encontrar-se-ão as dificuldades sentidas pelos alunos na disciplina de Física e a Química A.

Tabela 1 - Resultados dos exames nacionais de Física e Química A, de 2006 a 2012, e respetiva taxa de reprovação

Ano	Média (Valores)	Taxa de reprovação (%)
2006	7,4	21
2007	7,2	31
2008	9,3	22
2009	8,4	24
2010	8,1	25
2011	9,9	16
2012	7,5	24

As razões que permitem explicar as médias negativas nos exames nacionais e o número cada vez menor de alunos nas áreas de formação em matemática, informática e ciências, onde se incluem as ligadas à Física e Química (Figura 1) prendem-se com fatores que não são específicos do caso português, existindo estudos internacionais que suportam esta afirmação. Um dos mais importantes o PISA, tem vindo a ser realizado pela OCDE. Em 2006, o estudo avaliava as competências científicas dos alunos dos países da OCDE e colocava os alunos portugueses ao nível dos alunos italianos, gregos e israelitas (GAVE, 2007), mas abaixo do valor médio obtido para os países da OCDE. Além disso, revelou a existência de dificuldades na aquisição dos conhecimentos e no desenvolvimento de capacidades básicas, nomeadamente ao nível das ciências (GAVE, 2007). Acresce que o último estudo PISA, realizado em 2012, permitiu constatar que, no domínio das Ciências, os alunos portugueses estão numa fase de desaceleração, ou seja, obtiveram resultados ligeiramente inferiores aos anteriores (MEC, 2013).

Tendo em conta que há uma ligação muito forte entre a Matemática e a Física (Fiolhais, 2006), e que a Matemática é a linguagem, por excelência, da Física, pode residir naquela ligação a explicação do insucesso na disciplina de Física e Química A. De facto, há muitos alunos que rejeitam a Matemática e que, conseqüentemente, também rejeitarão a Física e a Química, mas principalmente a Física (Angell *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2005). Por outro lado, os alunos consideram que a Física é uma disciplina muito teórica e, por isso, facilmente desenvolvem desmotivação relativamente à mesma (Angell *et al.*, 2004; Fernandes 2007; Martins *et al.*, 2005).

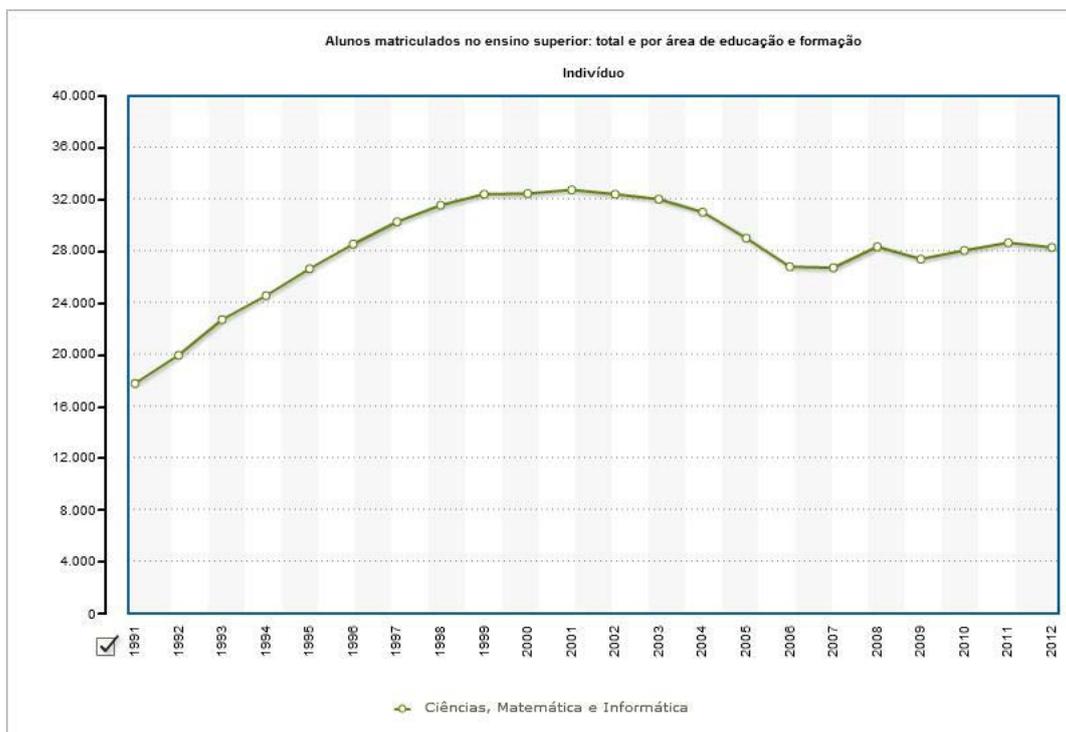


Figura 1 – Alunos inscritos na área de formação de ciências, matemática e informática (PORDATA, 2012)

Fiolhais (2006) refere que o problema da desmotivação poderia ser minimizado se os programas, quer de Matemática, quer de Física e de Química, fossem articulados. Contudo, a desarticulação curricular não é um problema específico de Portugal. Na verdade, Poynter e Tall (2005), num estudo realizado no Reino Unido, constataram que existem conceitos lecionados nas disciplinas de Física e de Química que requerem o conhecimento e a aplicação de ferramentas aprendidas, mais tarde, na disciplina de Matemática, provocando uma grande desorientação nos alunos. Assim, se essa articulação existisse, os professores de Física e Química não teriam que despende tanto tempo a ensinar os alunos a trabalhar com as ferramentas matemáticas e poderiam dedicar mais tempo a explorar a compreensão dos fenómenos físicos e químicos.

Martins *et al* (2002), num estudo envolvendo professores das áreas de ciências, identificaram um conjunto de fatores que, segundo esses professores, podem influenciar o sucesso dos alunos em Física e Química, como, por exemplo: a falta de hábitos de estudo, pois há alunos que, regularmente, não realizam os trabalhos de casa; a ausência de um estudo sistemático (muitos estudam na véspera dos testes); a falta de treino das capacidades de pensar e refletir, o que inviabiliza a expressão de opinião própria, de refutar um pensamento diferente ou de fundamentar a sua posição face a um determinado assunto; a falta de preparação para o trabalho laboratorial; a progressiva diminuição do nível de exigência no ensino, em geral, e na Física e Química, em particular. Por seu lado, Madureira (2011), com base

num estudo envolvendo professores de Física e Química A, constatou que alguns professores indicam o volume de conteúdos e a diversidade de competências (referentes a dois anos de escolaridade – 10 e 11^o) avaliadas no exame nacional, a extensão acentuada do programa da disciplina, o menor grau de dificuldade dos testes intermédios relativamente ao dos exames, assim como a falta de clareza e a rigidez dos critérios de correção dos exames como fatores que conduzem ao baixo sucesso dos alunos na disciplina de Física e Química A. Parece, portanto, necessário encontrar formas de promover a aprendizagem da Física e da Química e, assim, o sucesso educativo dos alunos, quer nas avaliações nacionais quer nas internacionais.

Tendo em conta o que foi referido, e no sentido de aumentar o sucesso dos alunos, há autores que apontam o professor como um fator que poderá contribuir, de forma significativa, para o sucesso dos alunos. Assim, Barber e Mourshed (2007) referem que é através da formação de professores que se pode aumentar a eficácia destes, e, assim criar condições para o sistema educativo proporcionar o melhor ensino a todos os alunos. Referem, ainda, que também é decisiva a interação entre o professor e o aluno, interação essa que dependerá, em última análise, dos conhecimentos científicos do professor. Também Oliveira *et al* (2011), num estudo realizado com alunos que frequentaram a disciplina de Ciências Físico-Químicas, no 3^o ciclo do ensino básico, e de Física e Química A, no ensino secundário, referem que o papel do professor é muito importante para o sucesso do aluno. Estes autores referem que o professor deve, não só realizar esforços para usar estratégias que permitam maximizar o sucesso dos alunos, mas também dominar os conceitos científicos a transmitir aos alunos, de forma a ter aulas interessantes e produtivas.

1.2.3. As Tecnologias da Informação e da Comunicação e o ensino das Ciências

Quando se compara a tecnologia que existe atualmente com a que existia há cerca de 30 anos, verifica-se que a evolução desta foi gigantesca. É impensável, na atualidade, à maioria da população, viver sem televisão, telemóveis, computadores, internet, etc. De facto, a sociedade em que vivemos é altamente dependente da tecnologia e o ritmo de crescimento das tecnologias, principalmente das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), originou, também, a combinação de vários elementos, designadamente texto, animação, imagem e som, que não só deixaram de ser uma questão de lazer (como era a televisão) mas que passaram a ser, se não uma necessidade, pelo menos uma grande comodidade, nomeadamente ao nível das comunicações por evitarem deslocações (ex.: videoconferência) ou “encurtarem” distâncias entre pessoas que trabalham em países diferentes (ex.: videochamada). Quando aqueles elementos (texto, animação, imagem e som) mais a interatividade são

combinados numa só ferramenta, pode dizer-se que se está perante um documento multimédia (Ellis, 2001).

O termo Multimédia foi utilizado pela primeira vez em 1959 e o seu significado foi evoluindo conforme a tecnologia também progredia. Atualmente, está associado a produtos, tais como apresentações multimédia, espetáculos multimédia, sistemas multimédia, *software* educativo multimédia (Carvalho, 2002), ou seja, a materiais que permitem apresentar ou transmitir mensagens, recorrendo a texto, imagens, vídeos e sons (Carvalho, 2002). O ensino das ciências pode também ser valorizado com a utilização de documentos multimédia.

No entanto, tendo em conta os objetivos a alcançar com o ensino das ciências, é necessário analisar as potencialidades das diferentes ferramentas pertencentes às TIC e, posteriormente, identificar o papel que podem desempenhar no ensino das disciplinas dessa área curricular. Assim, no nosso país, os programas de ciências, mais especificamente, os programas de Física e Química A reconhecem as potencialidades na utilização das TIC ao nível do desenvolvimento de competências transversais. De facto, “Melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)” (DES, 2001, p 7) e “Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC” (DES, 2001, p 8) eram apontadas, no respetivo programa em vigor à data de início deste trabalho, como competências a serem desenvolvidas pelo aluno nas aulas de Física e de Química A. Ao longo desse documento, encontram-se várias sugestões, dirigidas aos alunos, nomeadamente, pesquisar informação, utilizando, para tal, ferramentas TIC. O referido Programa de Física e Química A recomenda mesmo:

“o recurso às modernas tecnologias (TIC) que constituem um excelente auxiliar neste domínio, tendo especial cuidado na análise crítica da informação disponível, principalmente no que diz respeito à correção científica e terminológica e adequação aos alunos e aos fins a que se destina.” (p. 10)

Segundo o Departamento de Avaliação Prospetiva e Planeamento, DAPP (2002), o sucesso da utilização das TIC depende de dois fatores: um pessoal e outro educativo. O primeiro prende-se com a forma como os intervenientes (professores e alunos) utilizam as TIC. O segundo relaciona-se com a interação entre o professor e os alunos, através das TIC. As vantagens associadas ao primeiro fator decorrem do facto de as TIC, se bem utilizadas, conduzirem a economia de tempo empregue na realização das tarefas escolares quotidianas, quer para o docente, quer para o aluno. No caso do segundo fator, as vantagens têm a ver, essencialmente, com a interação diferenciada entre o professor e o aluno, ou seja, as tecnologias podem ser adaptadas consoante o tipo de alunos ou o tipo de trabalho, com o objetivo final de levar os alunos a obter o melhor rendimento possível.

Algumas das ferramentas TIC referenciadas pelo DAPP (2002), associadas às respetivas atividades a realizar, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Ferramentas das TIC e respetivas atividades a desenvolver com os alunos (DAPP, 2002)

Aplicações das TIC	Atividades realizadas
Processador de texto (Word, Publisher, etc.)	Produção e edição de informação
Programas gráficos / de desenho	Produção de informação em forma gráfica / Atividades artísticas
Folha de cálculo (Excel, SPSS, etc.)	Organização e gestão de informação
Multimédia / CD-ROM	Consulta e pesquisa de informação
Correio eletrónico	Comunicação e intercâmbio em rede
<i>Internet</i> (www)	Consulta e pesquisa de informação
<i>Software</i> pedagógico	Simulações / Jogos
<i>Software</i> de aquisição de dados	Recolha e tratamento de dados em ciências
<i>E-books</i>	Consulta e pesquisa de informação
<i>Podcasts / Vodcasts</i>	Consulta e pesquisa de informação

Tendo em conta a grande oferta que as TIC disponibilizam à educação, torna-se cada vez mais importante que a escola alfabetize os alunos para a sociedade da informação, pois, tal como é referido por Moura (2006), “este paradigma social e tecnológico está a exercer uma influência séria na educação e os pilares que suportavam a autoridade escolar estão agora a ceder” (p. 156).

No entanto, convém notar que a utilização das TIC tem consequências que resultam em mudanças na forma como ocorre o ensino, designadamente das ciências. Estas estão sistematizadas na Tabela 3 (Adaptada de Arroio *et al*, 2005).

Ao analisar a Tabela 3, verifica-se que, na sociedade pré-informatização, os alunos são meros recetores de informação, sendo o ator principal o professor. Para além deste aspeto, o ensino é uniforme, ou seja, os alunos recebem a mesma informação ao mesmo tempo, não havendo distinção entre alunos. Ao passar para uma sociedade pós-informatização, verifica-se uma alteração em termos de ator principal, pois esse papel passa a ser assumido pelo aluno, enquanto que o professor passa a ser, apenas, um mediador, que auxilia o aluno a construir o seu conhecimento. Nesta fase, os alunos passam a ser considerados na sua individualidade, havendo consciência de que aprendem de formas diferentes e a

velocidades distintas, e pretendendo-se que o façam mais ao nível da compreensão do que da memorização. Consequentemente, a avaliação deveria deixar de estar centrada em testes de avaliação para passar a recorrer a várias fontes de dados.

Tabela 3 – Características das sociedades pré-informatização e pós-informatização (Adaptada de Arroio *et al*, 2005)

Sociedade pré-informatização	Sociedade pós-informatização
Os alunos recebem simultaneamente a mesma informação.	Os alunos são diferentes, logo têm estilos individuais de aprendizagem.
Há predominio da memorização de informação.	Não há lugar para a memorização; predomina a compreensão, seleção e análise de informação.
Há ênfase na transmissão do conhecimento.	Há ênfase na aprendizagem.
A avaliação é realizada através de provas escritas.	A avaliação é realizada através de múltiplos trabalhos, escritos ou não.
O professor é o “dono” e o principal transmissor do conhecimento.	O professor atua como um mediador do conhecimento, ou seja, um facilitador na construção do saber.

No caso mais específico das ciências, e quando se pensa em aulas laboratoriais onde são recolhidos dados quantitativos, torna-se mais vantajoso recorrer às novas tecnologias, uma vez que estas permitem recolher, registar e processar os dados obtidos, tornando, assim, os processos de recolha e análise de dados mais rápidos (Martí *et al*, 2005).

As potencialidades da utilização das TIC nas aulas de ciências são inúmeras, mas poderão ser resumidas em cinco pontos (Martí *et al*, 2005; Martínez *et al*, 2003):

- **Motivação:** as TIC são altamente motivadoras e, inicialmente, podem ser de interesse para os alunos;
- **Interatividade:** utilizando *software* adequado, um computador permite uma maior interatividade, sendo possível alterar as condições iniciais, observar dados em pontos mais específicos, etc;
- **Simulação:** com a utilização de TIC podem ser realizadas simulações de situações experimentais que, na realidade, teriam custos elevados e seriam complexas ou perigosas;
- **Acesso à informação:** os alunos podem aceder a informação rapidamente, ao realizarem pesquisas na Internet, em sebtas, apresentações, páginas *web*, etc;
- **Apresentação de resultados:** utilizando as ferramentas certas, podem preparar e apresentar um trabalho de qualidade, de forma ativa e colaborativa, com os colegas de grupo;
- **Comunicação:** as telecomunicações permitem a entrada de recursos do mundo inteiro, através da internet, por exemplo, para as salas de aula, assim como a troca de informação entre outras salas de aula / escolas.

Apesar das potencialidades educativas que apresentam, as TIC deverão ser encaradas como «mais uma ferramenta», e não como a «única ferramenta» que pode ser usada no processo de ensino e aprendizagem. Em cada contexto específico, o professor deverá ser capaz de avaliar as vantagens que podem resultar da utilização das TIC e optar, ou não, pela sua utilização. Caso opte pela sua utilização, deverá ainda decidir sobre a melhor forma de as usar, de modo a maximizar o seu potencial educativo.

1.3. Objetivos do estudo

Uma vez que as TIC são uma ferramenta que permite auxiliar o professor no processo de ensino das ciências, criando melhores condições para que o aluno aprenda, o objetivo geral deste trabalho é o de: analisar a influência das formas de disponibilização de *podcasts*, em *e-book* ou ficheiro de áudio simples, na aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A. Este objetivo requererá a análise do valor acrescentado da escola e do professor na aprendizagem do conhecimento conceptual do âmbito do tema “Do Sol ao Aquecimento”, na sequência da utilização de *podcasts* integrados em *e-books* e de *podcasts* como ficheiros de áudio simples, ambos disponibilizados numa mesma plataforma de *e-learning*.

1.4. Importância do estudo

Nos exames nacionais, a disciplina de Física e Química A obtém sempre resultados médios inferiores aos da avaliação interna e, com exceção de 2011, uma taxa de reprovação superior a 20% (JNE, 2006; JNE, 2007; JNE, 2008; JNE, 2009; GAVE, 2010; JNE, 2011; GAVE, 2012). Tendo em conta que as TIC são muito bem aceites pelos alunos e que tem havido um aumento da utilização de equipamentos informáticos nas escolas (Martinho & Pombo, 2009), torna-se crucial o desenvolvimento de novas metodologias, no ensino das ciências, que motivem mais os alunos e, conseqüentemente, melhorem os resultados escolares, através do desenvolvimento de competências que lhes permitam, de forma autónoma, a construção do próprio conhecimento. Os resultados da análise da eventual contribuição dos *podcasts*, integrados em *e-books* ou disponibilizados apenas como ficheiros de áudio, facultará conhecimento útil sobre a influência da utilização das TIC na aprendizagem da unidade “Do Sol ao Aquecimento” de FQ A. Após a análise dos resultados, e verificando-se qual a modalidade que permite obter influências mais positivas, essa modalidade de utilização de *podcasts* poderá ser alargada às outras unidades temáticas, de Física ou de Química, contribuindo, assim, para a melhoria dos resultados de

aprendizagem da Física e da Química. Além disso, os resultados deste estudo poderão ser usados ao nível da formação inicial e contínua de professores, permitindo uma melhor formação destes para a construção e adaptação deste tipo de tecnologia ao ensino das ciências.

1.5. Limitações do estudo

O estudo em causa pretende analisar a influência do suporte usado (ficheiro de áudio ou *e-book*) para disponibilizar os *podcasts* na aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A. Assim, a população deste estudo seria, segundo os critérios definidos por McMillan e Schumacher (2010), o grupo de alunos portugueses inscritos na disciplina de Física e Química A, de 10º ano, pois é este o conjunto de elementos, com uma característica comum (serem alunos de 10º ano), a quem se poderia pretender generalizar os resultados deste estudo, com base em dados recolhidos de uma amostra. No caso específico deste estudo, a amostra é muito pequena quando comparada com a população, pois é constituída apenas por duas turmas de uma só escola, o que dificulta a generalização. Para além desta limitação, e tendo em conta que a metodologia aplicada nas aulas, nas duas turmas, deveria ser a mesma (para variar apenas o acesso aos *podcasts*), o facto de as duas turmas não terem um mesmo professor de Física e Química A pode ter, só por si, influenciado a forma como os alunos tiveram acesso à informação e as aprendizagens que realizaram e, conseqüentemente, ter interferido com o efeito dos *podcasts*.

Outra limitação a ter em conta tem a ver com o facto de os *podcasts* não terem sido validados com alunos, pelo que não havia garantias de que seriam devidamente compreendidos pelos participantes no estudo, principalmente ao nível da linguagem utilizada. Para além desta limitação, há, ainda, a considerar que não foram recolhidos dados que permitissem saber qual a familiaridade dos alunos com os *podcasts*, antes do ensino da unidade, nem obter informações sobre o seu grau de satisfação com esses mesmos *podcasts* e sobre o seu eventual interesse em utilizar novamente este tipo de recurso didático.

Neste estudo utilizou-se, na recolha de dados, a técnica de inquérito por questionário. Após a realização da pesquisa bibliográfica, verificou-se que, até à data da realização dos testes, não existiam instrumentos de recolha de dados que pudessem ser usados e/ou adaptados para este estudo. Assim, e para que fosse possível recolher os dados necessários para alcançar os objetivos propostos para este estudo, foi necessário construir um questionário, do tipo teste de conhecimentos, que foi utilizado como pré-teste e pós-teste.

No que respeita à análise de conteúdo, das justificações dadas pelos alunos, pelo facto de ter sido efetuada apenas pelo investigador, pode ter sido afetada por alguma subjetividade, a qual pode ter conduzido a uma consequentemente menor qualidade dos dados obtidos.

1.6. Plano geral da dissertação

O estudo a ser apresentado nesta dissertação, realizado no âmbito do 10º ano e centrado na utilização de *podcasts* disponibilizados de duas formas diferentes será explanado ao longo de cinco capítulos

No primeiro capítulo é apresentada uma contextualização do estudo (1.2), em que se foca os objetivos do ensino das ciências (1.2.1), o estado do ensino da Física e Química em Portugal (1.2.2) e a problemática da utilização das TIC no ensino das ciências (1.2.3). De seguida são, ainda, apresentados os objetivos do estudo (1.3), explicitada a sua importância (1.4) e apresentadas as suas principais limitações (1.5).

No segundo capítulo faz-se uma revisão de literatura, centrada em estudos considerados pertinentes para fundamentar a investigação realizada. Esta revisão organiza-se em torno de quatro grandes tópicos, correspondendo cada um a um subcapítulo: o ensino e a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento” (2.2); utilização de manuais virtuais na educação, com incidência no ensino das Ciências (2.3); utilização de plataformas de *e-learning* na educação, com incidência no ensino das Ciências (2.4); utilização de *podcasts* na educação, com incidência no ensino das Ciências (2.5).

No terceiro capítulo descreve-se, de uma forma sintética, o estudo (3.2) para caracterizar, depois, as metodologias de ensino, especialmente no que se refere à utilização de diferentes tipos de materiais de apoio ao estudo da matéria lecionada (3.3). De seguida justifica-se e caracteriza-se a amostra envolvida neste estudo (3.4). Posteriormente, serão justificadas as técnicas de recolha de dados (3.5), apresentados os instrumentos de recolha de dados elaborados para esta investigação (3.6) e descritos os procedimentos utilizados na recolha (3.7) e no tratamento dos mesmos (3.8).

No quarto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos antes e após as intervenções didáticas, nos dois grupos: grupo experimental e grupo de controlo. Essa apresentação será organizada em função das dimensões do questionário e os dados serão organizados em tabelas em que se estabelecerá uma comparação entre os resultados relativos à aquisição de conhecimentos por alunos com acesso a *podcasts* apenas em suporte de áudio e por alunos que acederam a *podcasts* inseridos

num *e-book*, para efeitos de estudo. Assim, será analisada a evolução, de antes para após a intervenção, do conhecimento dos alunos sobre as consequências do efeito de estufa (4.2), as transferências e transformações de energia (4.3), a emissão de energia (4.4), a relação entre a potência e a energia (4.5) e o aproveitamento da energia solar (4.6).

No quinto capítulo apresentam-se as conclusões do estudo (5.2), discutem-se as suas implicações didáticas (5.3) e apresentam-se as principais sugestões, pertinentes, para futuras investigações (5.4), decorrentes do estudo realizado.

De seguida, apresenta-se a lista ordenada das referências bibliográficas dos trabalhos mencionados ao longo do texto, bem como os anexos considerados relevantes para uma completa compreensão do estudo relatado.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

Neste capítulo é efetuada uma revisão de literatura, no sentido de fundamentar o estudo realizado. Começa-se por abordar o ensino e a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento” (2.2) para, em seguida, se apresentar como os manuais virtuais (2.3) e as plataformas de *e-learning* (2.4) podem ser usadas na educação. O capítulo termina com uma análise da utilização de *podcasts* na educação (2.5). Qualquer uma destas abordagens será centrada no ensino das Ciências.

2.2. O ensino e a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”

A disciplina de Física e Química A do 10º ano de escolaridade é constituída por duas componentes distintas: a componente da Física e a componente da Química. A componente de Física está, por sua vez, dividida em três módulos, a saber: o módulo inicial, intitulado “Das fontes de energia ao utilizador”, que permite sistematizar e consolidar conhecimentos adquiridos ao longo do terceiro ciclo; o módulo ou unidade 1, intitulado “Do Sol ao Aquecimento”, que visa levar os alunos a compreender os fenómenos naturais que estão relacionados com a termodinâmica, mais especificamente os que obedecem às 1ª e 2ª leis da termodinâmica, tendo em conta a Lei da conservação da energia em sistemas isolados; o módulo ou unidade 2, intitulado “Energia em movimentos”, que é uma continuação da unidade anterior e que dá ênfase à conservação da energia em sistemas mecânicos (DES, 2001).

A unidade alvo do estudo relatado nesta dissertação, a segunda, “Do Sol ao Aquecimento”, está dividida em dois temas: o primeiro é “Energia – do Sol para a Terra”, onde é proposto um “contexto global de fenómenos de aquecimento do quotidiano, começando pelo aquecimento da Terra, em que se destaca o papel essencial da radiação solar e se aprofunda a aprendizagem da Lei da Conservação da Energia” (DES, 2011, p. 61); o segundo é “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”, onde são estudados casos mais específicos, como o caso dos coletores solares e painéis fotovoltaicos, sempre com a aplicação das 1ª e 2ª leis da Termodinâmica (DES, 2001). De acordo com o Programa Nacional de Física e Química A, do 10º ano de escolaridade, que estava em vigor à data de início deste estudo, no âmbito destes dois temas, deveriam ser tratados os seguintes conteúdos:

- Energia – do Sol para a Terra
 - Balanço energético da Terra
 - Emissão e absorção de radiação. Lei de Stefan – Boltzmann. Deslocamento de Wien
 - Sistema termodinâmico
 - Equilíbrio térmico. Lei Zero da Termodinâmica
 - A radiação solar na produção da energia elétrica – painel fotovoltaico
- A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas
 - Mecanismos de transferência de calor: condução e convecção
 - Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica
 - 1ª Lei da Termodinâmica
 - Degradação da energia. 2ª Lei da Termodinâmica
 - Rendimento

No que diz respeito aos objetivos a atingir com a lecionação da unidade, estes estão ligados à compreensão e, conseqüente, explicação de fenómenos naturais que obedecem a duas leis gerais - a 1ª e a 2ª leis da Termodinâmica (DES, 2001). Assim, durante a lecionação do balanço energético da Terra, os alunos são colocados perante o tema do aquecimento da Terra, bem como perante o balanço entre a energia que é emitida pelo Sol (Radiação Solar) e a que chega até ao planeta Terra. Para tal, os alunos terão que reconhecer o que é um estado de equilíbrio térmico, através da aquisição de conhecimentos relacionados com a emissão e absorção de energia, sempre acompanhados pelas leis de Stefan-Boltzmann e do Deslocamento de Wien (DES, 2001). Para além do que anteriormente foi referido e utilizando a energia fornecida pelo Sol como base, os alunos terão que compreender as transferências e as transformações de energia envolvidas nos coletores solares, cuja função principal no quotidiano é o aquecimento de água, e nos painéis fotovoltaicos cuja função é a produção de energia elétrica (DES, 2001).

O primeiro conceito que aparece no início do tema é o conceito de energia, “Energia – Do Sol para a Terra”, sendo abordado o processo pelo qual chega até nós, desde que é emitida pelo Sol: o processo de Radiação. De facto, o Programa Nacional de Física e Química A, do 10º ano de escolaridade, salienta a importância deste processo ao referir “[...] em que se destaca o papel essencial da radiação” (p. 61) que permitirá a aprendizagem da Lei da Conservação da Energia (DES, 2001).

Relativamente ao processo de radiação, Walker, Halliday e Resnick (2011) referem que este processo permite a transferência de energia entre dois corpos que, muitas vezes, é apelidada de radiação

térmica. Este processo tem como característica fundamental a possibilidade de a energia se propagar sem a necessidade de meio, ou seja, no vácuo, tal como o faz desde do Sol até nós (Walker, Halliday, & Resnick, 2011).

O Sol, como qualquer corpo a uma temperatura diferente de 0K (zero kelvin), emite energia e a quantidade de energia que emite por unidade de área e por segundo é denominada de irradiância (irradiância solar, no caso específico do Sol) (Walker, Halliday & Resnick, 2011). A irradiância solar espectral varia consoante se analisa a irradiância à superfície do Sol, ou à superfície da Terra, após a radiação ter atravessado a atmosfera. Verifica-se que, no caso da irradiância à superfície do Sol, esta se aproxima da irradiância que seria suposto obter para um corpo negro, conforme se mostra no gráfico da Figura 2 (Lewis, 2004). Um corpo negro é um corpo, cujo coeficiente de emissividade (relação entre a radiação incidente e a absorvida) é igual a 1, ou seja, é um corpo que absorve todas as radiações que nele incidem (Walker, Halliday & Resnick, 2011).

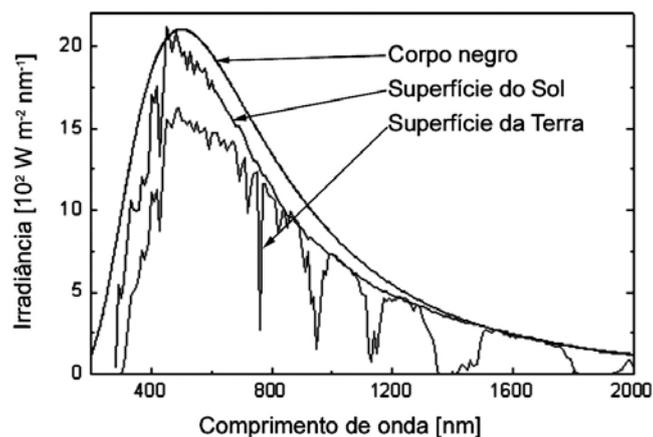


Figura 2 - Irradiância solar espectral de um corpo negro a 5800 K, da superfície do Sol e da superfície da Terra (ao nível do mar) (Adaptada de Lewis, 2004)

A irradiância da radiação emitida por um corpo negro, e por aproximação a irradiância do Sol, obedece à lei de Stefan- Boltzmann. Esta lei refere que a taxa da energia emitida por segundo depende da área do corpo emissor e da temperatura a que essa área se encontra, de tal modo que pode ser traduzida pela seguinte expressão: $P_{rad} = \sigma \times \varepsilon \times A \times T^4$, em que σ é a constante de Stefan-Boltzmann, ε é o coeficiente de emissividade, A é a área do corpo emissor, em metro quadrado, e T é a temperatura, em kelvin, a que essa área se encontra (Planck & Masius, 1914; Walker, Halliday & Resnick, 2011).

No entanto, para ser possível determinar a potência irradiada pelo Sol e, conseqüentemente, a potência por unidade de área que o nosso planeta recebe, é necessário saber qual a temperatura a que

se encontra a superfície do Sol. Assim, a radiação solar volta a dar a resposta a essa incógnita, utilizando-se para tal a Lei do Deslocamento de Wien. Esta lei relaciona a temperatura, T , a que se encontra a superfície de um corpo negro e o comprimento de onda para o qual o valor da irradiância é máximo, $\lambda_{m\acute{a}x}$ (Planck & Masius, 1914). A expressão que permite relacionar estas grandezas é $\lambda_{m\acute{a}x} \times T = b$, em que b é uma constante de valor $b = 2.898 \times 10^{-3} m.K$ (Planck & Masius, 1914). A Figura 3 mostra a variação da irradiância em função do comprimento de onda para corpos a diferentes temperaturas. Com base nesta figura, pode-se concluir que, quanto maior for o comprimento de onda máximo a que a irradiância é máxima, menor será o valor da temperatura à superfície do corpo negro e respetiva intensidade da radiação emitida (Planck & Masius, 1914; Schubert, 2006).

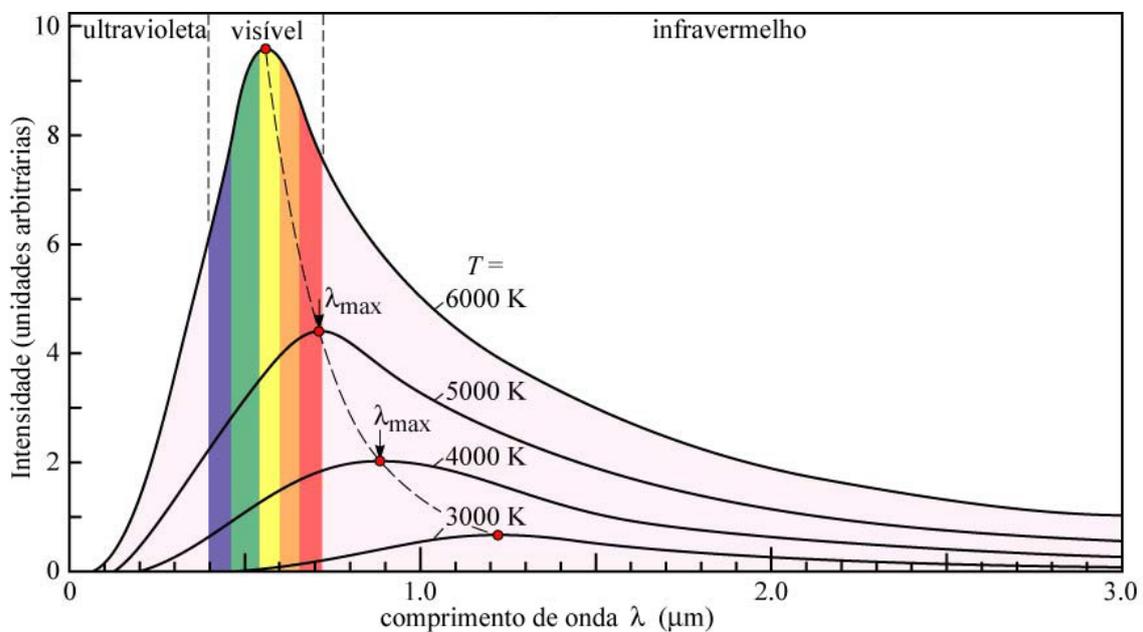


Figura 3 – Distribuição espectral da Intensidade da radiação emitida por um corpo negro (Adaptada de Schubert, 2006)

Ao longo do estudo do tema “Do Sol ao Aquecimento” é analisado o balanço energético que ocorre na Terra, entre a energia proveniente do Sol e que a Terra absorve e a que a energia que a Terra emite (DES, 2001). A energia que atinge a superfície da Terra, se considerarmos que a Terra se comporta como um corpo negro, depende de dois fatores: da intensidade da energia que chega, proveniente do Sol, o qual se encontra a uma distância igual ao raio médio da órbita da Terra em torno do Sol, designada por constante solar - $S = 1370 W.m^{-2}$ (Lewis, 2004; Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010); da percentagem de radiação que é refletida pela atmosfera e pela superfície terrestre que, no seu conjunto, são denominadas por albedo terrestre - $\alpha = 0,3$ (Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010). No caso da potência

emitida pela Terra, esta será calculada pela Lei de Stefan-Boltzmann (Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010). Considerando que a Terra é um corpo negro, pode afirmar-se que a potência absorvida pela Terra será igual à potência emitida por esta. Assim, o conhecimento da potência emitida permite calcular a temperatura da superfície da Terra (Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010). A partir dessa igualdade, e resolvendo a equação em ordem à temperatura, é obtido o valor de 255 K, ou -18 °C para a temperatura à superfície da Terra (Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010).

O facto de a temperatura à superfície da Terra ser de cerca de 288 K, ou 15 °C, e não 255 K, ou -18 °C (Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010), ou seja, ser 33 K ou 33 °C superior ao previsto, explica-se pelo efeito de estufa, provocado pela existência, na atmosfera, de dióxido de carbono, vapor de água e outros gases que retêm parte da radiação infravermelha que é emitida pela superfície da Terra

Como o valor da temperatura da Terra é obtido por se considerar que há um equilíbrio térmico, devido ao facto de a quantidade de energia absorvida pela Terra ser igual à que esta emite (Hertzberg, 2009; Ahrens, 2010), é introduzido neste tema o equilíbrio térmico e a Lei Zero da Termodinâmica (DES, 2011). Para Walker, Halliday e Resnick (2011), a Lei Zero da Termodinâmica pode ser traduzida da seguinte forma: dois sistemas em equilíbrio térmico com um terceiro estão em equilíbrio entre si. Note-se que é com base na Lei Zero da Termodinâmica que podemos medir a temperatura com um termómetro, aproveitando a alteração de algumas propriedades físicas dos materiais, (como a sua resistência elétrica ou o volume) com a temperatura (Walker, Halliday & Resnick, 2011).

Como referimos anteriormente, de facto, ao longo desta unidade há um conceito que sobressai: Energia. Este é um dos conceitos fundamentais a lecionar porque, além de constituir a base do ensino das ciências, tem um grande impacto na nossa sociedade e na economia (Moreno & Moreno, 1989; Doménech *et al*, 2003; Solbes, 2007). Segundo Doménech *et al* (2003), o estudo sobre energia é imprescindível para a compreensão de fenómenos naturais e para a aquisição de competências que irão permitir aos cidadãos adotar comportamentos adequados perante problemas de cariz sócio científico, incluindo no foro ambiental. Doménech *et al* (2003) referem, ainda, que “O estudo da energia constitui um dos núcleos básicos em todo currículo de educação científica, com uma notável presença em campos tão diversos como a mecânica, a termodinâmica, a eletricidade, as reações químicas, os processos biológicos e geológicos, etc.” (p. 286). Ao analisar a introdução a esta unidade, constante do programa de FQ A de 10º ano, verifica-se que, para este programa, a “utilização de energia solar, é considerada de extrema importância na sociedade actual” (DES, 2001, p. 61), pois pode ser parte da solução de alguns problemas ambientais, como, por exemplo, procurar soluções alternativas aos combustíveis fósseis.

Assim, a importância do ensino associado à energia é cada vez mais maior, mas o conceito de Energia é, também, um dos conceitos que se revela mais complexo para a compreensão dos alunos (Moreno & Moreno, 1989; Doménech *et al*, 2003). De facto, tal como Moreno e Moreno (1989) referem, o conceito de Energia carece de um consenso na sua definição. Na verdade, diferentes autores definem Energia de formas diferentes. Assim, para Moreno e Moreno (1989): “A energia é uma propriedade de todo o corpo ou sistema material em virtude da qual este pode transformar-se, modificando o seu estado, assim como atuar sobre outros, originando neles processos de transformação.” Por outro lado, para Feynman (1963):

“Há um facto, ou se desejar, uma lei, que rege todos os fenómenos naturais conhecidos até à data. Não há nenhuma exceção conhecida a esta lei — é exata na medida em que nós sabemos. A lei é chamada de conservação de energia. Ela afirma que há uma certa quantidade, o que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas mudanças que a natureza sofre. Esta é uma ideia abstrata, porque é um princípio matemático que diz que há uma quantidade numérica, que não muda quando algo acontece.” (pag. 4-1).

Estas duas definições são muito diferentes, pois enquanto a primeira enfatiza a energia como uma propriedade dos corpos, dos seus estados e das transformações, a segunda realça a energia como algo cujo valor se conserva, qualquer que seja a transformação que sofra, e realça também a energia como algo que faz parte da natureza.

De facto, a definição de energia difere de fonte para fonte pelo que os professores devem ser cuidadosos ao selecionarem a informação que sobre ela vão transmitir aos alunos porque há livros que apresentam definições pouco precisas de energia, como por exemplo a que é referida por Moreno e Moreno (1989): “A energia é a capacidade de um sistema para realizar trabalho” (pág. 135). Os professores precisam de estar preparados para corrigir os livros e o aluno, e para evitar reforçar, ainda mais, as eventuais concepções alternativas pré existentes nos alunos (Moreno & Moreno, 1989).

As concepções alternativas acerca do conceito de Energia, muito ligadas a situações e à linguagem do dia-a-dia, são um problema a ter em conta, pois, ao invés de ser utilizado o conceito de energia, são utilizadas concepções alternativas ao referido conceito. Algumas dessas concepções alternativas, segundo Moreno e Moreno (1989), têm como causa a associação da energia aos seres vivos (ex: *hoje sinto-me com muita energia!*); confusão entre força e energia: (ex: força é a energia que os corpos têm); identificação de combustíveis com a energia: (ex: as máquinas precisam de energia para trabalhar); concetualização de energia como substância: (ex: energia como algo material que está armazenado, por exemplo nos alimentos); associação de energia apenas à atividade física ou ao movimento; concetualização de energia como algo que pode gastar-se: (ex: o jogador de futebol ao chegar ao fim de um jogo, está sem energia porque a gastou durante o jogo) (Moreno & Moreno, 1989).

Mas o termo energia não é o único em que se constatam discrepâncias entre o seu significado no quotidiano e em ciências. Os significados dos termos calor, temperatura e trabalho, necessários a uma adequada compreensão do conceito de energia, também são, frequentemente, confundidos entre si e/ou mal utilizados (Köhnlei & Peduzzi 2002; Moreno & Moreno, 1989). Este facto é uma das causas das dificuldades na aprendizagem do tema em questão. No caso dos conceitos de calor e de trabalho, estes são frequentemente interpretados pelos alunos como referindo-se a uma forma de energia, embora, do ponto de vista físico, apenas indiquem a quantidade de energia interna que é transferida entre sistemas (Moreno & Moreno, 1989), respetivamente, a temperaturas diferentes ou devido à aplicação de uma força (Walker, Halliday & Resnick, 2011). No caso do programa de Física e Química A de 10º ano, é utilizada a definição calorimétrica de calor, ou seja, calor é definido como a “energia transferida devido a uma diferença de temperaturas” (p. 61).

Os conceitos de calor, trabalho e temperatura são abordados na unidade em causa nesta dissertação, quando se ensina a Lei da Conservação da Energia, no caso particular dos sistemas termodinâmicos, e quando se aplica a 1ª Lei da Termodinâmica ($\Delta E_i = W + Q + R$), ao calcular variações de energia interna por meio de trabalho, calor e/ou de absorção/emissão de radiação (DES, 2001).

Como referem Moreno e Moreno (1989), algumas das conceções que os alunos possuem sobre o conceito de calor têm semelhança com a teoria do calórico, que argumentava que o calórico era um fluido que conseguia penetrar em todos os materiais, passando dos corpos com temperaturas superiores para os que apresentavam menores valores de temperatura. São várias as conceções alternativas sobre o conceito de calor. Segundo Moreno e Moreno (1989), Caldeira e Martins (1990) e Köhnlei e Peduzzi (2002), as principais são as que: envolvem associações entre o conceito de calor e as fontes de energia (ex: o Sol ou o fogo são calor); associam calor a estados (ex: calor é quando está quente ou está calor quando está uma temperatura elevada); relacionam o calor com efeitos provocados nos corpos (ex: o calor causa-me cansaço). Os detentores destas conceções consideram o calor como uma forma de energia em vez de o considerarem como uma medida da energia térmica transferida entre corpos a temperaturas diferentes.

No que diz respeito ao conceito de temperatura, Köhnlei e Peduzzi (2002) referem que este é quase sempre confundido, pelos alunos, com o conceito de calor. Para além disso, segundo Moreno e Moreno (1989), os alunos possuem uma conceptualização da temperatura como sendo uma grandeza dependente da natureza das substâncias, de tal modo que, por exemplo, os metais e a pedras são considerados materiais frios, enquanto que outros materiais, como a madeira ou a lã, são considerados materiais quentes.

O conceito de calor é, também, confundido pelos alunos com o conceito de energia térmica e, por conseguinte, com o conceito de temperatura, embora, do ponto de vista da Física, haja uma diferença muito significativa entre as duas grandezas. A energia térmica depende da quantidade de matéria que constitui o corpo, pois é a soma de todas as energias cinéticas das partículas constituintes do material (Moreno & Moreno, 1989), o que a torna, quer segundo estes autores, quer segundo e Saldanha e Subramanian (1993), uma grandeza com propriedades extensivas, pois depende da quantidade da substância presente ou seja, da massa. No entanto, a temperatura é uma característica do corpo. Caldeira e Martins (1990) e Walker, Halliday e Resnick, (2011) definem temperatura como a propriedade que determina se um sistema está, ou não, em equilíbrio térmico com a sua vizinhança, ou seja, como uma grandeza que não depende da quantidade de substância, o que, segundo Moreno e Moreno (1989) e Saldanha e Subramanian (1993), faz com que a temperatura seja uma grandeza com propriedades intensivas.

Por último, nesta unidade é abordada a 2ª lei da Termodinâmica que permitirá o estudo de fenómenos nos quais é evidente o processo de degradação de energia (DES, 2001). Assim, em todos os processos analisados, sejam eles naturais ou não, dever-se-á realçar que a quantidade de energia útil que é obtida de um sistema será sempre inferior à quantidade de energia que foi inicialmente fornecida a esse mesmo sistema (DES, 2001).

Na natureza existem muitos processos irreversíveis, como, por exemplo, um ovo que caiu ao chão ou as ondas a erodir as rochas numa praia (Walker, Halliday & Resnick, 2011). Todos os processos físicos, que ocorrem de forma espontânea, ocorrem apenas num sentido, ou seja, são irreversíveis (Walker, Halliday & Resnick, 2011) e nesses processos há sempre perdas de energia, sob a forma de energia térmica (Feynman, Leighton & Sands, 1963), embora o valor total da energia se mantenha constante, tal como previsto pela Lei da conservação da energia (Haber-Schaim, 1983). Os alunos devem compreender que, embora haja uma certa quantidade de energia que é 'perdida', esta apenas não é utilizada pelo sistema mas continua a fazer parte do Universo, pelo que se pode concluir que a Lei da conservação da energia é também válida para esses casos (Haber-Schaim, 1983). A perda de energia, sob a forma de energia térmica, por um sistema, por transferência desta energia para a sua vizinhança, e a irreversibilidade dos processos estão associadas a um novo conceito físico: a entropia. O conceito de entropia, segundo o DES (2001), não deve ser muito aprofundado mas, para que este conceito possa ser melhor entendido, Haber-Schaim (1983) recomendam que seja abordado em estreita relação com situações do dia-a-dia. Assim, estes autores dão vários exemplos de situações do nosso quotidiano em que se verifica o aumento da entropia. Contudo, há um que é muito frequente no nosso quotidiano: a

energia que é, de uma forma espontânea, transferida, sempre, de um corpo com temperatura mais elevada para outro com temperatura mais baixa. O processo inverso nunca ocorre espontaneamente, mas é possível provocá-lo, através do fornecimento de energia, oriunda, por, exemplo, da combustão de combustíveis.

Assim, e para que os alunos possam ultrapassar as dificuldades acima referidas, o ensino da Física e Química A deverá ser efetuado segundo uma perspectiva de ensino CTS (DES, 2001). Desta forma, recorrendo a situações problema do quotidiano, que sejam familiares aos alunos, é reforçada a ligação entre as Ciências, a Tecnologia e a Sociedade (DES, 2001). Assim, no caso do tema em estudo, Do Sol ao aquecimento, o DES recomenda que, para o primeiro subtema, Energia: Do Sol para a Terra, sejam colocados aos alunos os seguintes problemas:

- Como a potência irradiada por uma superfície varia com a temperatura?
- Porque é que vemos a luz emitida pelo Sol e não vemos a Terra a emitir radiação?
- Como se determina a temperatura média de equilíbrio radiativo da Terra?
- Que fatores se devem ter em conta para obter o valor real da temperatura média da Terra?
- Como é possível aproveitar melhor a energia solar?

Já no caso do segundo subtema, Energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas, são recomendados os seguintes problemas:

- Quais são os mecanismos de transferência de calor? Como se caracterizam?
- Como funcionam os coletores solares?
- Como se caracterizam os materiais bons e maus condutores térmicos?
- Qual o significado das leis da termodinâmica? Que relação têm estas leis com a poluição e sustentabilidade do nosso planeta?

Através da utilização de problemas atuais, o DES espera tornar o ensino das ciências, e mais especificamente da Física e da Química, relevante para os alunos e, conseqüentemente aumentar o sucesso dos alunos.

2.3. Utilização de manuais virtuais na educação, com incidência no ensino das Ciências

As TIC sofreram um grande desenvolvimento nos últimos cinquenta anos e, como consequência dessa evolução, nos inícios dos anos setenta, Michel Hart fundou o projeto Gutenberg, que é considerado uma primeira aproximação a uma nova forma de leitura: os *e-books* (Júnior & Coutinho, 2007a). O termo

e-book foi utilizado pela primeira vez por Andries Van Dam, nos finais dos anos 60 do século passado, quando Andries e a sua equipa desenvolveram o primeiro sistema de hipertexto funcional (Ardito, 2000).

Os *e-books*, também conhecidos por livros eletrónicos ou livros virtuais, não possuem uma definição única e consensual (Anuradha & Usha, 2006; Armstrong, 2008; Chen, 2003). Assim, Armstrong (2008) define *e-book* como “qualquer conteúdo que possa ser reconhecido como um livro, independentemente do tamanho, origem ou composição, excluindo publicações periódicas, disponível para referência ou leitura em qualquer dispositivo (portátil ou de secretária) que inclua um ecrã.”. Já para Gunter (2005), um *e-book* é “qualquer livro ou monografia em sequência de texto que é disponibilizado em formato eletrónico.”, incluindo os periódicos. Comum às duas definições é o formato digital dos conteúdos e o facto de poderem ser lidos quer em dispositivos portáteis, quer em dispositivos fixos.

Os *e-books* já estão disponíveis em bibliotecas desde os anos 90, e a sua importância continua a ser relevante para os editores, bibliotecário e utilizadores (Zhang & Beckman, 2011). Como Staiger (2012) refere, grande parte dos alunos do ensino superior, americano e inglês, já têm consciência da utilidade desta tecnologia e uma percentagem considerável já utiliza *e-books*.

A grande vantagem deste tipo de livros é a de poderem ser consultados e /ou armazenados em vários dispositivos como um computador, leitores de *e-books* (existindo cerca de uma dezena de tipos de leitores de *e-books*) ou outros dispositivos portáteis. Para além disso, podem ser consultados na *Internet* ou em outros meios de armazenamento digital, entre os quais se contam discos portáteis ou externos, CD, DVD ou *pen drives* (Júnior & Coutinho, 2007a).

Para além das vantagens na utilização, ao nível técnico, atrás referidas, Anuradha e Usha (2006), Júnior e Coutinho (2007a) e Long (2003) identificaram as seguintes:

- Vantagens Técnicas que decorrem de:
 - facilidade em descarregar os *e-books* através da Internet, o que permite a um maior número de leitores aceder aos livros, neste caso, *e-books*;
 - possibilidade de carregar vários livros num só único dispositivo;
 - possibilidade de escolher diferentes tipos de fontes ou diferentes tamanhos para as fontes;
 - escolha de retro iluminações dos dispositivos que permitem a leitura do *e-book* consoante o ambiente e/ou dificuldade de visão do leitor;
 - utilização de ferramentas que permitem os sublinhados com cores distintas ou a criação de anotações no texto;
 - interatividade e utilização de recursos multimédia que é permitida por alguns dispositivos;
 - possibilidade de armazenar vários volumes de livros num dispositivo de leitura de *e-*

books, o que permite 'atenuar' o peso relativo dos livros que se deseja transportar;

- Vantagens de utilização decorrentes de:
 - localização mais rápida e eficaz de palavras, através de métodos de busca existentes nos dispositivos;
 - ligação a páginas da Internet através de hiperligações e consultas a outro tipo de materiais;
 - os *e-books* poderem ser atualizados com frequência e a custos reduzidos.

Mas a leitura de *e-books* possui algumas desvantagens que, segundo Smyth e Carlin (2012), Júnior e Coutinho (2007a), Anuradha e Usha (2006) e Long (2003), podem ser resumidas da seguinte forma:

- Dificuldade em ler documentos nos ecrãs ou monitores dos computadores;
- Dificuldade no acesso a alguns documentos;
- Distração provocada pelos equipamentos que permitem a leitura eletrónica;
- Dificuldade na navegação no documento;
- Necessidade de energia para que os dispositivos leitores de *e-books* funcionem;
- Leitura mais lenta e cansativa quando comparada com a leitura de livros impressos;
- Complexidade de anotação em alguns leitores;
- Ausência de multimédia em muitos dos *e-books*;
- Elevados custos (económicos) dos leitores de *e-books*;
- Existência de lacunas na estruturação da informação existente nos *e-books*;
- Falta de uma política de standardização, quer dos dispositivos que permitem a leitura dos *e-books*, quer dos formatos dos mesmos.

Assim, e tendo em conta o que já foi referido, embora os *e-books* não tenham só vantagens, estes podem ser utilizados para incentivar os alunos para o estudo de ciências, pois permitem o acesso a materiais multimédia, quando existem, como simulações laboratoriais ou pequenos vídeos científicos, que podem ser manuseados pelos mesmos alunos para reverem atividades realizadas ou para consolidarem aprendizagens. Como apontado por Marti *et al* (2005) e Martinez *et al* (2003), se as TIC são altamente motivadoras, podendo ser de interesse para os alunos, então estes materiais poderão ser mais atrativos para os jovens, pois, para além da empatia que apresentam para com estes materiais, há que considerar a facilidade de pesquisa de informação no *e-book*, a possibilidade de efetuar marcações, sublinhados e, em alguns casos, de acrescentar anotações ao texto (Anuradha & Usha, 2006), utilizando uma ferramenta das TIC.

Em Portugal, já existem vários projetos educativos em formato de *e-books*. Estes são complementos propostos ao aluno aquando da compra do manual em suporte papel. Um desses projetos

é a Escola Virtual da Porto Editora (Figura 4), usado na escola onde foi realizada a investigação, mas são conhecidos projetos semelhantes de outras editoras. No caso da Escola Virtual, o aluno tem acesso ao manual escolar em formato *e-book*, podendo consultá-lo em qualquer local, desde que tenha disponível um computador com acesso à *Internet* ou um leitor de DVD.



Figura 4 – Plataforma da Escola Virtual

Os manuais, que podem ser consultados no computador, abrangem todas as disciplinas disponibilizadas pelas editoras, incluindo os manuais relativos às disciplinas de ciências (Figura 5). É de salientar que, para além de uma cópia do manual da disciplina em formato *e-book*, é possível encontrar informações adicionais, exercícios e aulas virtuais, o que faz com que o *e-book* seja um complemento ao processo de ensino e aprendizagem, tal como refere Education for change Ltd (2003), no estudo que realizaram, centrado no sistema de ensino inglês.



Figura 5 – Aspeto de um manual escolar virtual de Química do 10º ano de escolaridade

Shepperd, Grace e Koch (2008) e Woody, Daniel e Baker (2010) realizaram estudos sobre a utilização de *e-books*, comparando-a com a utilização de livros em suporte de papel, de modo a compreender qual é o suporte preferido pelos alunos. Ao contrário do que seria esperado, os alunos que compraram o *e-book* não gastaram mais tempo a ler os textos do que os alunos que utilizaram o manual em suporte de papel. Além disso, os que utilizaram os *e-books* não os avaliaram favoravelmente e os que já conheciam livros neste tipo de suporte não efetuaram a compra quando lhes foi pedido que o fizessem e afirmaram que não os aconselhariam a outros alunos (Shepperd, Grace & Koch, 2008). Os professores não devem, por isso, forçar a utilização deste tipo de livros por parte dos alunos, mas devem antes dar-lhe liberdade para optar pelo material de estudo com o qual se sintam mais confortáveis e que produza mais resultados. Há alunos que têm mais dificuldade pessoal em acompanhar o desenvolvimento tecnológico e que, por este motivo, poderão sentir-se mais atraídos, na escola, pelos livros em suporte *e-book* (Shepperd, Grace & Koch, 2008).

Shepperd, Grace e Koch (2008) observaram, ainda, que os resultados escolares obtidos pelos alunos que utilizaram os *e-books* foram muito semelhantes aos resultados dos que preferiram continuar a estudar pelos livros em formato papel. No entanto, foi feita uma observação que merece atenção: os alunos que utilizaram os *e-books* fizeram-no durante um intervalo de tempo inferior (Shepperd, Grace & Koch, 2008). Esta observação pode levar a duas conclusões: ou os alunos que utilizaram os *e-books* foram mais rápidos na leitura, ou, pelo contrário, não acharam que os *e-books* eram uma boa ferramenta de trabalho, e por isso, não lhe dedicaram muito tempo e/ou estiveram com mais atenção nas aulas do que os colegas que utilizaram os livros em suporte papel.

Um outro estudo, realizado por Zhang e Beckman (2011), com alunos do ensino superior das áreas da Química, Bioquímica e Biologia, mostrou que a maioria dos alunos (53%) quando confrontados com a possibilidade da utilização de *e-books* ou de livros em suporte papel, ambos disponíveis nas bibliotecas de Química e das Ciências da Vida do *Campus* onde foi efetuado o estudo, preferiu utilizar os *e-books*, indicando que as razões mais importantes para essa escolha foram a disponibilidade temporal, pois podiam aceder ao *e-book* a qualquer hora do dia e em qualquer dia do ano, vários utilizadores poderem utilizar o mesmo *e-book* (quando disponível numa página na internet) e os preços baixos. Já as maiores dificuldades encontradas prendem-se com a dificuldade de leitura no ecrã e com a dificuldade em encontrar alguns *e-books*, facto que os levou a preferirem imprimir a informação em suporte papel.

Os resultados dos estudos que acabamos de referir sugerem que os jovens ainda não adotaram, de forma permanente, os *e-books*, existindo casos em que os alunos ainda preferem os livros de texto

em suporte de papel aos *e-books*, embora afirmem que estes possuem mais interatividade e disponibilizam mais informação do que os livros em papel (Shepperd, Grace & Koch, 2008; Woody, Daniel & Baker, 2010).

2.4. Utilização de plataformas de *e-learning* na educação, com incidência no ensino das Ciências

Nos últimos anos, os meios eletrónicos sofreram evoluções importantes que permitiram enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem (Engelbrecht, 2005; Liaw, Huang, & Chen, 2007; Paechter, Maier & Macher, 2010). Assim, foi introduzido o *e-learning*, que, segundo Paechter, Maier e Macher, 2010, que utiliza um conjunto de meios eletrónicos para o ensino. Segundo Govindasamy (2002), é mesmo outra forma de ensinar e aprender, que inclui informação entregue por todos meios eletrónicos incluindo, a *internet*, *intranet*, *extranet*, transmissores por satélite, TV interativa e discos óticos (CD e DVD).

O conceito *e-learning* não tem uma definição única e consensual. Por exemplo, Sun *et al* (2006) definem o *e-learning* como a utilização das tecnologias de telecomunicações para enviar informação para a educação e formação. Já para Engelbrecht (2005), *e-learning* consiste na utilização de meios eletrónicos para ensinar à distância.

Quando traduzido à letra, *e-learning* significa e-aprendizagem. Neste termo, o prefixo “e” significa eletrónico, se o vocábulo for analisado no contexto das TIC e se se tiver em consideração o seu original em língua inglesa – *electronic learning* (Paiva *et al*, 2004). No caso português, este termo é substituído por expressões como ensino à distância ou aprendizagem à distância (Paiva *et al*, 2004). Segundo Tejedor, Muñoz-Repiso e Costa (2012), existem duas definições para *e-learning*, uma mais alargada e uma mais restrita. A mais alargada, para estes autores, está relacionada com o processo em que o aluno é o interveniente principal, que aprende através dos materiais que lhe são disponibilizados, quer através de meios físicos (CD, DVD ou diretamente no computador), quer através de plataformas *on-line*. Já a definição mais restrita centra-se na ideia de que *e-learning* é apenas um sistema de “ensino à distância” ou “ensino assistido por computador”. Assim, e como se pode verificar pelo que foi referido anteriormente, o conceito de *e-learning* não possui uma definição consensual. Este conceito pode ser definido relativamente aos meios de transmissão da informação, como referido por Sun *et al* (2006) e Engelbrecht (2005) mas, também, relativamente aos intervenientes que participam no processo, como referido por Tejedor, Muñoz-Repiso e Costa (2012).

No ensino à distância, professor e alunos não estão em contacto presencial e todos os materiais necessários para o processo de ensino e de aprendizagem são colocados à disposição dos alunos, utilizando, para tal, diferentes sistemas. No caso português, a Telescola e a Universidade Aberta são exemplos de sistemas de ensino à distância com um longo historial. O número de instituições de ensino que utilizam plataformas de *e-learning* tem vindo a aumentar (Alves, 2000; Paiva *et al*, 2004), podendo, estas instituições, escolher software comercial, como o *blackboard* (<http://www.blackboard.com/Sites/International/EMEA/index.html>), ou por *softwares* gratuitos de fonte aberta (*open-source*), como o Moodle (<http://moodle.org>), Ilias (<http://www.ilias.de>), *Atutor* (<http://www.atutor.ca>) e Claroline (<http://www.claroline.net>) (Martín-Blas, & Serrano-Fernández, 2009).

Como foi referido anteriormente, o *e-learning* envolve o envio de informação, sendo, então, necessárias formas de comunicação que permitam essa troca de informação. Essa comunicação pode ser assíncrona ou síncrona (Sun *et al*, 2006, Katz, 2000; Katz, 2002; Trentin, 1997). No primeiro caso, as ferramentas poderão ser o correio eletrónico (*email*), os fóruns de discussão, as agendas ou as páginas pessoais dos alunos (Amaral & Leal, 2006; Paiva *et al*, 2004). No segundo caso, as ferramentas poderão ser os quadros interativos, que permitem interagir em tempo real com plataformas alojadas na internet, ou os *chats* (Amaral & Leal, 2006; Paiva *et al*, 2004).

Segundo Paiva (2004), as vantagens do *e-learning* são:

- a flexibilidade – devido à facilidade de acesso aos materiais disponibilizados, independentemente da localização espaciotemporal do aluno, pois é possível aos alunos consultar os materiais onde quer que eles estejam, no momento mais apropriado;
- a acessibilidade – os materiais podem ser acedidos em diferentes situações de mobilidade;
- a centralidade no aluno – os conteúdos das plataformas podem ser construídos tendo em conta as preferências de aprendizagem dos alunos, rentabilizando-as e potenciando-as;
- a racionalização dos recursos – desta forma evita-se que os alunos se desloquem muito frequentemente à escola para obter informações e/ou materiais dos professores;
- um melhor acompanhamento de alunos com dificuldades – pois este sistema agiliza (no caso de dificuldade de locomoção) o acesso à informação a alunos com dificuldades;

Mas também existem desvantagens na utilização do *e-learning* e as principais estão relacionadas com:

- a falta de contacto humano – implica a falta de respostas imediatas, por parte do professor, perante dúvidas a problemas imprevistos dos alunos, não existindo, desta forma, uma relação interpessoal entre aluno – professor, com exceção do *b-learning*, onde uma parte do ensino é presencial (Kratochvil, 2013);

- os problemas técnicos – numa situação em que os sistemas eletrónicos falhem, os alunos e/ou os professores ficam impedidos de aceder às plataformas (Kratochvíl, 2013);
- os custos de acesso – os equipamentos e os materiais de referência necessários para a utilização do *e-learning* envolvem custos, custos esses que podem ser impeditivos dessa utilização (Asgarkhani & Wieck, 2013);
- a formação – para que os professores possam produzir e gerir os conteúdos para este tipo de plataformas, estes têm de possuir disponibilidade de tempo. Além disso, a elaboração de materiais para plataformas de e-learning necessitam de programas informáticos muito específicos que podem ter preços de aquisição avultados (Paiva et al, 2004; Asgarkhani & Wieck, 2013).
- a otimização da plataforma – a preparação da plataforma para que cativa os alunos, através da utilização deste tipo de plataformas, é necessário, igualmente, tempo (Paiva et al, 2004).

Para colmatar uma das desvantagens do *e-learning*, a falta de contacto humano, surgiu o *b-learning*, ou *blending learning* (Gonçalves & Rodrigues, 2006), que consiste no ensino à distância, mas com sessões de ensino presencial, permitindo, desta forma, juntar num sistema características dos dois sistemas, aulas em que o professor comunica com os alunos num local físico (ensino presencial) e trabalho autónomo e a partir de qualquer local (*e-learning*) (Gonçalves & Rodrigues, 2006; Legoinha, Pais & Fernandes, 2008; Lisboa *et al*, 2009; Wu, Tennyson & Hsia, 2010)

Para que seja possível a utilização do *e-learning* é requerido uma plataforma. Uma das principais plataformas de *e-learning*, que é utilizada quer a nível mundial (Davis, Carmean e Wagner, 2009; Fernandes, 2008), quer em Portugal, é a plataforma *Moodle*. A Moodle é uma plataforma que está em constante evolução, pois, graças a ser uma rede aberta, permite a todos os utilizadores contribuir com as suas ideias, informação ou apoio para a construção de novos módulos que podem corresponder a novas atividades e/ou recursos (materiais disponibilizados) (Lin, 2011, Martín-Blas & Serrano-Fernández, 2009). Para além deste aspeto, permite, também, a partilha de informação, documentação e uma gestão de conhecimento em projetos de investigação (Martín-Blas & Serrano-Fernández, 2009), possibilitando, ao professor, um ensino à distância, utilizando na sua génese a perspetiva construtivista (Lin, 2011). Como se pode ler na página oficial do *Moodle* – <http://Moodle.org>:

“O *Moodle* é um pacote de *software* para produzir cursos e sites baseados na *Internet*. É um projeto de desenvolvimento global projetado para suportar um quadro social construtivista da educação. A palavra *Moodle* era originalmente um acrónimo para *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (isto é, Ambiente Dinâmico de Aprendizagem Modular, Orientado a Objetos), que é útil para programadores e teóricos da educação. É também um verbo que descreve o processo de serpentear por entre algo ociosamente, fazendo coisas conforme lhe ocorre fazê-las, um agradável mexer que muitas vezes leva à visão e criatividade.”

A vantagem da escolha desta plataforma para a utilização do sistema de *e-learning*, para além

da facilidade de utilização e manutenção, é a de disponibilizar um largo número de ferramentas com uma forte componente de participação, comunicação e colaboração, que permite realizar um trabalho de cooperação entre os alunos e os professores (Legoinha, Pais & Fernandes, 2008), para além de ser gratuita e de código aberto (Lin, 2011), o que permite uma participação de todos na melhoria da própria plataforma, ao contrário do que acontece com as plataformas pagas (Lin, 2011, Martín-Blas & Serrano-Fernández, 2009). No caso português, a Moodle está presente em praticamente todos os níveis de escolaridade, mas é utilizada com maior incidência no ensino superior (Duarte & Gomes, 2011). As principais atividades que podem ser desenvolvidas pelo professor e pelos alunos, na plataforma *Moodle*, recorrem: ao *chat*, que permite comunicação síncrona entre os participantes; ao fórum, que permite comunicações assíncronas, entre os participantes; ao diário dos alunos, ao glossário, LAMS (*Learning Activity Management System*) e ao *Wiki*, que permitem a construção de conhecimento pelo aluno; a lição, o questionário, os testes, os trabalhos e os *workshops*, que permitem ao professor avaliar os alunos de forma quantitativa e qualitativa.

Ao nível de recursos, o professor pode disponibilizar vários através da plataforma *Moodle* e com diversas funções. Alguns serão para consulta *online*, podendo ser impressos (como o inserir uma etiqueta, escrever uma página de texto ou escrever uma página *web*), outros poderão ser descarregados para futuras consultas, sem que, para isso, seja necessária ligação à *internet* (como o apontador para um ficheiro ou página, mostrar um diretório e adicionar um pacote IMS de conteúdo).

Relativamente à utilização das plataformas de *e-learning* no ensino das ciências, há já alguns estudos, nacionais e internacionais, sobre este assunto. Relativamente aos estudos desenvolvidos em Portugal, um deles data de 2006 e é da autoria de Legoinha, Pais e Fernandes, tendo sido realizado no âmbito do ensino da Geologia. O outro foi realizado por Leal, Fernandes e Leal, em 2009, e envolveu a utilização da plataforma de ensino *e-lab* para a formação de professores de Física e Química. O primeiro estudo analisou a aplicação da plataforma *Moodle* na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL), em ambiente de *blended-learning*, na disciplina de Geologia de Portugal, que era lecionada nos cursos de Licenciatura de Engenharia Geológica. Durante as aulas ministradas no âmbito da disciplina em estudo, disponibilizou-se diversos materiais, procedeu-se à avaliação dos alunos através de questões semanais e foram lançados fóruns de discussão sobre temas relativos à disciplina em causa. Os autores deste estudo concluíram que: a utilização de questões semanais, que tinham prazo para serem respondidas, disciplinou os alunos; a plataforma *Moodle* facilitou a interação entre os alunos e o professor, bem como a realização de trabalhos por parte dos alunos, pois a apresentação, a entrega e a correção dos trabalhos realizados pelos alunos passou a ser realizada

através da *Internet*; os próprios alunos reconheceram melhorias na aprendizagem; os professores sentiram que o recurso ao *b-learning*, exige um tempo de dedicação superior, pois, para além de preparar as aulas, incluindo materiais didáticos e de avaliação, o professor necessita de estruturar e de atualizar a plataforma.

Já no segundo estudo, os autores pretendem estudar o efeito que o *e-lab* provoca na motivação dos alunos para o ensino da FQ A, tendo em conta que *e-lab* é utilizado num ambiente de *b-learning*, servindo como complemento às aulas presenciais. A plataforma de *e-learning* que foi utilizada como suporte foi a *Moodle* e necessitou de nove sessões presenciais. Após a realização da formação, os professores preencheram um questionário sobre o ensino à distância, utilizando o *b-learning*, com o *e-lab*, associado à plataforma *Moodle*. Os investigadores constataram que estes recursos podem potenciar o interesse e a motivação de alunos e professores através da tecnologia associada ao trabalho laboratorial e/ou ao *e-learning*.

Já ao nível internacional, Özden e Sengel (2009) realizaram um estudo para determinar as perceções que alunos do 8º ano possuíam sobre uma plataforma *online*, utilizada no ensino de ciências, e para investigar a atitude dos mesmos alunos face às ciências. Durante o estudo os alunos foram envolvidos na resolução de problemas do quotidiano que eram colocados na plataforma, podendo fazê-lo individualmente ou de forma colaborativa. É de salientar que os alunos realizaram um pré-teste e um pós-teste para que fosse possível avaliar a sua progressão. Após a realização do estudo, os autores verificaram que ocorreu uma mudança positiva da atitude dos alunos entre os momentos anterior e posterior à utilização do sistema. Pela análise dos resultados dos testes realizados, o pré e o pós teste, os autores do estudo, Özden e Sengel (2009), concluíram que este sistema de ensino contribuiu para um aumento da melhoria da educação científica. Alguns dos aspetos que foram referidos por Özden e Sengel (2009) como tendo contribuído para esta melhoria de atitude, foram o facto de os alunos encontrarem na *internet* muitos endereços de outras páginas, com informações relevantes para eles, e terem oportunidades para ler e analisar conteúdos colocados à disposição. Os próprios alunos referiram que a utilização desta ferramenta tornou o processo mais simples e livre de *stress*, porque, muitas das vezes, eles realizavam este trabalho em casa (Özden & Sengel, 2009). Jung *et al* (2002), após a realização de um estudo com alunos que frequentavam três cursos universitários em Seul e onde foram analisados os efeitos de três tipos de interação (académica, colaborativa e social) na aprendizagem, satisfação, participação e atitude em relação à aprendizagem à distância, utilizando uma plataforma baseada na *Internet*, constataram que a aprendizagem que envolve a utilização de plataformas de *e-learning* desenvolve uma atitude positiva nos alunos para com o processo de ensino e de aprendizagem.

Assim, e como também é referido por Sun *et al* (2006), o *e-learning* é uma alternativa ao ensino presencial, de tal forma que, muitas escolas, de todos os níveis de ensino, implementaram o sistema de *e-learning*. Goyal (2012) refere que o *e-learning* é a nova alternativa para o ensino, inovadora e inspiradora, ao combinar diversas ferramentas TIC que conhecemos. Para além disso, o *e-learning*, embora recente, está em constante evolução e, por consequência, prevê-se que o futuro do *e-learning* seja muito positivo (Goyal, 2012).

2.5. Utilização de *podcasts* na educação, com incidência no ensino das Ciências

Um dos aparelhos que faz parte do quotidiano dos nossos jovens é o leitor portátil de música, o vulgarmente chamado MP3, que é mais uma das ferramentas TIC, na qual os jovens estão imersos. Assim, faz todo o sentido aproveitar esta ferramenta para o ensino das ciências, tirando partido da forte adesão dos jovens à mesma (Putmam & Kingsley, 2009).

Em 2004, o VJ (*Video Jockey*) da MTV, Adam Curry, criou o termo *Podcasting* que, segundo Moura e Carvalho (2006), consiste na fusão de dois termos: *Ipod* (um leitor de MP3 da Apple) e *Broadcasting* (distribuição de áudio e/ou vídeo através da rádio ou da televisão). O termo *podcasting* está relacionado com a distribuição de áudio através da *internet*, normalmente, mediante uma subscrição (Siemens & Tittenberger, 2009). Já o *podcast* é um ficheiro áudio, que pode ser integrado no processo de ensino e aprendizagem para fazer chegar aos alunos informação do âmbito de uma dada disciplina mas apresentada de forma mais personalizada, em função das características e necessidades dos alunos (Bolliger, Supanakorn & Boggs, 2010)

Mais recentemente, e com o aumento da popularidade do vídeo, surgiu uma nova ferramenta para transmitir informação: o *vodcast* (Moura & Carvalho, 2006). O *vodcasting* é um método de distribuição de vídeos pela *Internet* ou por uma rede de computadores que utiliza as ferramentas desenvolvidas para criar e publicar *podcasts*. Os *vodcasts* têm sido muito utilizados em áreas tão distintas como a geografia, a biologia, a química e a física (Moura & Carvalho, 2006).

Os ficheiros que constituem os *podcasts* podem, após a sua produção, ser distribuídos através das *Internet*, no âmbito da *Web 2.0*. Neste caso, os *podcasts* são colocados em plataformas e, a partir delas, toda a comunidade poderá ter acesso aos mesmos (DGIDC, 2008)

As principais características do *podcast*, como meio de transmissão de informação, segundo Júnior & Coutinho (2007b), são as seguintes:

- Utilizam textos, imagens, áudio, vídeo e hipertexto que são fáceis de atualizar, sem necessidade de grandes conhecimentos informáticos;
- Disponibilizam conteúdos gratuitamente, através da Internet, utilizando uma grande variedade de tipos de plataformas;
- Podem organizar-se por meio de playlists que, por sua vez, podem ser produzidas de forma individual ou coletiva;
- Podem ser acedidos de forma livre ou mediante registo, o qual, mesmo que seja exigido, pode não implicar pagamento;
- Podem ser atualizados por meio de *feeds* do RSS (*Real Simple Syndication*).

O *Podcasting* faz com que os alunos possam, em casa ou em outros locais, aceder à informação que foi abordada nas aulas (Moura & Carvalho, 2006; Putnam & Kingsley, 2009), através das plataformas que os disponibilizam ou utilizando leitores de mp3, *ipods* ou outros dispositivos similares (Júnior & Coutinho, 2007b). No entanto, os dispositivos portáteis são os mais vantajosos porque, dessa forma, o aluno pode ouvir/visualizar os *podcasts/ vodcasts* em diversas situações do quotidiano, como, por exemplo, durante a prática de desporto ou a deslocação para a escola (Júnior & Coutinho, 2007b).

Mustaro (2010), após explorar a tecnologia que está associada aos *podcasts* e a sua evolução ao longo da história, verificou que, através da utilização de *podcasts*, pode conseguir-se uma maior dedicação do aluno ao que está a aprender, uma reflexão mais séria, assim como um maior aprofundamento e desenvolvimento de competências relacionadas com resolução de problemas ou com utilização da linguagem (Mustaro, 2010). Para além disso, os *podcasts* podem ser utilizados para reforço dos assuntos lecionados, se assumirem a forma de resumos dos assuntos previamente abordados pelo professor (Mustaro, 2010).

Tendo em conta que os *podcasts* podem ser utilizados em educação com variadíssimos objetivos, tornou-se conveniente criar um sistema de classificação de *podcasts*. O primeiro sistema de classificação que se conhece data de 2007 e, segundo Carvalho *et al* (2009), é da autoria de Salmon. Contudo, essa classificação revelou-se bastante complexa, pelo que Carvalho (2009) desenvolveu uma taxonomia mais simples, que classifica os *podcasts*, com base em seis variáveis, que são:

- Tipo: os *podcasts* podem ser do tipo: expositivo, apresentando análises, resumos ou sínteses; feedback, apresentando comentários a trabalhos dos alunos; instruções, apresentando indicações e/ou procedimentos para realização de trabalhos ou orientação do estudo; destinados ao público, em geral, ou a pessoas, incluindo alunos, com determinadas características.
- Formato: os *podcasts* podem ter, apenas, formato áudio (*podcast*) ou apresentar-se em formato vídeo (*vodcast*);

- Duração: a duração dos *podcasts* pode ser curta (entre um e cinco minutos), moderada (entre seis e 15 minutos) ou longa (superior a 15 minutos);
- Autor: pode ser o professor, o aluno ou outra entidade;
- Estilo: o estilo do *podcast* pode ser formal ou informal;
- Finalidade: os podcasts podem servir para informar, motivar/sensibilizar ou incentivar o questionamento.

A utilização dos *podcasts* no ensino e na aprendizagem possui vantagens das quais se destacam as seguintes (Júnior & Coutinho, 2007b):

- Aumentar o interesse pela aprendizagem dos conteúdos, devido à novidade que introduzem;
- Facilitar o respeito pelos diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos;
- Possibilitar a aprendizagem, tanto dentro como fora da escola;
- Responsabilizar os alunos pelo processo de aprendizagem;
- Levar os alunos a falar e a ouvir, o que constitui uma atividade de aprendizagem muito mais significativa do que o simples ato de ler.

Outro fator que está a contribuir para o sucesso desta ferramenta é o, também, êxito do *iTunes* da Apple, que disponibiliza gratuitamente uma grande quantidade de *podcasts*. De facto, a quantidade de acessos a esta plataforma é tão elevada que a própria Apple possui um serviço no *iTunes* denominado “*iTunes U*”, a fim de tornar mais fácil o acesso a *podcasts* relacionados com o ensino (Dala Ali, Lloyd & Al-Abed, 2011; Moura & Carvalho, 2006).

No que diz respeito à área das ciências, estão já disponíveis muitos *podcasts* e *vodcasts* através do iTunes que, conforme foi referido, são produzidos essencialmente por universidades americanas. Em Portugal, à data de escrita desta dissertação existiam, *podcasts* sobre ciências na página da Ciência Viva TV (<http://www.cvtv.pt/podcasts/>), na página Ciência Hoje (<http://www.cienciahoje.pt/8926>), na página Podcasts.com.pt (<http://www.podcasts.com.pt/>). Além destes, e à data de escrita desta dissertação, existiam um programa da Antena 1 (“A1 Ciência”) que disponibiliza *podcasts* sobre vários temas de ciências (http://tv1.rtp.pt/programas-rtp/index.php?p_id=2143&e_id=&c_id=1&dif=radio).

Existem várias investigações sobre a utilização de *podcasts* em educação, sendo que algumas delas se centram na educação em ciências. Putman e Kingsley (2009), por exemplo, realizaram uma investigação sobre a utilização de *podcasts* na área das ciências, mais especificamente sobre o uso de vocabulário científico na área da Química. Esta investigação teve como objetivo estudar se a utilização de *podcasts* potencia o desenvolvimento de vocabulário científico adquirido nas aulas de ciências, por

um grupo de alunos do 5º ano, quando comparado com o desenvolvimento de vocabulário científico de outro grupo de alunos, do mesmo ano, que apenas tinha acesso ao vocabulário científico nas aulas de Química. Os autores concluíram que: a utilização de *podcasts* potencia um maior desenvolvimento do vocabulário científico, quando comparado com o alcançado por alunos que apenas tiveram acesso ao vocabulário na sala de aula; os alunos que utilizaram *podcasts* ficaram mais motivados para aprender vocabulário científico. Putman e Kingsley (2009) constataram, ainda, que esta melhoria ocorria devido ao aproveitamento do leitor de MP3, equipamento com que os nossos jovens estão muito familiarizados.

Já Scutter *et al* (2010) realizaram um estudo, em 2008, em que foi proposto aos professores de medicina que lecionavam a disciplina “Medical Radiation”, a elaboração de *podcasts* com as leituras das apresentações em *Powerpoint* que iriam fazer nas aulas. Esses *podcasts* eram tornados disponíveis aos alunos logo após as respectivas aulas. Os autores concluíram que os alunos ouviam os *podcasts*, após os professores disponibilizarem os outros materiais da aula, como complemento à leitura das apresentações em *Powerpoint*. Os alunos que adotaram este procedimento diziam fazê-lo para reviverem as apresentações dos professores, simulando um ambiente semelhante ao da sala de aula.

No caso português, também foram realizados estudos sobre a utilização de *podcasts* no ensino. Carvalho *et al* (2009) efetuaram uma investigação sobre o impacto da utilização de *podcasts* em *b-learning*, no ensino superior. Nesse estudo foram utilizados 56 *podcasts* criados por seis docentes para 318 alunos de 13 cursos distintos. Os alunos, na sua grande maioria, afirmaram ouvir os *podcasts* e consideraram a introdução de *podcasts* nos seus cursos como uma experiência enriquecedora. Os autores afirmaram, ainda, que o uso de *podcasts* precisa ser estimulado, pois verificaram que os alunos não tiraram proveito da possibilidade de utilização de equipamentos móveis para ouvir os *podcasts*.

Carvalho, Moura e Cruz, em 2008, realizaram uma investigação, que incluiu quatro estudos, envolvendo alunos dos 9º e 11º anos de escolaridade, bem como alunos de licenciatura e de mestrado. Pretendiam avaliar a reação dos alunos aos *podcasts* e, também, averiguar se os alunos preferem, ou não, os *podcasts* em detrimento da informação escrita. Para os alunos do 9º ano de escolaridade foram produzidos e publicados *podcasts* no âmbito da disciplina de História, mais especificamente sobre a temática “1ª guerra mundial”. Já no caso dos alunos de 11º ano de escolaridade, foram produzidos *podcasts* no âmbito da disciplina de Literatura Portuguesa, pretendia-se estudar as implicações pedagógicas da utilização dos *podcasts*. Os *podcasts* para os alunos de licenciatura foram utilizados como manuais de instruções de diversas ferramentas, de que é exemplo a plataforma *blackboard*. Por último, os alunos de mestrado receberam o *feedback* relativo aos seus trabalhos ou as orientações para

realização de determinadas tarefas, através de *podcasts*. No final destes quatro estudos verificou-se que os *podcasts* são uma ferramenta muito útil e que pode ser utilizada em diversos níveis de ensino. Para além disso, a maioria dos alunos afirmou que gostou de ouvir os *podcasts*, embora alguns gostassem mais de poder ter tido acesso à informação escrita. É de referir que apenas no grupo dos alunos do 11º ano de escolaridade alguns elementos utilizaram leitores de MP3 para ouvir os *podcasts*.

A análise dos estudos anteriormente sintetizados apesar de centrados na análise da motivação e das reações dos alunos, sugere que os *podcasts* podem contribuir, positivamente, para a aprendizagem, embora alguns alunos continuem a preferir os materiais em formato escrito. Carvalho, Moura e Cruz (2008) referem que o limite da utilização dos *podcasts*, e portanto, a sua eficácia, depende muito da imaginação de quem os produz e do modo como os usa. O desafio é conseguir que eles cativem os alunos e sejam capazes de promover a aprendizagem.

Assim, e no caso das ciências, os *podcasts* poderão, também, dar uma contribuição, não só para a motivação dos alunos perante as aulas de ciências, mas também para o incremento das aprendizagens realizadas nas aulas. É este aspeto, pouco trabalhado ainda, que considerámos especialmente relevante estudar.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Introdução

Neste capítulo é efetuada a descrição e a fundamentação da metodologia utilizada no estudo. No sentido de tornar mais compreensíveis as diferentes etapas do seu desenvolvimento, começa-se por efetuar uma descrição sintética do estudo realizado (3.2). Depois, é apresentada uma caracterização das metodologias de ensino utilizadas (3.3), para, em seguida, caracterizar a amostra, explicando os critérios utilizados na sua seleção (3.4). Posteriormente, são justificadas as técnicas de recolha de dados (3.5) e apresentados os instrumentos de recolha de dados elaborados para esta investigação (3.6). Finalmente, são descritos os procedimentos utilizados na recolha de dados (3.7), bem como no tratamento destes (3.8).

3.2. Descrição do estudo

Com este estudo pretendeu-se analisar a influência das formas de disponibilização de *podcasts* na aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A. Os *podcasts*, que foram iguais para as duas turmas, independentemente da forma de disponibilização, foram facultados das seguintes formas: apenas um ficheiro contendo o *podcast* que esteve acessível na plataforma *Moodle*; *podcast* inserido num *e-book*, com informação adicional e exercícios, também acessível na plataforma *Moodle*. Segundo McMillan e Schumacher (2010), este estudo enquadrou-se num tipo quase experimental no qual foram envolvidas duas turmas, uma de controlo (TP), que teve acesso apenas a *podcasts* e outra experimental (TE) que teve acesso aos mesmos *podcasts* inseridos em *e-books*.

A disponibilização, aos alunos, dos *podcasts*, foi sempre feita após os conceitos terem sido trabalhados em sala de aula. Só assim funcionaram, como é pretendido, ou seja, como um recurso didático que permitiu reforçar a aprendizagem do conhecimento conceptual adquirido na sala de aula. É de realçar que os *podcasts* disponibilizados eram rigorosamente iguais, pois o objetivo foi o de analisar as formas de disponibilização de *podcasts* na aprendizagem da temática.

Assim, utilizando a taxonomia dos *podcasts* desenvolvida por Carvalho (2009), e tendo em conta o objetivo que se pretendeu alcançar através da utilização dos *podcasts*, estes foram expositivos, pois são utilizados para sintetizar e reforçar os conteúdos lecionada na aula. O formato escolhido foi apenas

áudio e de curta duração, pois nunca atingem os cinco minutos de duração, a fim de estes resumirem pequenas quantidades de informação e não serem extenuantes. Os *podcasts* foram elaborados pelo autor da dissertação, professor de umas das turmas. As duas turmas estudaram o mesmo tema e foram submetidas à mesma metodologia de ensino, implementada por dois professores, um dos quais o investigador. No entanto, este último trabalhou sempre em parceria com o professor da outra turma. Ambas as turmas foram sujeitas a um teste de conhecimentos, antes do ensino do tema, pré teste (para obter uma caracterização do estado inicial das turmas) e, novamente após a lecionação do mesmo e o uso dos *podcasts* ou *e-book*, pós-teste (para caracterizar o estado final dos alunos). Posteriormente, analisou-se o impacto relativo dos *podcasts* e do *e-book* nas aprendizagens dos alunos dos dois grupos em estudo.

Terminada a recolha de todos os dados, estes foram tratados e analisados, comparando os resultados obtidos pela TP com os resultados obtidos pela TE, tendo como referência o objetivo inicialmente proposto para o estudo.

3.3. Metodologias de ensino

3.3.1. Caracterização geral da metodologia de ensino

O tema “Do Sol ao Aquecimento”, como referido anteriormente, faz parte do programa de Física e Química A, do 10º ano de escolaridade e, tal como é preconizado por este, o tema deverá ser lecionado através de uma abordagem CTS (DES, 2001), utilizando para tal as questões problema referidas na revisão de literatura, no ponto 2.2. Embora o estudo envolvesse duas turmas, lecionadas por professores diferentes, a planificação das aulas (Tabela 4) é comum às duas turmas, tendo as diferentes aulas uma estrutura comum: introdução ao tópico, momento em que o professor, utilizando a exposição, apresenta os conceitos chave ao tópico da aula para, seguidamente, os alunos serem colocados perante problemas do quotidiano. Nesta fase, os alunos, utilizando os conhecimentos adquiridos durante a fase expositiva, tentam resolver os problemas do quotidiano, cujas soluções requerem conceitos no âmbito do tema em estudo. Para além disso, os alunos realizaram quatro atividades práticas laboratoriais (APL), preconizadas no programa, as quais envolviam quatro problemas, um associado a cada APL. Assim, e de uma forma esquemática, a metodologia de ensino aplicada neste tema pode ser sintetizada da seguinte forma:

- Organização: 6 tópicos
- Metodologia: CTS nas duas turmas
- Duração: 16 aulas de 50 min (incluindo 4 APL)

- Sequência, em cada tópico:
 - Introdução ao tópico
 - Apresentação de conceitos chave pelo professor
 - Resolução de problemas do cotidiano, pelos alunos
 - Realização de atividade(s) práticas laboratoriais (casos em que se aplicava)
 - Resolução de problemas do cotidiano, pelos alunos

Assim, ao longo de todo o processo, as aulas decorreram utilizando diferentes metodologias, em função dos assuntos a tratar, mas comuns às duas turmas, sendo a única diferença que existe entre elas a forma de disponibilização de *podcasts* aos alunos. Estes *podcasts* tiveram como objetivo principal reforçar a aquisição dos conhecimentos adquiridos durante as aulas, de forma a maximizar os meios que permitiram aos alunos adquirir as competências definidas pelo programa de Física e Química A.

O ensino do tema “Do Sol ao Aquecimento” divide-se em dois subtemas: “Energia – Do Sol para a Terra” e “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”.

O primeiro subtema começa pelo tópico “Balanço energético da Terra”. Ele permite aos alunos tomar consciência de que a “temperatura média da Terra é, em grande parte, determinada pela radiação que ela recebe do Sol, mas que esta também emite energia, pois, caso contrário, ficaria cada vez mais quente” (DES, 2001, p.62) e relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respetiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann). Para além do referido anteriormente, os alunos devem relacionar a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo com os valores da temperatura a que se encontra o corpo (deslocamento de Wien), relacionando, no final do tema, estes valores com a superfície do Sol e da Terra. No final da abordagem deste tópico, foram disponibilizados os *podcasts* “Energia do Sol e radiação eletromagnética”, “Absorção, emissão e transmissão da radiação eletromagnética” e “Radiação térmica: Lei de Stefan-Boltzmann e Lei do Deslocamento de Wien”.

Em seguida, foi lecionado o tópico “Equilíbrio térmico”. Neste caso, os alunos tomaram conhecimento da Lei Zero da Termodinâmica e do seu significado, explicando que, quando um sistema está em equilíbrio térmico com as suas vizinhanças, as respetivas taxas de absorção e de emissão de radiação são iguais. Durante este tópico os alunos realizaram a atividade prática laboratorial “Absorção e emissão de radiação”. No final deste tópico foi disponibilizado o *podcast* “Equilíbrio térmico e lei zero da termodinâmica”

No que concerne ao terceiro tópico os alunos determinaram a temperatura média da Terra a

partir do balanço entre a energia solar absorvida e a energia da radiação emitida pela superfície da Terra e pela atmosfera, concluindo, no final, que o valor real da temperatura média da Terra sofre a influência da absorção e da reemissão de radiação por alguns gases presentes na atmosfera (efeito de estufa). Para concluir o estudo deste tópico foi disponibilizado o *podcast* “Balanço energético da Terra”.

No âmbito do último tópico deste subtema, os alunos deveriam compreender a forma como a radiação solar se transforma em energia elétrica, através da utilização dos painéis fotovoltaicos. Durante a abordagem deste tópico, os alunos realizaram a atividade prática laboratorial “Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico”. O *podcast* disponibilizado no final deste tópico será o “Radiação solar na produção da energia elétrica”.

O segundo subtema, “A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”, começa com o tópico “A radiação solar no aquecimento”. Neste subtema, os alunos distinguiram os mecanismos de condução e convecção e relacionaram quantitativamente a condutividade térmica de um material com a taxa temporal de transmissão de energia entre corpos a temperaturas diferentes, distinguindo materiais bons e maus condutores da energia térmica, com base em valores tabelados de condutividade térmica. No final deste subtema foram disponibilizados os *podcasts* “Mecanismos de transferência de energia térmica: Condução e convecção” e “A radiação solar e os coletores solares”.

Para o estudo do subtema seguinte, “1ª lei da termodinâmica”, os alunos interpretaram a 1ª Lei da Termodinâmica a partir da Lei Geral da Conservação da Energia, em situações em que a variação de energia interna se faz à custa de trabalho, de energia térmica ou de radiação, estabelecendo balanços energéticos em sistemas termodinâmicos. Durante este tópico, os alunos realizaram as atividades práticas laboratoriais “Capacidade térmica mássica” e “Balanço energético num sistema termodinâmico”. No final deste tópico, foram disponibilizados os *podcasts* “Primeira lei da termodinâmica e balanços energéticos (1ª parte)”, “Primeira lei da termodinâmica e balanços energéticos (2ª parte)” e “Capacidade térmica mássica e variação de entalpia”.

Este subtema, e conseqüentemente o tema, termina com o tópico “2ª lei da termodinâmica”, a partir do qual os alunos calcularam o rendimento de processos de aquecimento/arrefecimento, concluindo que os processos, que ocorrem espontaneamente na Natureza, ocorrem sempre num determinado sentido – o da diminuição da energia útil do Universo (2ª Lei da Termodinâmica). O *podcast* disponibilizado no final deste tópico foi o “Segunda lei da termodinâmica e rendimento de um processo”.

Resumidamente, a metodologia de ensino seguiu a planificação que se encontra descrita na Tabela 4.

Tabela 4 – Planificação geral do ensino do tema “Do Sol ao aquecimento”

Aulas	Planificação
<p>1 e 2 (180 min)</p>	<p>Apresentação à turma, pelo professor, dos objetivos gerais do tema “Do Sol ao aquecimento”, bem como dos dois subtemas (“Energia – do Sol para a Terra” e “Energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”) que o compõem.</p> <p>Colocação, aos alunos, de problemas previstos no programa que deverão ser respondidos no final do 1º subtema “Energia – do Sol para a Terra”:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como a potência irradiada por uma superfície varia com a temperatura? - Porque é que vemos a luz emitida pelo Sol e não vemos a Terra a emitir radiação? - Como se determina a temperatura média de equilíbrio radiativo da Terra? - Que fatores se devem ter em conta para obter o valor real da temperatura média da Terra? <p>Apresentação, pelo professor, de conceitos chave relacionados com o 1º tópico deste subtema: “Balanço energético da Terra”.</p> <p>Apresentação aos alunos de enunciados de problemas do quotidiano, relacionados com o tópico, para resolução em pequeno grupo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como é que os cientistas conseguem obter os valores da temperatura superficial das estrelas? - Qual a relação da cor do vestuário com as estações do ano? <p>Resolução, pelos alunos, em pequeno grupo (2 aluno cada), destes problemas.</p> <p>Análise, pelo professor conjuntamente com os alunos, das respostas dadas pelos grupos aos problemas</p>
<p>3 (90 min)</p>	<p>Apresentação aos alunos dos seguintes problemas, relacionados com a “APL 1.1 – Absorção e emissão de radiação” (prevista no programa), a responder no final da atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por que é que as casas alentejanas são, tradicionalmente, caiadas de branco? - Por que é que a parte interna de uma garrafa-termo é espelhada? <p>Realização da APL, em pequeno grupo.</p> <p>Elaboração, por cada grupo de alunos, na aula, de um relatório sobre a atividade, o qual deverá conter as respostas aos problemas colocados no início da aula.</p> <p>Discussão dos relatórios, em turma.</p>
<p>4 e 5 (180 min)</p>	<p>Apresentação aos alunos do seguinte problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como é possível aproveitar melhor a energia solar? <p>Apresentação, pelo professor, de conceitos chave relacionados com o tópico “A radiação solar na produção da energia elétrica”, que permitirão responder a este problema.</p> <p>Apresentação aos alunos de enunciados de problemas do quotidiano, relacionados com o tópico, para resolução em pequeno grupo. Um desses problemas é o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quais os fatores que influenciam a produção de energia elétrica a partir da radiação proveniente do Sol? <p>Resolução, pelos alunos, em pequeno grupo (2 aluno cada), destes problemas.</p> <p>Análise, pelo professor conjuntamente com os alunos, das respostas dadas pelos grupos aos problemas.</p>

Tabela 4 – Planificação geral do ensino do tema “Do Sol ao aquecimento” (cont.)

Aulas	Planificação
6 (90 min)	<p>Apresentação aos alunos do seguinte problema, relacionado com a “APL 1.2 – Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico” (prevista no programa), a responder no final da atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pretende-se instalar painéis solares fotovoltaicos de modo a produzir a energia elétrica necessária ao funcionamento de um conjunto de eletrodomésticos. Como proceder para que o rendimento seja máximo? <p>Realização da APL, em pequeno grupo.</p> <p>Elaboração, por cada grupo de alunos, na aula, de um relatório sobre a atividade, o qual deverá conter a resposta ao problema colocado no início da aula.</p> <p>Discussão dos relatórios, em turma.</p>
7 (90 min)	<p>Recordação aos alunos dos problemas relativos ao subtema “Energia – do Sol para a Terra” (ver aulas 1 e 2)</p> <p>Resolução dos problemas em pequeno grupo.</p> <p>Discussão das resoluções e respostas aos problemas, em turma.</p>
8 e 9 (180 min)	<p>Colocação, aos alunos, de um problema, previsto no programa, que deverá ser respondido no final do 2º subtema “Energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas”:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quais são os mecanismos de transferência de energia térmica? Como se caracterizam esses processos? <p>Apresentação pelo professor de conceitos chave, relacionados com o 1º tópico deste subtema: “Mecanismos de transferência de calor”</p> <p>Apresentação aos alunos de enunciados de problemas do quotidiano, relacionados com o tópico, para resolução em pequeno grupo. Um desses problemas é o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como obter uma maior eficiência no isolamento de uma casa? <p>Resolução, pelos alunos, em pequeno grupo (2 aluno cada), destes problemas.</p> <p>Análise, pelo professor conjuntamente com os alunos, das respostas dadas pelos grupos aos problemas.</p>
10 (90 min)	<p>Apresentação aos alunos dos seguintes problemas, relacionados com a “APL 1. 3 – Capacidade térmica mássica” (prevista no programa), a responder no final da atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por que é que no Verão a areia fica escaldante e a água do mar não? - Por que é que o clima junto à costa marítima é mais ameno que o clima no interior? <p>Realização da APL, em pequeno grupo.</p> <p>Elaboração, por cada grupo de alunos, na aula, de um relatório sobre a atividade, o qual deverá conter a resposta aos problemas colocados no início da aula.</p> <p>Discussão dos relatórios, em turma.</p>
11 (90 min)	<p>Apresentação aos alunos dos seguintes problemas, relacionados com a “APL 1. 4 – Balanço energético num sistema termodinâmico” (prevista no programa), a responder no final da atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se, num copo, tiver um certa quantidade de água à temperatura ambiente e quiser arrefecer mais essa água, qual dos seguintes procedimentos lhe permitira obter uma temperatura final mais baixa: i) adicionar-lhe uma determinada massa X de água no estado líquido, a 0°C; ii) adicionar-lhe uma massa X de gelo também à temperatura de 0°C? - Se tivesse dois copos com igual massa de água, à mesma temperatura, e, num dado instante, a um desses copos juntasse uma massa y de água, a 0°C, e ao outro copo juntasse uma massa y de gelo, também a 0°C, no instante em que o gelo acabasse de fundir, a que temperatura se encontraria o conteúdo dos dois copos? <p>Realização da APL, em pequeno grupo.</p> <p>Elaboração, por cada grupo de alunos, na aula, de um relatório sobre a atividade, o qual deverá conter as respostas aos problemas colocados no início da aula.</p> <p>Discussão dos relatórios, em turma.</p>

Tabela 4 – Planificação geral do ensino do tema “Do Sol ao aquecimento” (cont.)

Aulas	Planificação
12 e 13 (180 min)	<p>Apresentação aos alunos dos seguintes problemas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Como funcionam os coletores solares?- Como se caracterizam os materiais bons e maus condutores térmicos? <p>Apresentação, pelo professor, de conceitos chave relacionados com o tópico “Materiais condutores e isoladores do calor”, que permitirão responder a estes problemas.</p> <p>Apresentação aos alunos de enunciados de problemas do quotidiano, relacionados com o tópico, para resolução em pequeno grupo. Dois desses problemas são os seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Por que razão os tubos dos coletores são metálicos?- Por que razão o fundo metálico dos coletores é negro? <p>Resolução, pelos alunos, em pequeno grupo (2 aluno cada), destes problemas.</p> <p>Análise, pelo professor conjuntamente com os alunos, das respostas dadas pelos grupos aos problemas.</p>
14 e 15 (180 min)	<p>Apresentação aos alunos dos seguintes problemas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Quais os processos que permitem a transferência de energia entre sistemas?- Será que toda a energia que é transferida entre sistemas é aproveitada? <p>Apresentação, pelo professor, de conceitos chave relacionados com os tópicos “1ª Lei da Termodinâmica” e “Degradação da energia. 2ª Lei da Termodinâmica”, que permitirão responder a estes problemas.</p> <p>Apresentação aos alunos de enunciados de problemas do quotidiano, relacionados com o tópico, para resolução em pequeno grupo. Um desses problemas é o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none">- Por que razão aquecem as máquinas elétricas? <p>Resolução, pelos alunos, em pequeno grupo (2 aluno cada), destes problemas.</p> <p>Análise, pelo professor conjuntamente com os alunos, das respostas dadas pelos grupos aos problemas.</p>
16 (90 min)	<p>Recordação aos alunos do problema relativo ao subtema “Energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas” (ver aulas 8 e 9)</p> <p>Resolução do problema, em pequeno grupo.</p> <p>Discussão das resoluções e respostas ao problema, em turma.</p>

3.3.2. Caracterização dos podcasts

Tendo em conta o que foi referido no tópico 2.5, os *podcasts* que serão utilizados ao longo deste estudo serão apenas áudio, de curta duração (pois nenhum ultrapassa os 5 minutos de duração) e do tipo expositivo, funcionando como resumos ou síntese da matéria lecionada nas aulas, sendo criados para um público específico, neste caso os alunos da disciplina de Física e Química A, do 10º ano de escolaridade e o autor do *podcast* é o próprio professor que os utiliza para informar e incentivar os alunos para a disciplina de Física e Química A, mais especificamente, para o Módulo “Do Sol ao Aquecimento”. Foram criados doze *podcasts* cujos títulos e objetivos se apresentam na Tabela 5, cujos ficheiros de áudio estão no anexo 3.

É de referir, que para respeitar o que foi mencionado acerca dos *podcasts* a utilizar neste estudo,

e relativamente à sua duração, o *podcast* que foi construído sobre a Primeira lei da termodinâmica e balanços energéticos teve de ser dividido em duas partes. Assim, e como se pode ver na Tabela 5, há dois *podcasts*, o nº 9 e o nº 10, sobre este tema.

Os *podcasts* que foram disponibilizados aos alunos incorporados no *e-book*, que pode ser consultado no anexo 3, são os mesmos que foram disponibilizados aos restantes alunos em ficheiro de áudio simples. A forma de disponibilização dos *podcasts* e do *e-book* foi através da plataforma *Moodle*.

Tabela 5 – Os objetivos dos *podcasts*

<i>Podcast</i>	Objetivos
1 - Energia do Sol e radiação eletromagnética	Definir o conceito de energia.
	Caracterizar o Sol enquanto fonte de energia.
	Caracterizar a energia emitida pelo Sol.
2 - Absorção, emissão e transmissão da radiação eletromagnética	Explicar como a temperatura média da Terra é, em grande parte, determinada pela radiação que ela recebe do Sol.
	Explicar que a Terra também emite energia para o espaço, controlando, assim, a sua temperatura.
	Identificar um sistema termodinâmico como aquele em que são apreciáveis as variações de energia interna.
	Mencionar que todos os corpos irradiam energia.
3 - Radiação térmica: Lei de Stefan-Boltzmann e Lei do Deslocamento de Wien	Caracterizar o espectro da radiação emitida pelos corpos.
	Caracterizar o corpo negro e o refletor ideal.
	Relacionar a potência total irradiada por uma superfície com a respetiva área e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann).
	Enunciar a Lei de Stefan-Boltzmann.
	Identificar a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para diversos valores da sua temperatura (deslocamento de Wien).
4 - Equilíbrio térmico e lei zero da termodinâmica	Identificar situações de equilíbrio térmico.
	Explicitar o significado da Lei Zero da Termodinâmica.
	Explicar que, quando um sistema está em equilíbrio térmico com as suas vizinhanças, as respetivas taxas de absorção e de emissão de radiação são iguais.
5 - Balanço energético da Terra	Determinar a temperatura média da Terra como um todo a partir do balanço entre a energia solar absorvida e a energia da radiação emitida pela superfície da Terra e atmosfera;
	Interpretar o valor real da temperatura média da Terra, a partir da absorção e da emissão de radiação por alguns gases presentes na atmosfera.
6 - Radiação solar na produção da energia elétrica	Explicar que a conversão fotovoltaica, de energia solar, consiste na transformação de energia radiante em energia elétrica aos terminais de um painel fotovoltaico.
	Identificar vantagens e desvantagens da utilização dos painéis fotovoltaicos.
	Dimensionar um sistema de produção de energia elétrica com sistemas fotovoltaicos, em função da resistência do circuito recetor e da inclinação dos painéis fotovoltaicos.
7 - Mecanismos de transferência de energia térmica: Condução e convecção	Identificar os processos de transferência de energia térmica.
	Distinguir os mecanismos de condução e de convecção.
	Identificar situações do quotidiano, nas quais se verificam os mecanismos de condução e de convecção.

Tabela 5 – Os objetivos dos podcasts (Cont.)

<i>Podcast</i>	Objetivos
8 - A radiação solar e os coletores solares	Relacionar quantitativamente a condutividade térmica de um material com a taxa temporal de transmissão de energia térmica.
	Distinguir materiais bons e maus condutores do calor com base em valores tabelados de condutividade térmica;
	Caraterizar os coletores solares com base nas características de absorção e condutividade dos materiais.
9 - Primeira lei da termodinâmica e balanços energéticos (1ª parte)	Definir o conceito de energia interna.
	Relacionar a quantidade de energia transferida entre sistemas a temperaturas diferentes como calor.
	Relacionar a transferência da quantidade de energia através da radiação eletromagnética com a radiação.
	Relacionar a transferência da quantidade de energia entre sistemas em que ocorrem alterações do estado do sistema com o trabalho.
	Identificar os processos de transferência energia entre sistemas, passíveis de alterar a energia interna destes.
10 - Primeira lei da termodinâmica e balanços energéticos (2ª parte)	Interpretar a 1ª Lei da Termodinâmica a partir da Lei Geral da Conservação da Energia.
	Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos.
11 - Capacidade térmica mássica e variação de entalpia	Estabelecer a relação entre transferências de energia sob a forma de energia térmica e a variação de temperatura dos corpos.
	Estabelecer a relação entre transferências de energia sob a forma de energia térmica e a mudança de estado da substância.
	Relacionar a variação da temperatura com a energia que é transferida e com a capacidade térmica mássica da substância que constitui o corpo.
	Relacionar a energia térmica que é transferida com a variação da temperatura que o corpo sofre e com a massa do corpo.
	Interpretar o processo de mudança de estado físico como um processo, no qual não há alteração da temperatura do corpo.
	Relacionar quantitativamente a entalpia de fusão e de vaporização de uma substância com a razão entre energia fornecida ou emitida por unidade de massa dessa substância.
12 - Segunda lei da termodinâmica e rendimento de um processo	Explicitar que os processos que ocorrem espontaneamente na Natureza se dão sempre num determinado sentido – o da diminuição da energia útil do Universo (2ª Lei da Termodinâmica)
	Calcular o rendimento de processos de aquecimento/arrefecimento.

3.4. População e amostra

Este estudo pretende analisar as potencialidades que diferentes ferramentas, que permitem disponibilizar *podcasts*, e de que modo eles podem influenciar e a aprendizagem de alunos que se encontram a frequentar a disciplina de Física e Química A, no 10º ano de escolaridade, mais precisamente na Unidade - “Do Sol ao Aquecimento”. Assim a população deste estudo seria, segundo os critérios definidos por McMillan e Schumacher (2010), os alunos portugueses que frequentam o 10º

ano de Física e Química A, pois é este o conjunto de elementos, com uma característica em comum, a quem se pretende generalizar os resultados deste estudo. Contudo, há uma especificidade na constituição das turmas da escola, nas quais foi realizado o estudo – os níveis obtidos pelos alunos no ciclo anterior. Este parâmetro de seleção reduz significativamente o número de alunos que frequentam o 10º ano de escolaridade do Curso Ciências e Tecnologias na escola onde foi realizado o estudo em causa. Como existiam duas turmas de 10º ano de escolaridade no próximo ano letivo, a população em estudo estará, conseqüentemente dividida em duas turmas.

O conjunto de alunos, extraídos da população, de quem são recolhidos os dados para realizar o estudo designa-se por amostra (McMillan & Schumacher, 2010). Neste caso, trabalhou-se com todos os alunos, da escola em que se realizou o estudo, e tivemos uma situação em que a amostra e a população são constituídas pelos mesmos indivíduos, ou seja, são coincidentes.

O facto de a amostra coincidir com a população revela-se vantajoso, porque deste modo evita-se que a forma como é realizada a amostragem afete a conclusão, introduzindo um erro na generalização dos resultados (McMillan & Schumacher, 2010). A seleção de uma amostra possui grandes vantagens quando a população é muito grande e torna-se inviável a recolha de dados de toda a população, como seria o caso deste estudo se tivesse como população alvo todos os alunos que frequentam o 10º ano de escolaridade em Portugal (McMillan & Schumacher, 2010). Desta forma, e pelo facto de, na prática, não ser selecionada uma amostra, aumenta a qualidade dos resultados (Sousa & Baptista, 2011).

Como já foi referido, neste estudo, trabalhou-se com alunos de duas turmas do 10º ano de escolaridade de Física e Química A, que foram divididas em dois grupos: um grupo–turma será designado por TE, que será a turma que terá acesso aos *podcasts* via *e-book*; a outra turma será designada por TP e terá apenas acesso aos *podcasts*. O grupo–turma TE é constituído por 11 rapazes e 9 raparigas, num total de 21 alunos, com uma idade média de 15,2 anos. O grupo–turma TP é constituído por 13 rapazes e 10 raparigas, num total de 23 alunos com uma idade média de 14,8 anos.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Segundo McMillan e Schumacher (2010), este estudo enquadra-se num tipo Quási-Experimental, utilizando grupos, um de controlo e um experimental, com controlo de pré–teste e pós–teste. Neste caso, a turma TP foi o grupo de controlo, no qual foi efetuada a intervenção com *podcasts* de ficheiros áudio simples e a turma TE foi o grupo onde foi efetuada a intervenção com *podcasts* incorporados em *e-books*.

Neste estudo houve necessidade de recolher informação sobre os conhecimentos dos alunos. Segundo McMillan e Schumacher (2010), uma das técnicas que permite obter respostas a questões que possuem objetivos específicos, como obtenção do conhecimento conceptual ou opiniões, é a técnica de inquérito por questionário. Também Tuckman (2002) refere que o inquérito por questionário poderá ser utilizado na obtenção de respostas fornecidas pelos elementos que participam no estudo, tendo como uma das características o não necessitar da presença do investigador.

Como houve necessidade de avaliar o incremento na aprendizagem do conhecimento conceptual do âmbito do tema “Do Sol ao Aquecimento”, essa avaliação foi realizada através da aplicação de um teste de conhecimentos, que incidiu nos conteúdos abordados na temática selecionada. O teste de conhecimento foi constituído por questões de resposta mista, ou seja, de resposta fechada mas com pedido de justificação à resposta dada e por respostas abertas, como, por exemplo, problemas e de desenvolvimento. Este teste foi aplicado em dois momentos distintos, antes do ensino, sendo utilizado como pré-teste, e após o ensino, em que foi utilizado como pós-teste.

O teste de conhecimentos é original, criado exclusivamente para o desenvolvimento do estudo, pois não foram encontrados na literatura questionários que possuíssem as questões que pareciam necessárias para atingir os objetivos pretendidos. Consequentemente, foi validado por especialistas no que respeita ao seu conteúdo para, posteriormente, ser aplicado a um grupo de alunos de 10^o ano e, assim, verificar a sua adequação aos respondentes.

Após terem sido selecionadas as técnicas que permitiram recolher os dados necessários para o estudo, passou-se à fase de elaboração dos respetivos instrumentos. Assim, foi elaborado um teste de conhecimentos, a usar como pré-teste e pós-teste. Para tal, teve-se em atenção os objetivos definidos no Capítulo I, a revisão de literatura efetuada e apresentada no Capítulo II e as sugestões, para o desenvolvimento de instrumentos de recolha de dados, referidas por diversos autores (ex.: McMillan & Schumacher, 2010) da área da metodologia de investigação em Educação, bem como o previsto no programa de Física e Química A.

Assim, o teste de conhecimento centrou-se nos seguintes temas: o efeito de estufa (origem, causas e consequências); transferência e transformações de energia térmica; emissão de radiação térmica; relação entre potência-energia; aproveitamento da energia solar.

Na Tabela 6 são apresentados, para cada um destes aspetos, os objetivos específicos a alcançar, de forma a recolher os dados necessários para a consecução dos objetivos de investigação.

Tabela 6 –Estrutura do teste de conhecimento

Dimensões	Objetivos	Questão
Efeito de estufa	Averiguar se os alunos conhecem os gases que promovem o efeito de estufa terrestre.	1.1
	Averiguar se os alunos relacionam o efeito de estufa com a existência de vida no nosso planeta.	1.2.1
	Averiguar se os alunos distinguem a origem natural do efeito de estufa da potenciação deste efeito devido à ação humana.	1.3.1
	Averiguar se os alunos relacionam a potenciação do efeito de estufa com o aumento das temperaturas no planeta Terra.	4.2
Transferências e transformações de energia térmica	Averiguar se os alunos reconhecem e caracterizam a radiação como processo de transferência de energia.	3
	Averiguar se os alunos identificam o sentido de transferência de energia térmica entre corpos com diferentes temperaturas.	5
	Averiguar se os alunos identificam materiais bons condutores de energia térmica.	7.1
	Averiguar se os alunos identificam materiais maus condutores de energia térmica.	7.2
	Verificar se os alunos compreendem o que é o rendimento de uma máquina térmica.	6.2
Emissão de radiação térmica	Averiguar a relação estabelecida pelos alunos entre a zona do espectro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por uma estrela e o valor relativo da temperatura à superfície da Terra.	2
	Averiguar se os alunos relacionam o fenómeno das ondas de calor com o aumento da intensidade da radiação emitida pelo Sol que ocorre nos meses de verão.	4.1
Relação Potência - Energia	Verificar se os alunos relacionam potência com a energia disponibilizada / trabalho realizado por unidade de tempo.	6.1
Aproveitamento da energia solar	Averiguar se os alunos descrevem o processo de aproveitamento da energia solar para a produção de energia elétrica, utilizando os sistemas fotovoltaicos.	8.1
	Averiguar se os alunos descrevem o processo de aproveitamento da energia solar para a produção de energia térmica, utilizando os coletores solares.	8.2

O teste de conhecimento inclui, maioritariamente, com questões abertas, existindo apenas quatro questões de escolha múltipla, sendo estas seguidas de uma questão aberta que solicita a justificação da escolha anteriormente efetuada. As questões abertas e os pedidos de justificação visavam reduzir a probabilidade de respostas aleatórias, que podem ocorrer nas questões de escolha múltipla. Depois de definidos os aspetos a incluir no teste, foi realizada uma pesquisa incidindo em testes de conhecimento sobre este tema contudo verificou-se a ausência de testes de conhecimento de referência

que pudessem ser usados ou adaptados. Assim, foi necessário proceder à elaboração de questões para cada um dos objetivos formulados e referidos na Tabela 6.

No teste de conhecimento, e com o objetivo de caracterizar a amostra, foi apresentada uma secção inicial que visava recolher informação relativa a dados pessoais dos alunos.

Num estudo, onde são utilizados instrumentos para a recolha de dados, estes deverão ser validados (McMillan & Schumacher, 2010). Este processo de validação é dividido em duas partes distintas. Assim, o instrumento é analisado por especialistas da área de estudo, em termos do seu conteúdo, da relação deste com os objetivos da investigação, e a qualidade das questões/itens, de modo a garantir que permita recolher a informação pretendida (McMillan & Schumacher, 2010). Após esta análise da validade de conteúdo do instrumento e posterior reformulação, o mesmo foi aplicado a uma turma, da mesma escola, constituída por alunos do mesmo ciclo dos participantes no estudo, não participantes, para atestar a adequação do instrumento aos respondentes. Após a aplicação do teste a esta turma, verificou-se que este estava adequado aos respondentes, pelo que não foi necessário proceder a alterações ao mesmo.

3.6. Recolha de dados

Para que fosse possível atingir os objetivos propostos no Capítulo I, foram recolhidos dados através da aplicação de um teste de conhecimento, utilizado como pré-teste e pós-teste, aos alunos das TE e TP. O pré-teste foi aplicado na aula anterior ao início da lecionação do tema em estudo, para caraterizar o estado inicial do conhecimento dos alunos.

Duas semanas após a lecionação do tema “Do Sol ao Aquecimento”, que durou cerca de cinco semanas, foi aplicado aos alunos o pós-teste. A razão pela qual o pós-teste foi aplicado duas semanas, e não imediatamente após o *términus* da lecionação do tema, foi a de permitir verificar se o conhecimento conceptual estava, ou não, consolidado.

Os testes foram aplicados em condições de exame, não sendo permitida consulta de materiais ou pessoas. Assim, durante as aulas em que os alunos responderam aos testes (pré e pós-testes), os professores responsáveis pelas turmas tiveram o cuidado, como recomendado por alguns autores (McMillan & Schumacher, 2010), de não intervir, para não se criar diferenças entre as condições de resposta nas duas turmas.

3.7. Procedimentos de tratamento de dados

A fim de ser possível analisar a influência das ferramentas de disponibilização de *podcasts* na aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, foram analisadas e comparadas as respostas dadas no pré-teste e no pós-teste, por turma e entre as turmas.

O tratamento dos dados recolhidos através do teste de conhecimento foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foi analisado o conteúdo das respostas, de forma a identificar as ideias presentes, tendo em conta o exigido para que fossem consideradas cientificamente corretas (anexo 2). As categorias de resposta consideradas para a análise das respostas dos alunos no pré e no pós-teste foram já anteriormente utilizadas em estudos similares (Neves, 2006; Vieira, 2007) e são as seguintes:

- Respostas cientificamente aceites (CA): As respostas incluídas nesta categoria contêm as ideias científicas requeridas numa resposta/explicação correta à questão e têm por base as Orientações para o ensino da Física e da Química (DES, 2001) e a profundidade de abordagem dos conteúdos considerada nos manuais escolares (anexo 2).
- Respostas incompletas (INC): As respostas classificadas nesta categoria incluem apenas algumas das ideias necessárias para as respostas cientificamente aceites, mas não contêm aspetos cientificamente não aceites. Se a resposta contiver aspetos cientificamente aceites e simultaneamente não aceites não será incluída nesta categoria.
- Respostas cientificamente não aceites (CNA): Todas as respostas que, sendo compreensíveis, ou não contenham aspetos cientificamente aceites ou contenham, simultaneamente, aspetos cientificamente aceites e não aceites, foram incluídas nesta categoria.
- Não conhece [o conceito em causa]: Foram incluídos nesta categoria os casos em que o aluno refere que não conhece o conceito sobre o qual está a ser questionado ou em que seleciona a alternativa que traduz essa ideia. De notar que à designação base desta categoria será acrescentada a informação sobre o conceito em causa, de modo a que seja mais compreensível a leitura dos dados.
- Não responde/Não justifica: Todas as respostas que se encontram em branco (ausência total de resposta), que não são inteligíveis nem compreensíveis ou em que o aluno repete a questão, são classificadas nesta categoria.

Depois de classificar as respostas a uma dada questão num determinado teste, foram contabilizadas as respostas classificadas em cada uma das categorias. De seguida, procedeu-se à comparação dos resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste nas turmas em estudo e, desta forma, foi possível calcular os ganhos obtidos por cada turma após a leção do tema “Do Sol ao Aquecimento”.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Introdução

Ao longo deste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos durante a realização do estudo. Essa discussão é feita tendo em conta o objetivo referido no primeiro capítulo, bem como a literatura revista no segundo capítulo, discutindo os dados obtidos através do teste de conhecimentos, que foi usado como pré e pós-teste, em ambos os grupos. Assim, em 4.2. será analisado o desenvolvimento de competências e o domínio de conteúdos dos alunos sobre as causas e consequências do efeito de estufa. Já em 4.3. será analisada como evoluíram os conhecimentos dos alunos sobre transferências e transformações de energia. Na seção 4.4. serão analisados os dados relativos à evolução do conhecimento dos alunos sobre emissão de energia. Na seção 4.5 será efetuada a análise da progressão dos conhecimentos dos alunos sobre a relação entre potência e energia, terminando, em 4.6, com a análise da evolução do conhecimento dos alunos sobre o aproveitamento da energia solar.

4.2. Evolução do conhecimento dos alunos sobre as causas e consequências do efeito de estufa

As questões que permitiram averiguar o conhecimento que os alunos possuem sobre o efeito de estufa, bem como a percepção que têm sobre as suas consequências são as questões 1.1, 1.2, 1.3 e 4.2 do teste, apresentado no anexo 1.

Na primeira questão, 1.1, era perguntado aos alunos quais os gases que contribuem para o efeito de estufa. Como se pode constatar pela análise do anexo 1, a resposta a esta questão, para ser classificada como cientificamente correta (CA), deveria conter referência a cinco substâncias: o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os perfluorcarbonetos (PFC's) e o vapor de água. Pela análise dos dados apresentados na Tabela 7, constata-se que nenhum aluno, seja da turma TE ou da turma TP, antes da lecionação do tema, indicou todas as cinco substâncias que promovem o efeito de estufa terrestre. No entanto, através da análise da Tabela 7, constata-se que todos os alunos da TP, que usaram apenas *podcasts* como ficheiros de áudio, conheciam algum(ns) dos gases responsáveis pelo efeito de estufa, enquanto que na TE, que usaram os *podcasts* inseridos num *e-book*, apenas 65% dos alunos evidenciavam conhecer algum(ns) desses gases. Os restantes alunos da TE (35%) referiram

gases presentes na atmosfera terrestre, mas que não promovem o efeito de estufa terrestre, sendo as respetivas respostas classificadas como cientificamente não aceites (CNA). É de realçar que a grande maioria dos alunos, das duas turmas, que deram respostas classificadas como Incompletas, apenas referiram o CO₂ como gás que promove o efeito de estufa terrestre, havendo alguns alunos que também referiram o vapor de água. Já no caso das respostas do tipo CNA, os alunos referem o ozono e os CFC como gases responsáveis pelo efeito de estufa terrestre, o que significa que eles têm a ideia dos gases que são responsáveis pela destruição da camada do ozono e de que o próprio ozono contribuiu para a potenciação do efeito de estufa. Parece, portanto, que, à semelhança do constatado por outros autores (Peixoto 2008; Libanore & Obara, 2009), também estes alunos confundem a potenciação do efeito de estufa com a destruição da camada de ozono.

Assim, verifica-se que, antes do ensino, a turma TP tem mais alunos com conhecimentos sobre os gases que promovem o efeito de estufa terrestre do que a turma TE, partindo, desta forma, de um ponto mais avançado. Assim, a análise do efeito dos tratamentos dados a cada uma delas tem que ser efetuada com base na evolução dos conhecimentos de cada um dos grupos, pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Tabela 7 – Evolução do conhecimento das duas turmas sobre os gases que promovem o efeito de estufa (%) (N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Incompleta	100,0	100,0	0,0	65,0	55,0	-10,0
Cientificamente Não Aceite	0,0	0,0	0,0	35,0	45,0	10,0
Não Responde / Não Conhece	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Após a implementação do ensino e a disponibilização dos *podcasts*, à TP, e dos *e-books*, à TE, verificou-se que nenhum aluno, quer da TE, quer da TP, deu respostas do tipo CA (Tabela 7), ou seja, nenhum aluno referiu todas as cinco substâncias que promovem o efeito de estufa. No caso da TE, a percentagem de alunos que referiram gases presentes na atmosfera terrestre, mas que não promovem o efeito de estufa terrestre (respostas do tipo CNA) aumentou 10%, à custa da diminuição das respostas incompletas, enquanto que na TP, a percentagem de respostas do tipo INC manteve-se (100%), não tendo havido evolução, no sentido de aumento de respostas completas nem de aumento de respostas do tipo CA. No entanto, verificou-se que alguns alunos da TP, para além do CO₂, passaram a referir outra

substância adequada. Assim, o resultado obtido na TE é contrário ao esperado, uma vez que, apesar de, durante a implementação do ensino, os alunos terem sido informados pelo professor, na sala de aula, sobre este efeito e sobre os gases que o provocam, alguns deles afirmaram que um dos gases que contribuía para a existência do efeito de estufa era o ozono (O₃) e outros referiram o oxigénio atmosférico (O₂) e os CFC. As respostas do tipo CNA, dadas pela TE, que mostram que os alunos confundem gases de efeito de estufa com os CFC e camada de ozono, são semelhantes, não só às dadas por alunos, dos ensino básico e secundário, nos estudos realizados por Peixoto (2008) e Libanore e Obara (2009), mas também às dadas por alunos do ensino superior, inclusivamente de cursos de formação de professores (Ekborg & Areskoug, 2006).

Assim, embora a TP não tenha evoluído positivamente, porque não houve um aumento da percentagem de respostas do tipo CA, também não regrediu, mantendo a percentagem de 100% de respostas do tipo INC. Pelo contrário, a TE regrediu, na medida em que a percentagem de respostas do tipo CNA aumentou, à custa das respostas do tipo INC. Em síntese, da análise efetuada conclui-se que a disponibilização dos *podcasts*, quer individualmente (TP), quer através de *e-book* (TE), não teve como consequência uma evolução positiva nos conhecimentos dos alunos sobre os gases que provocam o efeito de estufa.

Na segunda questão (1.2), os alunos eram convidados a assinalar se concordavam (resposta CA), ou não, com uma afirmação que referia que o efeito de estufa era responsável pela vida no planeta Terra, devendo, de seguida, justificar a escolha efetuada.

Pela análise dos dados apresentados na Tabela 8, verifica-se que, antes da implementação do ensino, 95,7% dos alunos da TP e todos os alunos da TE concordam que o efeito de estufa permite a vida na Terra, tal como a conhecemos. Da mesma análise, verifica-se, ainda, que 4,3% dos alunos da TP afirmaram que não sabem responder à questão (resposta do tipo NR/NJ).

Tabela 8 – Relação entre o efeito de estufa e a existência de vida na Terra (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Concorda com a afirmação	95,7	100,0	4,3	100,0	90,0	-10,0
Não concorda com a afirmação	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0
Não Responde / Não Conhece	4,3	0,0	-4,3	0,0	5,0	5,0

Já no que diz respeito às justificações dadas pelos alunos, analisando os dados apresentados na Tabela 9, conclui-se que, na TP, 22,7% dos alunos relacionaram o efeito de estufa com a vida na terra de uma forma cientificamente aceite, enquanto que na TE apenas 15,0% dos alunos o fazem. Estes alunos referiram que a existência do efeito de estufa possibilita uma temperatura média de 15°, à superfície do planeta, o que permite a vida tal como a conhecemos e que, num ambiente com -18°C (o que existiria se não houvesse efeito de estufa), os seres vivos teriam de estar adaptados para esse tipo de ambiente, possuindo características totalmente diferentes das que estamos habituados a ver. Por outro lado, constata-se que 22,7% dos alunos, da TP, e 30,0% dos alunos, da TE, apresentaram respostas do tipo INC. Estes alunos referiram apenas que a inexistência do efeito de estufa não permitiria a vida na Terra, ou que a vida seria diferente se a temperatura média à superfície da Terra fosse -18°C, sem, contudo, relacionarem essas ideias com o efeito de estufa. No entanto, após a análise da Tabela 9, verificou-se que a maioria dos alunos das duas turmas (54,6%, da TP, e 55,0%, da TE) justificou a sua escolha com respostas do tipo CNA.

Tabela 9 – Explicação da relação entre efeito de estufa e vida na Terra (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P			Turma E		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
	(n=22)	(n=23)		(n=20)	(n=18)	
Cientificamente Aceite	22,7	30,4	7,7	15,0	0,0	-15,0
Incompleta	22,7	34,8	12,1	30,0	38,9	8,9
Cientificamente Não Aceite	54,6	34,8	-19,8	55,0	61,1	6,1
Não Responde / Não Conhece	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Também nesta questão, atesta-se que, antes do ensino, a turma TP é constituída por um número superior de alunos que evidencia conhecimentos sobre as condições necessárias, proporcionadas pelo efeito de estufa, para a vida tal como a conhecemos, do que a turma TE (Tabela 8). Assim, podemos concluir que a TP partiu de um patamar de conhecimento superior, pelo que, uma vez mais, que a análise do efeito dos tratamentos dados relativos a cada uma delas tem que ser efetuada com base na sua evolução do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Após a implementação do ensino e disponibilização dos *podcasts* à TP e dos *e-books* à TE, verificou-se que todos os alunos da TP referiram que o efeito de estufa permite a vida na Terra, tal como a conhecemos, o que se traduz numa evolução positiva de 4,3% (Tabela 8). Já no caso da TE, a percentagem de alunos que referem que o efeito de estufa é importante para a vida na Terra sofreu uma

evolução negativa de 10,0%, tendo como consequência um aumento de respostas do tipo CNA (Não concorda com a afirmação) e do tipo NR/NJ (Tabela 8).

No que diz respeito à explicação dada pelos alunos para a relação entre efeito de estufa e vida na Terra, as turmas evoluíram de forma distinta. Assim, através da análise da Tabela 9, e no caso da TP, a percentagem de alunos que apresentou respostas do tipo CA aumentou em 7,7%. Já no caso da TE, verificou-se que, contrariamente ao que ocorreu no pré-teste, nenhum aluno respondeu corretamente, tendo-se verificado uma variação negativa de 15%.

No caso das respostas do tipo INC, a variação foi positiva nas duas turmas (12,1% na TP, 8,9% na TE), tal como se pode verificar na Tabela 9. As respostas do tipo INC mais frequentes referem, apenas, que, no caso da inexistência de efeito de estufa, não existiria vida na Terra ou então não existiriam seres humanos.

No que diz respeito a explicações do tipo CNA, na TP, verificou-se que estas diminuíram 19,8%, tendo esta diminuição ocorrido à custa do aumento das respostas do tipo CA ou do tipo INC, verificando-se uma evolução positiva por parte destes alunos, o que significa que os conhecimentos do grupo melhoraram, ao contrário do que aconteceu na TE, em que ocorreu um aumento deste tipo de resposta (6,1%), evidenciando que os conhecimentos deste grupo pioraram, comparativamente com o pré-teste (Tabela 9). Nesta questão verificou-se que, vários alunos, apenas recorreram à ideia que de o efeito de estufa estabiliza a temperatura, mas sem referirem as consequências para a vida, ou com base na ideia de que a temperatura, graças ao efeito de estufa, é constante no planeta Terra.

Os resultados obtidos pela TE contrariam os que foram obtidos por Ekborg e Areskoug (2006), segundo o qual ocorreu uma evolução positiva, significativa. Neste estudo, antes da formação, a percentagem de formandos que associou corretamente o efeito de estufa à existência de vida foi de 52,0% e, no final da formação, num terceiro questionário, essa percentagem foi de 94,0%.

Assim, os alunos da TP, de uma forma geral evoluíram positivamente, pois, após o ensino, todos eles concordaram com a afirmação, ou seja, escolheram a opção correta (Tabela 8), e 19,8% dos alunos evoluíram nas justificações dadas (Tabela 9), confirmando os resultados do estudo realizado por Ekborg e Areskoug (2006). No entanto, ainda se verificou uma percentagem de 34,8% de alunos que não conseguiram explicar corretamente a relação entre efeito de estufa e vida na Terra (Tabela 9). No caso da TE, como se pode ver através da Tabela 8 ocorreu uma evolução negativa de 10,0%, aumentando em 5,0% quer a percentagem de respostas do tipo CNA (Não concorda com a afirmação) quer a percentagem de respostas do tipo NR/NJ. Da análise da Tabela 8 e da Tabela 9 pode constatar-se que a utilização

(apenas) de *podcasts* produziu melhores resultados do que os que foram obtidos com os *podcasts* disponibilizados com o *e-book*. Assim, o *e-book* deverá ser repensado no que diz respeito a esta questão, para averiguar se o seu uso não é educacionalmente favorável ou se poderá ser reformulado para atingir melhores resultados.

Na pergunta 1.3 do teste de conhecimento, os alunos foram confrontados com um excerto de um texto, no qual era referido que o efeito de estufa é uma potenciação de um fenómeno presente através da história geológica do Planeta. Para responder à questão, os alunos deveriam dizer se concordavam (CA) ou não com a afirmação e, depois, justificando a escolha efetuada.

Analisando a Tabela 10, verifica-se que 69,6% dos alunos da TP concordaram, e bem, que o efeito de estufa é a potenciação de um fenómeno presente através da história geológica do Planeta, enquanto que apenas 40,0% dos alunos da TE concordaram com essa mesma ideia. No que diz respeito à explicação sobre o assunto que foi avançada pelos alunos, a Tabela 11 mostra que nenhum aluno, quer da TP, quer da TE, explicou corretamente que o aparecimento da atmosfera na Terra permitiu um aumento da temperatura média desta, da ordem dos 33°, devido ao efeito de estufa. De facto, nenhum aluno referiu que a existência do efeito de estufa, há milhões de anos, é responsável pela existência da vida tal como a conhecemos e que, quando se fala em efeito de estufa, se está a fazer uma confusão entre o efeito de estufa e a sua potenciação devido ao aumento da concentração dos gases de efeito de estufa produzidos em consequência das atividades antropogénicas. De facto, e como se pode constatar pela análise da Tabela 11, apenas 25,0% de alunos, da TP, e 12,5%, da TE, justificaram a sua escolha com respostas do tipo INC, porque não referiram aspetos como o aumento da concentração dos gases de efeito de estufa, nem a existência do efeito de estufa há milhões de anos e a sua responsabilidade pelo aumento do valor médio da temperatura em 33°C. No entanto, 68,8% dos alunos, da TP, e 87,5% dos alunos, da TE, apresentaram respostas do tipo CNA. Apenas não responderam 6,3% dos alunos da TP (Tabela 11). Os resultados não são surpreendentes, em virtude de os alunos ainda não terem estudado o tema.

Assim, verifica-se que, antes do ensino, os alunos da TP revelam, mais uma vez, mais conhecimentos sobre a origem natural do efeito de estufa terrestre e sobre a potenciação deste efeito, partindo, desta forma, de um grau de conhecimento superior quando comparados com os alunos da TE, pelo que a análise do efeito dos tratamentos tem que ser avaliado com base na evolução do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Tabela 10 – Opinião sobre a distinção entre efeito de estufa e a sua potenciação (%)
(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Concorda com a distinção	69,6	73,9	4,3	40,0	75,0	35,0
Não concorda com a distinção	4,3	8,7	4,3	10,0	5,0	-5,0
Não Responde / Não Conhece	26,1	17,4	-8,7	50,0	20,0	-30,0

Tabela 11 – Explicação da diferença entre efeito de estufa e potenciação do efeito de estufa com origem antropogénica (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P			Turma E		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
	(n=16)	(n=17)		(n=8)	(n=15)	
Cientificamente Aceite	0,0	5,9	5,9	0,0	6,7	6,7
Incompleta	25,0	29,4	4,4	12,5	6,7	-5,8
Cientificamente Não Aceite	68,8	64,7	-4,0	87,5	73,3	-14,2
Não Responde / Não Conhece	6,3	0,0	-6,3	0,0	13,3	13,3

Após a implementação do ensino e disponibilização dos *podcasts* à TP e dos *e-books* à TE, verificou-se que a percentagem de alunos que reconhecem que o efeito de estufa é um fenómeno que existe há milhões de anos (CA) aumentou (Tabela 10). De facto, a percentagem de alunos da TP que escolheram a opção correta passou de 69,6% para 73,9%, subindo 4,3%, enquanto que na TE esse aumento foi de 35,0%. A evolução das respostas na TE foi consideravelmente conseguido à custa do do crescente n^a de alunos que respondeu à questão, tendo subido 30,0%. Já no caso da TP, a percentagem de alunos que concordaram com afirmação aumentou 4,3%, embora a percentagem de alunos que não concordaram com a afirmação também tenha variado no mesmo sentido (4,3%) (Tabela 10), diminuindo consequentemente, a percentagem de alunos que não responderam.

Já no que diz respeito à explicação dada pelos alunos, verificou-se que 5,9% dos alunos, da TP, assim como 6,7% dos alunos, da TE, explicaram corretamente a diferença entre efeito de estufa e potenciação do mesmo, o que revela uma melhoria, pois, no pré-teste, nenhum aluno tinha respondido corretamente. No caso da TP, para além do aumento da percentagem de alunos que responderam corretamente, também se verificou um aumento da percentagem de alunos que apresentaram as suas respostas, mas de forma incompleta. Outro dado a retirar da análise da Tabela 11 é a diminuição da percentagem de alunos que não explicaram a diferença, quer na TP (6,3%), quer na TE (13,3%). As respostas, do tipo CNA, mais recorrentes referiam que é graças ao efeito de estufa que existe vida no nosso planeta e que o efeito de estufa provoca um aumento da temperatura, ao contrário do que seria

de esperar, ou seja, a sua estabilização. Estes resultados vão ao encontro dos obtidos nos estudos realizados por Ekborg e Areskoug (2006) e por Libanore e Obara (2009), pois os alunos que participaram no estudo relatado nesta dissertação, tal como os que participaram nos estudos realizados por Ekborg e Areskoug (2006) e Libanore e Obara (2009), associam o efeito de estufa ao agravamento da temperatura no nosso planeta.

Assim, e após a análise das Tabela 10, verifica-se que aumentou a percentagem de alunos que, após a lecionação do tema “Do Sol ao Aquecimento” devido ao acesso a novos materiais, consegue fazer inferências sobre o efeito de estufa e a sua potenciação ao longo dos anos, mas a percentagem de alunos que explicou corretamente a diferença em causa, apesar de ter aumentando ligeiramente na TP (Tabela 11), não chegou aos valores atingidos na evolução da escolha da opção correta (Tabela 10). De facto, ao analisar a percentagem de alunos que escolheu a opção correta nas duas turmas e que explicaram de forma cientificamente incorreta (CNA) a sua escolha, verifica-se que a percentagem deste tipo de respostas é elevada. No caso da TP essa percentagem é de 64,7% e, no caso da TE, é de 73,3%, o que revela que será necessário alterar, quer os *podcasts*, quer o *e-book*, por forma a transmitir a informação aos alunos mais eficazmente. Assim, o *e-book* poderá conter informação extra que esclareça os alunos sobre o assunto, no entanto, no que diz respeito às explicações dadas pelos alunos, a evolução positiva é superior no grupo que apenas teve acesso aos *podcasts* quando comparado com a percentagem do grupo que teve acesso aos *podcasts* através do *e-book*, o que pode traduzir numa menor eficácia do *e-book* neste aspeto, devendo ser este parâmetro revisto. No estudo realizado por Shepardson *et al* (2009), com alunos do sétimo ano, dos Estados Unidos da América (EUA), os autores concluíram que, muitos dos alunos, não separavam os fenómenos de efeito de estufa dos relativos ao aquecimento global. No caso do estudo relatado nesta dissertação, verifica-se que alguns alunos relacionam o efeito de estufa com o aquecimento global, não associando este à potenciação do efeito de estufa, tal como foi observado no estudo realizado por Shepardson *et al* (2009).

Por último, na questão 4.2, era perguntado aos alunos por que razão é que as ondas de calor são mais frequentes a partir da década de 90. Como se pode constatar pela análise do anexo 1, a resposta a esta questão, para ser classificada como cientificamente correta (CA), deveria referir que devido à energia acumulada no planeta Terra ter aumentado nestes últimos anos, as ondas de calor têm ocorrido com mais frequência desde que há uma potenciação do efeito de estufa. Na Tabela 12 pode observar-se que, qualquer que seja a turma considerada, os alunos não conseguem relacionar corretamente a potenciação do efeito de estufa com o aumento que se tem verificado nas temperaturas no planeta Terra. No caso da TP, 34,8% dos alunos conseguiram relacionar, mas fizeram-no com

omissões, apresentando respostas do tipo INC, enquanto no caso da TE apenas 25% atingiram o objetivo. Verificou-se ainda que, que 39,1% dos alunos da TP, assim como 60,0% dos alunos da TE, responderam de forma cientificamente não aceite (CNA). Para além destes dados, é de realçar que 26,1% dos alunos da TP e 15,0% da TE não responderam sequer à questão.

Tabela 12 – Relação entre a potenciação do efeito de estufa e o aumento da temperatura (%) (N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Incompleta	34,8	73,9	39,1	25,0	25,0	0,0
Cientificamente Não Aceite	39,1	26,1	-13,0	60,0	75,0	15,0
Não Responde / Não Conhece	26,1	0,0	-26,1	15,0	0,0	-15,0

A evolução observada após a implementação do ensino e a disponibilização dos materiais foi mais notória na TP, em que se verificou uma redução da percentagem de respostas do tipo CNA (em 13,0%) e da percentagem de respostas do tipo NR/NJ (em 26,1%) (Tabela 12). Estas descidas não corresponderam a um aumento de respostas do tipo CA, que manteve o valor 0,0%, mas sim ao aumento das respostas do tipo INC. Já na TE, as respostas do tipo NR/NJ diminuíram também para 0,0%. No entanto, ao contrário do que se verificou na TP, esse aumento apenas se refletiu no aumento da percentagem das respostas do tipo CNA, não havendo uma melhoria de resultados nesta turma.

Assim, e embora nenhum aluno das duas turmas tenha respondido corretamente (CA), verificou-se que os alunos da TP, de uma forma geral, evoluíram positivamente, dado que, após a leção, 73,9% dos alunos relacionaram, embora de forma incompleta (INC), a potenciação do efeito de estufa com o aumento da temperatura média da Terra. Estes resultados contrariam um pouco os que foram obtidos por Shepardson *et al* (2009), com alunos do sétimo ano, dos EUA, que não conseguiram relacionar efeito de estufa com aquecimento global. Já no caso da TE, os resultados são concordantes com os do estudo realizado por Shepardson *et al* (2009), pois a maioria dos alunos da TE (75,0%) não conseguiu relacionar o efeito de estufa com o aquecimento global e, consequentemente, com as ondas de calor (CNA), embora 25,0% os tenham relacionado de forma incompleta (INC) (Tabela 12).

Da análise da Tabela 12, pode constatar-se que a utilização (apenas) de *podcasts* produziu melhores resultados do que os que foram obtidos com os *podcasts* disponibilizados com o *e-book*. Assim, o *e-book* deverá ser repensado no que diz respeito a esta dimensão, tornando-o mais eficaz.

Os resultados relativos à dimensão “Consequências do efeito de estufa” que foram relatados nesta secção são concordantes com os resultados de estudos referidos na Revisão de literatura. De facto, tal como Shepperd, Grace e Koch (2008) e Woody, Daniel e Baker (2010) afirmam, os alunos ainda preferem os livros de texto em formato papel comparativamente com os *e-books*, embora afirmem que estes possuem mais interatividade e disponibilizem mais informação do que os livros em papel. Nesta dimensão, os resultados obtidos pelos alunos da TE são concordantes com os resultados obtidos pelos alunos que participaram nos estudos realizados por Shepperd, Grace e Koch (2008) e Woody, Daniel e Baker (2010).

Pelo contrário, e como foi observado por Carvalho, Moura e Cruz (2008) e por Putman e Kingsley (2009), a receptividade aos *podcasts*, por parte dos alunos, é superior, quando comparada com a receptividade dos alunos face aos *e-books*, contribuindo positivamente para a aprendizagem. De facto, já Scutter *et al* (2010) referiam que os alunos ouviam os *podcasts* após os professores disponibilizarem os materiais e que os ouviam como complemento à leitura das apresentações em *PowerPoint*. De facto, e comparando os resultados obtidos pelos dois grupos que participaram neste estudo, os alunos da TP tiveram uma boa prestação.

Assim, e consistentemente com o que foi descrito no capítulo 2, os *podcasts* foram uma ferramenta mais eficaz para a aprendizagem da dimensão “Consequências do efeito de estufa” do que os *e-books*. Este facto poderá estar relacionado com a necessidade de um computador para a leitura do *e-book*, o que impede a leitura em qualquer local e a qualquer altura.

4.3. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre transferências e transformações de energia

As perguntas do teste (anexo 1) que permitiram averiguar o conhecimento que os alunos possuíam, antes e depois da intervenção didáctica, sobre as transferências e transformações de energia foram as questões 3, 5, 6.2, 7.1 e 7.2, tal como se pôde constatar nas especificações do teste no capítulo III.

Na primeira das questões acima referidas, a número 3, era pedido aos alunos que explicassem como a energia emitida pelo Sol chega à superfície ao nosso planeta, a fim de averiguar se os alunos reconhecem e caracterizam a radiação como um processo de transferência de energia. Pela análise dos dados apresentados na Tabela 13, verifica-se que, antes da leccionação do tema “Do Sol ao Aquecimento”, nenhum aluno da TE indicou e explicou o processo da radiação, enquanto que, na TP,

17,4% dos alunos o fizeram corretamente (CA), ou seja, referiram que a energia emitida pelo Sol chega até ao nosso planeta através do processo da radiação, que consideram ser o único que permite o transporte de energia através de meios em que não exista matéria, ou seja, através do vazio ou vácuo, tal como acontece em algumas zonas do espaço. Já no que diz respeito a respostas incompletas (INC), verificou-se que este tipo de respostas foi dado por 34,8% dos alunos da TP e por 40,0% dos alunos da TE. Os alunos, que apresentaram respostas integradas nesta tipologia, referiram o nome do processo, radiação, sem o explicar ou o descrever. Através da análise da Tabela 13, foi, ainda, possível verificar-se que 26,1% dos alunos da TP e 50,0% dos alunos da TE deram resposta consideradas cientificamente não aceites (CNA). As respostas, do tipo CNA, mais comuns referem que a energia viaja sob a forma de luz e de calor, chega à Terra através de ondas ou ondas de calor, ou, ainda, viaja através de raios solares. Este tipo de respostas é semelhante às obtidas no estudo realizado por Jacobi *et al* (2003), no qual os alunos referiram que a energia térmica era transportada sob a forma de calor. Por último, através da análise da Tabela 13, verifica-se que 21,7% de alunos, na TP, e 10,0%, na TE, não responderam à questão.

Assim, verifica-se que, antes do ensino, a turma TP possuía uma percentagem de alunos que, para além de identificarem o processo de radiação, conseguiam explicar o mesmo, que era superior à da turma TE, partindo, desta forma, de um ponto mais avançado, pelo que a análise do efeito relativo aos tratamentos dados a cada uma delas tem que ser efetuada com base na sua evolução do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Tabela 13 – Radiação como processo de transferência de energia (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	17,4	21,7	4,3	0,0	0,0	0,0
Incompleta	34,8	56,5	21,7	40,0	40,0	0,0
Cientificamente Não Aceite	26,1	17,4	-8,7	50,0	55,0	5,0
Não Responde / Não Conhece	21,7	4,3	-17,4	10,0	5,0	-5,0

Após a implementação do ensino e a disponibilização dos *podcasts* à TP e dos *e-books* à TE, analisando a Tabela 13, verifica-se que a percentagem de alunos que referem e explicam, de forma cientificamente correta, CA, o processo de radiação, como sendo o processo que transfere energia desde o Sol até à Terra, apenas aumentou na TP (4,3%). No caso da TE, tal como no pré-teste, nenhum aluno respondeu corretamente a esta questão. Além disso, a percentagem de alunos cujas respostas foram

consideradas incompletas, INC, apenas variou na TP, tendo aumentado 21,7% (Tabela 7). Os aumentos das percentagens das respostas do tipo CA e INC na TP ocorreram à custa da diminuição das respostas do tipo CNA e NR/NC, em 8,7% e 17,4%, respetivamente. No caso da TE, as respostas do tipo CNA e NR/NC também variaram, mas de formas diferentes: aumentaram em 5,0% as do tipo CNA e diminuíram de 5,0% as de tipo NR/NC. Contudo, apesar de as respostas de tipo INC terem aumentado, tal como aconteceu no pré-teste, essas respostas apenas continham o nome do processo, radiação, sem o explicarem. Acresce que as respostas do tipo CNA continuavam a referir os mesmos erros identificados no pré-teste, ou seja, que a energia era transferida desde o Sol até à Terra sob a forma de calor, ou através de raios solares. No entanto, constatou-se que um aspeto, abordado durante a lecionação do tema “Do Sol ao Aquecimento” e que foi referido por muitos alunos, foi a propriedade da atmosfera terrestre de atuar como filtro. Vários alunos referiram que parte da luz era refletida, absorvida e uma parte transmitida pela atmosfera, chegando, em alguns casos, a quantificar, corretamente, esses valores. As respostas dos alunos, ao contrário do que seria esperado, mantiveram uma coerência, pois os erros cometidos, comuns aos obtidos por Jacobi *et al*/(2003), foram semelhantes aos alcançados no pré-teste, ou seja, utilização de conceito errados como raios solares e calor, como formas de transferir energia, neste caso, a radiação.

Após a análise da Tabela 13, constata-se que a utilização, apenas, de *podcasts* produziu melhores resultados do que os que foram obtidos com o emprego de *podcasts* disponibilizados em *e-book*. Estes resultados são concordantes com os obtidos nos estudos realizados por Shepperd, Grace e Koch (2008), Woody, Daniel e Baker (2010) e Zhang e Beckman (2011), nos quais se verificou que o *e-book* não conseguiu motivar os alunos a utilizá-lo. Assim, o *e-book* deverá ser repensado no que diz respeito ao aumento da motivação dos alunos para a sua utilização e, também, nos seus conteúdos, por forma a contribuir mais para a aprendizagem do assunto em causa. Na questão 5, era pedido aos alunos que explicassem o sentido de transferência de energia térmica entre corpos com diferentes temperaturas e que relacionassem com a sensação de “calor” sentido pelas pessoas num dia de “calor”.

Através da análise da Tabela 14, verifica-se que, no pré-teste, nenhum aluno, quer da TP, quer da TE, respondeu corretamente à questão 5 (CA), não conseguindo explicar que, quando dois corpos, cujas temperaturas são diferentes, são colocados em contacto, ocorre transferência de energia entre eles, sendo o sentido dessa transferência sempre do corpo que se encontra a temperatura mais elevada para o corpo que se encontra a temperatura menos elevada. Para além disso, não referiram que, no caso do ser humano, quando a quantidade de energia emitida é aproximadamente igual, ou mesmo inferior, à absorvida da vizinhança, a quantidade de energia retida no corpo vai aumentando, ficando-se,

assim, com a sensação de “calor”. Além disso, constata-se que, no caso da TE, nenhum aluno deu respostas do tipo INC, ao contrário da TP, dado que 30,4% dos alunos responderam de forma incompleta à questão em apreço. Os alunos que forneceram este tipo de resposta apenas referiram que o ser humano sente “calor” quando a temperatura exterior é superior à do corpo, não referindo nada sobre o desequilíbrio que acontece entre as energias emitidas e absorvidas pelo corpo humano. Outro facto que se pode constatar através da análise da Tabela 14 é que a maioria dos alunos, 65,4% da TP e 70,0% da TE, responderam de forma incorreta à questão (CNA), ou seja, não sabem explicar o fenómeno da transferência de energia térmica entre corpos e não apresentaram evidências de saberem explicar, corretamente, por que sentimos calor. Finalmente, note-se que 4,3% dos alunos da TP e 30,0% dos alunos TE nem sequer responderam à questão (Tabela 14).

Assim, verifica-se que as turmas, no que diz respeito a respostas do tipo CA, partem de patamares semelhantes, embora, a TP, por possuir uma percentagem superior de respostas do tipo INC, tem como ponto de partida um grau de conhecimento mais avançado. Assim, a análise do efeito relativo dos tratamentos dados às duas turmas tem que ser efetuada com base na evolução de cada turma, do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Tabela 14 - Identificação do sentido de transferência de energia térmica entre corpos com diferentes temperaturas (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0
Incompleta	30,4	30,4	0,0	0,0	25,0	25,0
Cientificamente Não Aceite	65,2	60,9	-4,3	70,0	60,0	-10,0
Não Responde / Não Conhece	4,3	4,3	0,0	30,0	15,0	-15,0

Após a implementação do ensino e disponibilização dos *podcasts* à TP e dos *e-books* à TE, e analisando a Tabela 14, verifica-se que 4,3% dos alunos da TP passaram a responder corretamente à questão. No entanto, na turma TE manteve-se o resultado obtido no pré-teste, ou seja, nenhum aluno conseguiu responder corretamente à questão. No que diz respeito às respostas do tipo INC, analisando a Tabela 14, conclui-se que se manteve a percentagem dos alunos da TP, que responderam de forma incompleta. No entanto, no caso da TE, constatou-se um aumento considerável da percentagem (25%) de alunos que respondeu de forma incompleta. Tal como aconteceu no pré-teste, os alunos voltaram a referir que a energia é sempre transferida do corpo com a temperatura mais elevada para o que tem a

temperatura menor, mas não explicam o porquê da sensação de “calor”. Embora se tenha verificado uma diminuição de respostas do tipo CNA (Tabela 14), constata-se que estas continuam a corresponder à maioria, nas duas turmas, (60,9% na TP e 60,0% na TE) verificando-se que 4,3% dos alunos da TP e 15,0% dos alunos TE, não responderam (Tabela 14).

Após a análise da Tabela 14, constata-se que a utilização apenas de *podcasts* na turma TP produziu melhores resultados do que os que foram obtidos com os *podcasts* disponibilizados com o *e-book* na turma TE, mas é de realçar que a maior variação positiva verificou-se na TE, pois, nesta turma, a percentagem de alunos que acrescentou algo cientificamente correto à sua resposta, embora incompleto, foi de 25,0%, contra apenas a variação de 4,3% na TP. No entanto, como a maioria dos alunos não respondeu de forma correta (CA), deverá ser efetuada uma análise aos conteúdos da disciplina e verificar se esta dimensão é devidamente explorada nas aulas. Após essa análise, quer o *e-book* quer o *podcast* deverão ser repensados, por forma a serem obtidos melhores resultados.

Estes resultados sugerem, também, que alguns alunos sabem em que sentido a energia é transferida entre corpos a temperaturas diferentes, mas não conseguem aplicar este conhecimento em novas situações problema, por exemplo, para explicarem porque sentimos calor. Esta constatação é semelhante à efetuada no estudo desenvolvido, com alunos universitários de engenharia dos Estados Unidos, por Jacobi, Martin, Mitchell e Newell (2003), em que os alunos envolvidos mostravam saber em que sentido a energia térmica é transferida, entre corpos a temperaturas diferentes, mas não eram capazes de aplicar esse mesmo conhecimento em novas situações.

Na questão 6.2 do teste, era pedido aos alunos para comparar duas varinhas, uma que aquecia mais do que a outra, utilizando como justificação que este tipo de máquinas elétricas transforma a energia elétrica em energia cinética, energia útil, e em energia térmica, energia dissipada, influenciando, desta forma, o rendimento das máquinas elétricas.

Os resultados obtidos pelos alunos, antes da lecionação do tema, apresentam-se na Tabela 15. A sua análise mostra que a percentagem de alunos que responderam corretamente (CA) na TE (10,0%) foi superior à que o fez na TP (8,7%). Estes alunos referiram que a varinha aquece devido à energia que é dissipada sob a forma de energia térmica, o que implica que a nova varinha não aquece tanto porque esta transforma a energia elétrica em energia térmica em menor quantidade que a anterior, como pode ser comprovado pela temperatura atingida pelos materiais que constituem as varinhas. No entanto, da análise da Tabela 15, constata-se que a percentagem de alunos da TP que respondeu corretamente, embora de forma incompleta (INC), foi bastante superior à percentagem correspondente obtida na turma

TE, 34,8% da TP contra 5,0% da TE. Nas respostas do tipo INC, os alunos referiam apenas que a varinha nova era mais eficiente, sem mencionarem quais as transformações de energia em causa. Já no que diz respeito às respostas do tipo CNA, verificou-se, pela análise da Tabela 15, que a percentagem de alunos da TP que responderam incorretamente foi elevada, 43,5%, mas mais baixa do que os 75,0% dos alunos da TE que responderam, também, de forma incorreta. Aqui, os alunos referiram que a quantidade de calor produzido era menor ou então, referiam apenas que a quantidade de energia dissipada era menor, não relacionando com o rendimento do equipamento, ou seja, não comparando a quantidade de energia dissipada com a energia fornecida à varinha. Por último, e como se pode constatar pela Tabela 15, 13,0% dos alunos da TP e 10,0% da TE, não responderam à questão.

Assim, verifica-se que a TE revela uma com ligeira vantagem, que diz respeito à percentagem de alunos que responderam corretamente à questão, pelo que, e como aconteceu anteriormente, a análise do efeito dos tratamentos dados relativos a cada uma das turmas tem que ser efetuada com base na sua evolução do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Tabela 15 – Evolução da compreensão dos alunos sobre o rendimento de uma máquina térmica (%) (N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	8,7	21,7	13,0	10,0	25,0	15,0
Incompleta	34,8	43,5	8,7	5,0	5,0	0,0
Cientificamente Não Aceite	43,5	34,8	-8,7	75,0	60,0	-15,0
Não Responde / Não Conhece	13,0	0,0	-13,0	10,0	10,0	0,0

Após a implementação do ensino e a disponibilização dos *podcasts*, à TP, e dos *e-books*, à TE, e analisando a Tabela 15, verifica-se que as variações ocorridas em ambas as turmas decorreram em sentido positivo. De facto, e no caso da TP, todos os alunos responderam à questão e a percentagem de alunos que responderam de forma incorreta diminuiu em 8,7%. No caso da TE, a percentagem de alunos que não responderam manteve-se, mas a percentagem de alunos que responderam incorretamente diminuiu em 15,0% (Tabela 15). No caso da TP, e ainda através da análise da Tabela 15, verifica-se que houve um aumento de 8,7% de respostas do tipo INC, que passaram a ser 43,5% do conjunto de todas as respostas, e verificou-se que a percentagem de respostas corretas aumentou 13,0%, passando para os 21,7% das repostas totais. No caso da TE, apenas as respostas do tipo CA aumentaram, passando de 10,0% para 25,0% das repostas totais. Tal como no pré-teste, as respostas do tipo INC continuaram a revelar falhas ao nível de compreensão das transformações energéticas que ocorrem na varinha.

Após a análise da Tabela 15, constata-se que a utilização dos *podcasts* disponibilizados com o *e-book* produziu melhores resultados do que os que foram obtidos apenas com os *podcasts*. No entanto, é de realçar que a maior percentagem de respostas do tipo INC, caracterizadas pela inclusão de elementos cientificamente corretos, foi maior na TP. Tendo em conta que esta dimensão foi trabalhada na sala de aula, inclusivamente através da resolução de problemas, envolvendo situações com dissipação de energia, verifica-se que, quer o *e-book*, quer o *podcast*, não contribuíram para uma melhoria significativa dos resultados obtidos. Assim, a abordagem do tema com estas ferramentas deverão ser revistas por forma a contribuírem mais para a aprendizagem em questão.

A questão 7 do teste incluía duas partes: 7.1 e 7.2. Na primeira, os alunos teriam que identificar os metais como materiais bons condutores de energia térmica, para, na segunda, identificarem a madeira ou o plástico como materiais maus condutores de energia térmica.

Antes da leção do tema, os alunos responderam às duas questões, estando o resultado do tratamento das respostas obtidas com a questão 7.1 sintetizado na Tabela 16, e das respostas dadas à questão 7.2, na Tabela 17. Assim, e através da análise da Tabela 16, verifica-se que 47,8% dos alunos da TP e apenas 5,0% dos alunos da TE responderam corretamente à questão 7.1 (CA), reconhecendo e classificando corretamente os metais como materiais bons condutores da energia térmica. No caso dos dados obtidos com a pergunta 7.2, pode verificar-se que a percentagem de alunos que caracterizam os plásticos e a madeira como maus condutores de energia térmica (resposta do tipo CA) foi de 56,5% na TP, e 20%, na TE. Verificou-se, ainda, que são menos de metade os alunos que classificam os materiais como bons condutores (26,1% na TP e 40,0% na TE), e como maus condutores de energia, (34,8% na TP e 35,0% na TE), mas não explicam essa classificação (INC). Acresce mencionar que, como se pode constatar, a percentagem de alunos, da TP, que não classificaram corretamente (CNA) os materiais como bons ou maus condutores de energia foi de 17,4% e 4,3%, respetivamente. Já no caso da TE, essas percentagens são de 55,0% e 45,0%, respetivamente (Tabela 16 e Tabela 17). Um último facto que deve ser realçado é que apenas 8,7% e 4,3%, dos alunos da TP, não responderam, respetivamente, às questões 7.1 e 7.2, ao contrário da TE, às quais todos os alunos responderam.

Assim, verifica-se que a TP parte para a intervenção com uma vantagem, que diz respeito à percentagem de alunos que responderam corretamente à questão, pelo que, como em questões anteriores, a análise do efeito dos tratamentos dados relativos a cada uma delas tem que ser efetuada com base na evolução das turmas do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma delas.

Tabela 16 – Evolução das opiniões dos alunos sobre materiais bons condutores de energia térmica (%) (N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	47,8	39,1	-8,7	5,0	0,0	-5,0
Incompleta	26,1	60,9	34,8	40,0	65,0	25,0
Cientificamente Não Aceite	17,4	0,0	-17,4	55,0	35,0	-20,0
Não Responde / Não Conhece	8,7	0,0	-8,7	0,0	0,0	0,0

Tabela 17 - Evolução das opiniões dos alunos sobre materiais maus condutores de energia térmica (%) (N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	56,5	65,2	8,7	20,0	10,0	-10,0
Incompleta	34,8	34,8	0,0	35,0	40,0	5,0
Cientificamente Não Aceite	4,3	0,0	-4,3	45,0	45,0	0,0
Não Responde / Não Conhece	4,3	0,0	-4,3	0,0	5,0	5,0

Após a implementação do ensino e a disponibilização dos *podcasts*, à TP, e dos *e-books*, à TE, verificou-se que, no caso da TP, todos os alunos responderam às questões (Tabelas 10 e 11) e nenhum respondeu de forma incorreta (CNA), demonstrando uma evolução dos seus conhecimentos acerca da classificação dos materiais quanto à condução de energia. Na TE registou-se o inverso, já que se verificou que alguns alunos não classificaram corretamente os materiais ao nível da condução de energia térmica. Na verdade, nesta última turma, embora se tivesse verificado uma pequena melhoria de resultados, com uma redução da percentagem de alunos que responderam incorretamente (CNA), esta apenas se verificou na classificação de materiais bons condutores de energia e na consequente explicação do processo (Tabela 16 e Tabela 17). No caso da classificação dos materiais maus condutores de energia e da explicação do processo de transferência, para além da percentagem de alunos que responderam incorretamente (CNA), que se manteve, verificou-se, ainda, que a percentagem de alunos que não respondeu aumentou (NR/NJ) (5,0%) (Tabela 16 e Tabela 17). Analisando os dados relativos às repostas do tipo CA, através da análise da Tabela 16, verifica-se que a percentagem de alunos da TP que responderam, desta forma, à questão sobre os materiais bons condutores de energia, diminuiu 8,7%, enquanto que na TE diminuiu 5,0%. Já na questão sobre os materiais maus condutores de energia, a percentagem dos alunos da TP que responderam corretamente (CA) aumentou 8,7%, ao contrário do que se verificou na TE, em que ocorreu um decréscimo de 10,0% (Tabela 17). Por último, verificou-se que a percentagem de alunos, da TP, que responderam de forma incompleta (INC), manteve-se, ao

contrário da TE, onde se registou um aumento dessa percentagem (5,0%) (Tabela 16 e Tabela 17), em virtude das das respostas do tipo CA que diminuíram em 10,0%, sendo os outros 5,0% relativos à percentagem de alunos que não responderam à questão.

Desta forma pode concluir-se que, os *podcasts* disponibilizados como ficheiros de áudio, apenas, foram mais eficazes, porque, como se pode observar na Tabela 16 e na Tabela 17, as percentagens referentes às respostas do tipo NR/NJ e CNA da turma P, que usou simplesmente *podcasts* ficheiro em áudio, atingiram o valor de 0,0%, ao contrário do que se verificou na TE. Esta questão foi, também, alvo de resolução de problemas em contexto real na sala de aula, mas, ao contrário da questão 6.2, só alunos da TE revelaram dificuldades no momento de dar resposta à mesma, verificando-se uma grande percentagem de alunos com respostas do tipo CNA e mesmo alguns que não responderam. Deverá ser efetuada uma análise ao *e-book* no sentido de identificar lacunas no seu conteúdo relativamente a esta questão.

4.4. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre emissão de radiação térmica

As perguntas do teste (anexo 1) que permitiram averiguar o conhecimento que os alunos possuíam, antes e depois da intervenção didática, sobre a emissão de radiação térmica, são as questões 2 e 4.1, tal como se pode constatar na tabela de especificação do teste, apresentada no capítulo III.

Na primeira questão relativa a esta dimensão, questão 2, era pedido aos alunos que relacionassem a cor de uma estrela com a sua temperatura superficial. Nesta situação, e para darem uma resposta passível de ser considerada cientificamente correta (CA), os alunos deveriam relacionar o Sol, uma estrela amarela, com uma estrela azul, em que a temperatura superficial da primeira é inferior à da segunda. Desta forma, os alunos deveriam afirmar que as temperaturas verificadas na Terra, no caso de o nosso planeta receber energia de uma estrela azul, localizada à mesma distância a que o Sol está, seriam diferentes das atuais. Assim, numa primeira fase, os alunos indicariam se as temperaturas verificadas na Terra, no caso de esta receber energia de uma estrela azul, seriam diferentes ou semelhantes às que se verificam atualmente, ou se não tinham a certeza sobre os valores que as temperaturas teriam, para depois justificarem a sua escolha.

Tendo em conta o que foi descrito, os dados recolhidos antes e após a lecionação do tema, podem ser observados nas Tabelas 17 e 18. No caso da Tabela 18, podem ser observados os dados relativos à opção escolhida pelos alunos, ou seja, se as temperaturas seriam diferentes (opção correta), se seriam iguais (opção incorreta) ou se não sabem responder ou não têm a certeza sobre qual será a

opção correta. Já no caso da Tabela 19, podem ser observados os dados relativos à justificação dada pelos alunos que escolheram a opção correta, não tendo sido tratados as respostas dadas pelos alunos que escolheram a opção incorreta.

Tabela 18 – Relação entre a cor de uma estrela e a sua temperatura superficial e consequente temperatura à superfície da Terra (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Indica que serão diferentes	91,3	100,0	8,7	85,0	70,0	-15,0
Indica que serão semelhantes	4,3	0,0	-4,3	0,0	0,0	0,0
Não tem a certeza sobre os valores	4,3	0,0	-4,3	15,0	30,0	15,0

Tabela 19 – Concepções sobre a relação correta entre a cor de uma estrela e a sua temperatura superficial (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P			Turma E		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
	(n=21)	(n=23)		(n=17)	(n=14)	
Cientificamente Aceite	23,8	13,0	-10,8	0,0	0,0	0,0
Incompleta	52,4	60,9	8,5	23,5	21,4	-2,1
Cientificamente Não Aceite	23,8	26,1	2,3	70,6	78,6	8,0
Não Responde / Não Conhece	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	-5,9

Analisando a Tabela 18, e antes da lecionação do tema, observa-se que, na TP, 91,3% dos alunos afirmam, e bem, que as temperaturas na Terra seriam diferentes, no caso de a nossa estrela ser de cor azul. No caso da TE, essa percentagem é de 85,0%. A opção incorreta, que assenta na ideia de as temperaturas serem semelhantes às atuais, não foi escolhida por alunos da TE e apenas foi escolhida por 4,3% dos alunos da TP. A percentagem dos alunos que afirmaram que não tinham a certeza da resposta ou que não sabiam responder foi de 4,3% na TP e de 15,0% na TE.

Já no que diz respeito à justificação dada pelos alunos que selecionaram a opção correta, e analisando a Tabela 19, verificou-se que, antes do ensino, nenhum aluno da TE e apenas 23,8% dos alunos da TP justificaram corretamente a sua escolha. Ainda na TP, verificou-se que a maioria dos alunos, 52,4%, justificou a sua opção de uma forma incompleta (INC), ao contrário da TE na qual apenas 23,5% dos alunos o fez dessa forma. Em ambas as turmas, os alunos que justificaram com resposta do tipo INC não referiram, na maioria dos casos, que a estrela azul possui uma temperatura superficial mais elevada. Pela análise da Tabela 19 pode, ainda, constatar-se que 23,8% dos alunos da TP e 70,6% da TE justificaram de forma incorreta a opção escolhida. Estes alunos não relacionaram a cor da estrela com a sua temperatura superficial e a respetiva consequência na Terra, ou indicaram apenas que a

estrela de cor azul possui uma temperatura superficial diferente. Por último, e ainda através da análise da Tabela 19, verifica-se que 5,9% dos alunos da TE não justificaram a opção que escolheram, ao contrário dos alunos da TP, em que todos os alunos justificaram as suas escolhas.

Assim, verifica-se que a TP parte para a intervenção com uma vantagem no que diz respeito à percentagem de alunos que escolheram a opção correta e que a justificaram corretamente, pelo que, como em questões anteriores, a análise do efeito do tratamento dos dados relativos a cada uma delas tem que ser efetuada com base na evolução das turmas do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma delas.

Após a lecionação do tema em estudo e a consequente disponibilização dos materiais, *podcasts* e *e-books*, para o reforço de conhecimentos, às turmas TP e TE, respetivamente, verificou-se que, no caso da TP, todos os alunos escolheram a opção correta (Tabela 18). Já no caso da TE, a percentagem de alunos que escolheram a opção correta diminuiu em 15,0%, tendo passado de 85,0% para 70,0%. Esta redução deve-se ao aumento da percentagem de alunos que não responderam à questão (Tabela 18).

No que diz respeito às justificações dadas pelos alunos, e analisando os dados que constam na Tabela 19, verifica-se que a percentagem de alunos que justificaram corretamente a sua previsão correta da temperatura, na TP diminuiu 10,8%, passando de 23,8% para 13,0% e na TE, manteve-se em 0,0%. Já no que refere às respostas do tipo INC, verificou-se que 60,9% dos alunos da TP (o que representa um aumento de 8,5% face ao pré-teste) e 21,4% da TE (o que constitui uma diminuição de 2,1% face ao pré-teste) justificaram de forma incompleta (Tabela 19). Tal como no pré-teste, os alunos que deram este tipo de justificações referiram que as temperaturas seriam diferentes, mas sem efetuarem a ligação entre a cor da estrela e a sua temperatura superficial. Ainda com base na Tabela 19, verifica-se que a percentagem de alunos que responderam de forma incorreta aumentou nas duas turmas, passando a ser de 26,1%, na TP e de 78,6%, na TE. Um facto a salientar é que, no pós-teste, todos os alunos, que escolheram a opção correta, justificaram a sua escolha.

Assim, verifica-se que a TP, após a intervenção, melhorou a prestação na escolha da opção correta, embora na justificação se tenha verificado uma evolução negativa. No caso da TE, essa evolução negativa verificou-se nos dois momentos, ou seja, na escolha da opção correta e na respetiva justificação. Assim, pode concluir-se que, relativamente a esta questão, a TP obteve melhores resultados do que a TE, estando de acordo com o que foi observado por Carvalho, Moura e Cruz (2008) e por Putman e Kingsley (2009), ou seja, há uma maior recetividade aos *podcasts*, por parte dos alunos do que aos *e-*

books. De facto, os *podcasts*, quando utilizados como uma ferramenta complementar ao material fornecido na sala de aula, podem favorecer o processo de aprendizagem (Scutter *et al*, 2010).

Com a questão 4.1 era averiguado se os alunos relacionavam o fenómeno das ondas de calor com o aumento da intensidade da radiação emitida pelo Sol que ocorre nos meses de verão. Assim, e para a resposta ser considerada do tipo CA, os alunos deveriam referir que a intensidade da radiação emitida pelo Sol e que atinge a superfície da Terra alcança o seu valor mais elevado durante os meses de verão, o que origina valores de temperatura superiores nos respetivos meses. Deveriam, também, referir que tal facto se deve à inclinação do eixo da Terra que coloca o hemisfério norte, nos meses de verão, a receber os raios solares de uma forma quase perpendicular à superfície terrestre, o que permite uma maior concentração desses mesmos raios por unidade de área. Através da análise da Tabela 20, observa-se que, antes da lecionação do tema, nenhum aluno de nenhuma das duas turmas respondeu corretamente à questão. No que diz respeito às respostas do tipo INC, verificou-se que 26,1% dos alunos da TP e 10,0% dos alunos da TE responderam de forma incompleta. Neste tipo de resposta, os alunos não referiram a inclinação do eixo de rotação da Terra, tendo mencionado apenas que é nos meses de verão que a Terra recebe maior quantidade de energia. Ainda com base na análise da Tabela 20, verifica-se que 52,2% dos alunos da TP e 65,0% da TE nunca referiram que a intensidade da radiação solar é superior nos meses de verão, respondendo incorretamente, apresentando respostas de tipo CNA. Por fim, verifica-se que 21,7% dos alunos da TP e 25,0% dos alunos da TE não responderam à questão.

Assim, averigua-se que ambas as turmas, no que diz respeito a respostas do tipo CA, partem em igualdade, ou seja, os alunos não sabem relacionar a intensidade da radiação solar incidente na superfície da Terra com a inclinação desta, embora na TP a percentagem de alunos que respondem de forma incompleta seja ligeiramente superior, pelo que, como em questões anteriores, a análise do efeito dos tratamentos dos dados relativos a cada uma das turmas tem que ser efetuada com base na evolução das turmas do pré para o pós-teste, ou seja, no valor acrescentado de cada uma delas.

Tabela 20 – Concepções dos alunos sobre a relação entre as ondas de calor e a intensidade solar incidente na superfície da Terra (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0
Incompleta	26,1	13,0	-13,1	10,0	10,0	0,0
Cientificamente Não Aceite	52,2	87,0	34,8	65,0	80,0	15,0
Não Responde / Não Conhece	21,7	0,0	-21,7	25,0	5,0	-20,0

Após a leção do tema em estudo e a disponibilização dos *podcasts* e dos *e-books*, materiais para o reforço dos conhecimentos, às turmas TP e TE, respetivamente, verificou-se que a percentagem de alunos que responderam de forma cientificamente aceite apenas aumentou na TE, sendo que nenhum aluno da TP o conseguiu fazer (Tabela 14). Verifica-se ainda que, na TP, a percentagem de alunos que responderam de forma incompleta diminuiu para 13,0% (anteriormente era de 26,1%) e que, no caso da TE, essa percentagem manteve-se nos 10,0%. Já no caso das respostas do tipo CNA, observou-se um aumento nas duas turmas, para 87,0%, na TP, e para 80,0%, na TE (Tabela 20). Por fim, constata-se que todos os alunos da TP responderam à questão, ao contrário do que aconteceu na TE, em que 5,0% dos alunos não o fizeram (Tabela 14). Nesta questão, e ao contrário do que se verificou nas questões anteriores, foram os alunos da TP que obtiveram os piores resultados, como se pode constatar na Tabela 20.

Após a análise dos resultados obtidos nesta dimensão que incide no conhecimento que os alunos possuem sobre a radiação térmica, verifica-se algo semelhante ao constatado por Heilesen (2010) relativamente à existência de resultados discordantes quanto ao efeito da utilização de *podcasts* no ensino, o que sugere que a verdadeira contribuição dos *podcasts* para a aprendizagem ainda não é muito clara. De facto, quando se analisa a evolução dos resultados obtidos na questão 2, a TP melhorou a sua prestação, quando comparada com a da TE. No entanto, quando se analisam os dados relativos à questão 4.1, é a TE que tem resultados ligeiramente melhores, embora, no geral, sejam pouco satisfatórios (percentagens elevadas de resposta do tipo CNA).

Tal como Heilesen (2010) refere, os *podcasts* podem, de facto, contribuir para a mudança e aperfeiçoamento dos hábitos de estudo, embora não haja resultados que o possam confirmar, por isso, como a TP, que usou *podcasts*, não obteve os resultados esperados, aqueles, podendo ser utilizados como uma ferramenta que promova uma melhoria dos resultados, deverão ser repensados ao nível da informação disponibilizada sobre a relação entre a cor das estrelas e a sua temperatura superficial, por forma a obter-se uma evolução positiva mais significativa. No caso da TE, que usou *e-books*, e tendo em conta os estudos realizados por Shepperd, Grace e Koch (2008) e Woody, Daniel e Baker (2010), o *e-book* deverá ser repensado, talvez através do acréscimo de interatividade, visto ser uma das vantagens apontadas pelos estudos de Shepperd, Grace e Koch (2008) e Woody, Daniel e Baker (2010), e disponibilizar informação que permita ultrapassar as dúvidas existentes, por parte dos alunos, por forma a, conseguir-se, também neste caso, uma evolução positiva.

4.5. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre a relação potência – energia

A pergunta do teste (anexo 1), que permitiu averiguar o conhecimento que os alunos possuíam, antes e depois da intervenção didática, sobre a relação que existe entre a potência de uma máquina e a energia ou trabalho que esta disponibiliza por unidade de tempo, é a questão 6.1, tal como se pode constatar na tabela de especificações do teste, apresentada no capítulo III.

Assim, e para que fosse possível averiguar o que era proposto na tabela de especificações do teste, a questão 6.1 foi dividida em duas partes. Na primeira, os alunos eram colocados perante uma indecisão de uma pessoa na escolha de uma varinha mágica, sendo que o objetivo dessa pessoa era o de passar o mais rapidamente a sopa. Assim, os alunos teriam de escolher entre as duas varinhas, uma de 800W e outra de 1200W, a que seria mais indicada para o trabalho em causa. Depois de efetuada a escolha, era solicitado aos alunos que a justificassem. Para que a questão fosse corretamente respondida pelos alunos, estes deveriam escolher a varinha com 1200W de potência em detrimento da de 800W, e depois, como justificação à sua escolha, deveriam referir que a varinha de 1200W transfere uma quantidade de energia superior por segundo, 1200J por segundo, ao contrário da outra que apenas transfere 800J por segundo. Esta resposta é a considerada cientificamente correta (CA).

Assim, e tendo em conta o que foi descrito anteriormente, foram recolhidos os dados obtidos antes e após a leção do tema, dados esses que podem ser observados na Tabela 21 e na Tabela 22. Na Tabela 21, podem ser observados os dados relativos ao modelo escolhido pelos alunos e, neste caso, a escolha decorreria entre o modelo com 1200W de potência (opção correta) e o modelo com a potência de 800W (opção incorreta). No caso de o aluno não ter a certeza do modelo correto, nessa situação, escolheria a opção “Não tenho a certeza”.

Tabela 21 – Modelo escolhido pelos alunos (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Escolheu o modelo de 1200W	78,3	78,3	0,0	80,0	95,0	15,0
Escolheu o modelo de 800W	13,0	17,4	4,3	5,0	5,0	0,0
Não tinha a certeza da escolha	8,7	4,3	-4,3	15,0	0,0	-15,0

Da análise da Tabela 21, constata-se que a maioria dos alunos, 78,3% na TP e 80,0% na TE, escolheram o modelo correto da varinha, ou seja, o modelo de 1200W. De facto, apenas 13,0% dos

alunos da TP e 5,0% da TE escolheram o modelo de 800W e a percentagem de alunos que não tinham a certeza do modelo a escolher de 8,7% na TP e 15,0% na TE (Tabela 21).

Tabela 22 – Justificações dadas pelos alunos que escolheram o modelo correto (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P			Turma E		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
	(n=18)	(n=18)		(n=16)	(n=19)	
Cientificamente Aceite	0,0	16,7	16,7	0,0	5,3	5,3
Incompleta	27,8	0,0	-27,8	6,3	5,3	-1,0
Cientificamente Não Aceite	72,2	83,3	11,1	93,8	84,2	-9,5
Não Responde / Não Conhece	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	5,3

No caso da justificação dada pelos alunos que escolheram o modelo de 1200W, os dados recolhidos podem ser consultados na Tabela 22. Assim, e antes da leção do tema, verificou-se que, quer na TP, quer na TE, nenhum aluno justificou corretamente a sua opção (CA) e apenas 27,8% dos alunos da TP, assim como 6,3% dos alunos da TE o fizeram de forma incompleta (Tabela 22). Os alunos que responderam com respostas do tipo INC, apenas referiram que quanto maior a potência da varinha, mais rápida era a realizar o trabalho, mas não referiram que a potência se relaciona com a energia transferida por unidade de tempo. Ainda da análise da Tabela 22, concluiu-se que 72,2% dos alunos da TP e 93,8%, da TE, justificaram a escolha incorretamente, pois não relacionaram a potência com a energia transferida por unidade de tempo.

Assim, verifica-se que, antes do ensino, a percentagem de alunos que efetuam a escolha correta da varinha é muito próxima para as duas turmas, havendo apenas uma diferença significativa nas percentagens dos alunos que relacionam corretamente a potência de uma máquina com a energia transferida por unidade de tempo. Assim, e tendo em conta a percentagem de alunos que justificaram corretamente a escolha da varinha certa, pode afirmar-se que a TP irá partir de um ponto mais avançado comparativamente à TE. Assim, a análise sobre qual o efeito que os materiais fornecidos aos alunos, após a leção do tema, *podcasts* e *e-book*, terá de ser efetuada com base na evolução dos conhecimentos de cada um dos grupos, do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Durante a leção do tema, os alunos obtiveram informação, na sala de aula, sobre a energia transferida entre sistemas aquando da aplicação de forças nos sistemas – trabalho. Assim, e após os alunos terem tido acesso aos *podcasts* em ficheiro de áudio (TP) e aos *e-books* (TE), os alunos voltaram

a realizar o teste. Os resultados obtidos, relativamente à escolha do modelo mais rápido, podem ser observados na Tabela 21, e os relativos à justificação dada pelos alunos que escolheram a varinha correta, a de 1200W, podem ser observados na Tabela 22.

Assim, e após análise da Tabela 21, verificou-se que a percentagem de alunos que escolheram a varinha de 1200W, no caso da TP, manteve-se, ou seja, o valor voltou a ser de 78,3%. No entanto, na TE, a percentagem dos alunos que escolheram a varinha de 1200W aumentou, de 80,0% para 95,0% (Tabela 21). Outro aspeto a salientar é o facto de, em ambas as turmas, a percentagem de alunos que efetuou uma escolha aumentou, 4,3% na TP e 15,0% na TE (Tabela 21). Da análise da mesma tabela, verificou-se que o que variou foi a consequência deste aumento: na TP, aumentou a percentagem de alunos que escolheram a varinha de 800W (CNA), na TE aumento a percentagem de alunos que escolheu a varinha de 1200W (CA).

No que respeita à justificação apresentada pelos alunos que escolheram a opção correta, verificou-se um aumento da percentagem das respostas do tipo CA, 16,7% na TP e 5,3% na TE, e uma diminuição das respostas do tipo INC, 27,8% na TP e 1,0% na TE (Tabela 22). Diga-se que, no pós-teste, e na TP, não houve alunos a responderem de forma incompleta. Já no que respeita a respostas cientificamente erradas, CNA, verificou-se comportamentos diferentes nas duas turmas, tendo-se verificado um aumento de 11,1% na TP e, no caso da TE, uma diminuição de 9,5% deste tipo de respostas (Tabela 22). Por último, no que diz respeito à percentagem de alunos que não justificaram a sua escolha, verificou-se que, na TP, todos os alunos justificaram a escolha efetuada, como no pré-teste, ao contrário da TE, em que se verificou um aumento de 5,3% de alunos que não justificaram (Tabela 22).

É preciso realçar um aspeto: a percentagem de alunos que escolheram corretamente a varinha de 1200W na TE aumentou do pré para o pós-teste, o que evidencia uma melhoria dos resultados, mas essa melhoria não se verificou da mesma forma nas justificações apresentadas pelos alunos.

Estes resultados mostram que os alunos que evoluíram de uma forma mais positiva nesta dimensão, foram os alunos da TE. Aqui, a contribuição do *e-book* parece ter sido mais notória, embora, e no caso das justificações da escolha, essa melhoria tenha sido mais discreta.

Os resultados obtidos pelos alunos da TP vêm ao encontro dos resultados obtidos nos estudos realizados por Walls *et al* (2010) e Heilesen (2010). Estes autores referem que a melhoria dos resultados ainda não estão devidamente estudados e que, embora os *podcasts* possam contribuir para uma melhoria dos resultados, ainda não há evidências de que os resultados dos testes ou exames realizados pelos alunos são melhores após a utilização desta ferramenta. Já no acaso dos resultados obtidos pela

TE, estes entram em contradição com os estudos referidos na Revisão de literatura realizados por Shepperd, Grace e Koch (2008) e Woody, Daniel e Baker (2010) por afirmar que os alunos ainda preferem os livros de texto em formato papel, comparativamente com os *e-books*. No entanto, também é referido nestes estudos que os *e-books* possuem mais interatividade e disponibilizam mais informação do que os livros em papel, o que pode ter contribuído para o aumento da percentagem de escolhas corretas (Tabela 21) e um ligeiro aumento na percentagem da respostas do tipo CA na justifica da escolha (Tabela 22).

4.6. Evolução dos conhecimentos dos alunos sobre o aproveitamento da energia solar

Para estudar o progresso dos conhecimentos que os alunos possuem sobre como aproveitar a energia solar para a transformar noutras formas de energia, os alunos foram confrontados com duas questões no teste (anexo 1). Essas questões, 8.1 e 8.2, permitiram averiguar se os alunos identificam e descrevem o processo de aproveitamento da energia solar para a produção de energia elétrica, utilizando os sistemas fotovoltaicos e para a produção de energia térmica, utilizando os coletores solares, respetivamente, tal como se pode constatar na tabela de especificações do teste, apresentada no capítulo III.

As duas questões, 8.1 e 8.2, eram precedidas por um pequeno texto introdutório e por duas figuras, 1 e 2, no qual estavam representados um painel fotovoltaico e um coletor solar, respetivamente. Assim, aos alunos era solicitado que identificassem e explicassem os processos utilizados pelos sistemas para efetuar o aproveitamento da energia solar. No caso da questão 8.1, os alunos deveriam referir que o processo que é utilizado no sistema representado na figura 1, permite converter a energia solar em energia elétrica, utilizando para tal sistemas fotovoltaicos. Já na questão 8.2, os alunos deveriam referir que o processo que é utilizado no sistema representado na figura 2, permite converter energia solar em energia térmica, utilizando para tal sistemas de coletores solares, devendo, também, referir que nestes sistemas existem materiais que captam e absorvem a energia solar, são bons absorsores de radiação, retendo essa energia, provocando um aumento da temperatura no interior do sistema para, posteriormente, transferir para sistemas recetores.

Por forma a estudar a progressão do conhecimento dos alunos relativo aos sistemas acima descritos, foram analisados os dados obtidos antes e após a leção do tema, dados esses que podem ser observados na Tabela 23 e na Tabela 24, relativos ao conhecimento dos sistemas fotovoltaicos e coletores solares, respetivamente.

Tabela 23 – Evolução do conhecimento das duas turmas sobre o processo de aproveitamento da energia solar nos sistemas fotovoltaicos (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	73,9	78,3	4,3	25,0	25,0	0,0
Incompleta	8,7	8,7	0,0	15,0	35,0	20,0
Cientificamente Não Aceite	13,0	13,0	0,0	60,0	35,0	-25,0
Não Responde / Não Conhece	4,3	0,0	-4,3	0,0	5,0	5,0

Tabela 24 – Evolução do conhecimento das duas turmas sobre o processo de aproveitamento da energia solar nos coletores solares (%)

(N=43)

Tipo de resposta	Turma P (n=23)			Turma E (n=20)		
	Pré	Pós	Evol	Pré	Pós	Evol
Cientificamente Aceite	13,0	56,5	43,5	0,0	10,0	10,0
Incompleta	65,2	26,1	-39,1	60,0	65,0	5,0
Cientificamente Não Aceite	17,4	17,4	0,0	40,0	20,0	-20,0
Não Responde / Não Conhece	4,3	0,0	-4,3	0,0	5,0	5,0

Assim, e da análise da Tabela 23, verifica-se uma diferença entre a percentagem de alunos que reconhecem e explicam o funcionamento do sistema fotovoltaico (resposta do tipo CA). De facto, enquanto que na TP a percentagem de alunos que responderam corretamente foi de 73,9%, na TE essa percentagem desce para 25,0%. Ainda da análise da Tabela 23, constata-se que a percentagem de alunos que identificam o sistema, mas que não sabem explicar o seu funcionamento é de 8,7%, na TP, e 15,0%, na TE, verificando-se que, também, no caso dos alunos que responderam incorretamente, a diferença de percentagens volta a ser grande entre as duas turmas: 13,0%, na TP e 60,0%, na TE. Para terminar a análise da Tabela 23, verifica-se que todos os alunos da TE responderam à questão, ao contrário da TP, em que 4,3% dos alunos não responderam à questão 8.1.

No que diz respeito à questão 8.2, e após análise da Tabela 24, verifica-se que apenas 13,0% dos alunos da TP conseguiram identificar o sistema dos coletores e explicar o seu funcionamento, ao contrário da TE, na qual nenhum aluno conseguiu responder de forma correta. No que diz respeito às respostas do tipo INC, verifica-se que a percentagem de alunos que responderam de forma incompleta é próxima nas duas turmas: 65,2%, na TP e 60,0%, na TE (Tabela 24). É possível, ainda, observar que 17,4% dos alunos da TP e 40,0% da TE não identificaram o sistema com sendo um coletor solar, tendo as respostas destes alunos sido consideradas do tipo CNA (Tabela 24). Por fim, verificou-se que apenas

4,3% dos alunos da TP não responderam à questão, tendo todos os alunos da TE respondido.

Assim, verifica-se que, antes do ensino, a turma TP tem mais alunos com conhecimentos sobre os sistemas de aproveitamento de energia solar do que a turma TE. No entanto, verifica-se que, mesmo na TP, a percentagem de alunos que conseguem explicar de uma forma correta o funcionamento do coletor solar é baixa, quando comparada com a percentagem de alunos que identifica e explica corretamente o sistema fotovoltaico. Assim, pode afirmar-se que a TP apresenta-se, à priori, em vantagem comparativamente à TE. A análise do efeito dos materiais fornecidos aos alunos, após a leção do tema, tem que ser efetuada com base na evolução dos conhecimentos de cada um dos grupos, do pré para o pós-teste, ou seja, nos ganhos de cada uma das turmas.

Tal como foi referido nas dimensões anteriores, durante a leção deste tema, os alunos obtiveram informação na sala de aula, sobre os sistemas de conversão de energia solar noutros tipos de energia. Assim, e após os alunos terem tido acesso aos *podcasts* em ficheiro de áudio (TP) e aos *e-books* (TE), os alunos voltaram a realizar o teste, desta vez como pós teste. Assim, e após a correção e o tratamento dos resultados da prova, estes podem ser observados na Tabela 23 e na Tabela 24.

No que diz respeito à identificação do sistema fotovoltaico e conseqüente explicação, verifica-se que apenas ocorreu evolução na percentagem de respostas do tipo CA na TP, tendo passado de 73,9% para 78,3%. Já no caso da TE, esta percentagem manteve-se (25,0%), não existindo qualquer evolução (Tabela 23). Ainda da análise da Tabela 23 pode observar-se que, no caso das respostas do tipo INC, a percentagem de alunos da TP que apenas identificaram o processo manteve-se (8,7%), ao contrário da TE, em que se verificou uma evolução de 15,0% para 35,0% de respostas incompletas. A percentagem de alunos que não identificaram corretamente o processo de conversão de energia solar em energia elétrica foi de 13,0%, na TP e de 35,0%, na TE (Tabela 23). Aqui verificou-se que, na TP, a percentagem se manteve, mas houve uma diminuição de 25,0% no caso da TE. No que concerne aos alunos que não responderam à questão, verificou-se uma inversão da situação, pois no pós-teste todos os alunos da TP responderam à questão, enquanto que na TE a percentagem passou agora a ser de 5,0%.

Da análise da Tabela 24, relativa ao sistema coletor solar, verificou-se uma evolução positiva de respostas do tipo CA nas duas turmas, embora a evolução tenha sido superior na TP. De facto, na TP a percentagem de alunos que identificaram o coletor solar e o explicaram corretamente foi de 56,5% (aumentou 43,5%) e, na TE, essa percentagem foi de apenas 10,0% (aumentou 10,0%). Já no que diz respeito à percentagem de respostas do tipo INC, verificaram-se evoluções contrárias, ou seja, no caso da TP, a percentagem de respostas onde os alunos apenas identificaram o sistema diminuiu 39,1%,

sendo no final de 26,1% (Tabela 24). No caso da TE, a evolução foi positiva, ou seja, aumentou a percentagem (5,0%) deste tipo de respostas, sendo a percentagem final de 65,0%. Já a percentagem de alunos que responderam de forma incorreta teve uma evolução semelhante à verificada na questão 8.1, ou seja, manteve-se no caso da TP (17,4%) e diminuiu de 40,0% para 20,0%, no caso da TE (Tabela 24). Também a evolução da percentagem de alunos que não respondeu à questão 8.2 foi igual à verificada na 8.1, verificando-se uma inversão da situação, pois, também nesta questão, no pós-teste todos os alunos da TP responderam, enquanto que na TE a percentagem passou agora a ser de 5,0%.

Os resultados obtidos nesta dimensão, e que nesta secção foram relatados, estão concordantes com os resultados de estudos referidos na Revisão de literatura. Estes resultados mostram, para esta dimensão, que os alunos que utilizaram os *podcasts* em ficheiro áudio tiveram uma evolução positiva mais significativa, resultados que estão de acordo com o foi observado por Carvalho, Moura e Cruz (2008) e por Putman e Kingsley (2009). Estes autores afirmaram que a recetividade aos *podcasts*, por parte dos alunos, é superior, quando comparada com a recetividade dos alunos face aos *e-books*, contribuindo positivamente para a aprendizagem. Tal como mencionado anteriormente, também Scutter *et al* (2010) referia que os alunos, que participaram no estudo por ele realizado, ouviam os *podcasts* após os professores disponibilizarem os materiais, utilizando-os como complemento à leitura das apresentações em *PowerPoint*.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

5.1. Introdução

Neste capítulo, apresentam-se as conclusões do estudo realizado, de acordo com os objetivos que foram formulados no Capítulo I (5.2.). De seguida, discutem-se as implicações que essas conclusões poderão ter para a Educação em Ciências (5.3.) e, por último, apresentam-se algumas sugestões para futuras investigações (5.4.), decorrentes de limitações do estudo, de aspetos que ficaram por esclarecer ou de divergências com a literatura.

5.2. Conclusões do estudo

O objetivo geral deste estudo foi o de analisar a influência das formas de disponibilização de *podcasts*, em *e-book* ou ficheiro de áudio simples, na aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A. A consecução deste objetivo exigiu:

- a análise do incremento na aprendizagem do conhecimento conceptual do âmbito do tema “Do Sol ao Aquecimento”, na sequência da utilização de *podcasts* integrados em *e-books*;
- a análise do incremento na aprendizagem do conhecimento conceptual do âmbito do tema “Do Sol ao Aquecimento”, na sequência da utilização de *podcasts* como ficheiros de áudio simples;
- a comparação do desenvolvimento de competências e de conhecimentos dos alunos, na sequência da utilização de *podcasts* integrados em *e-books* e *podcasts* como ficheiros de áudio simples, a fim de concluir sobre qual deles conduz a maior , valor acrescentado ou o ganho para os alunos.

Para a consecução da primeira parte do objetivo, analisou-se a evolução concetual dos alunos da TP. Os resultados obtidos por estes alunos, apresentados em 4.2, 4.3, 4.4 e 4.6, sugerem que a utilização de *podcasts* em formato de áudio simples pode, de facto, contribuir para uma melhoria da aprendizagem dos alunos, uma vez que se constatou que os alunos deste grupo obtiveram melhores resultados em todas as questões das quatro dimensões referidas, após a utilização dos *podcasts*. No entanto, os resultados apresentados em 4.5 apontam em sentido oposto, sendo desfavoráveis aos *podcasts*. Estes resultados algo divergentes eram previsíveis atendendo a que diversos estudos sobre *podcasts* (Carvalho *et al*, 2009; Putman & Kingsley, 2009; Heilesen, 2010; Mustaro, 2010; Scutter *et al*,

2010) mostram que estes podem, de facto, contribuir para o melhoramento dos hábitos de estudo e, conseqüentemente, para a aprendizagem, embora haja, igualmente, literatura (Walls *et al*, 2010; Heilesen, 2010) que não apresenta evidências de que os resultados de aprendizagem melhoram após a utilização dos *podcasts*. Note-se que esta última constatação está de acordo com os resultados obtidos pelos alunos da TP, em 4.5.

No que concerne à segunda parte do objetivo, e como se pode reconhecer pelos resultados apresentados em 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, verificou-se que os alunos da turma TE apenas evoluíram positivamente em uma questão, em cada uma das dimensões analisadas. Estes resultados sugerem que ou os alunos não utilizaram os *e-books* para a consolidação dos conhecimentos que adquiriram nas aulas ou que os *e-books* não foram eficazes. Estes resultados são concordantes com a literatura da especialidade (Shepperd, Grace & Koch, 2008; Woody, Daniel & Baker, 2010) que mostra que os *e-books* ainda não foram adotados pelos alunos, de forma permanente, existindo mesmo casos em que preferem os livros de texto em suporte de papel relativamente aos *e-books* (Shepperd, Grace & Koch, 2008; Woody, Daniel & Baker, 2010). No entanto, os resultados parecem contrariar o que é afirmado por Zhang e Beckman (2011) e por Anuradha e Usha (2006) quando referem que os alunos preferem utilizar os *e-books*, indicando como razões para essa preferência a disponibilidade temporal do *e-book* bem como a facilidade de pesquisar informação ou a possibilidade de efetuar marcações, sublinhados e, em alguns casos, de acrescentar anotações ao texto, que o *e-book* oferece. Certamente que o sucesso da utilização desta como de outras tecnologias depende da qualidade dos conteúdos apresentados pela mesma e da empatia, bem como da familiaridade que os alunos têm com essa tecnologia. No caso do estudo aqui relatado, os alunos tinham usado preferencialmente o livro de texto em suporte papel, pelo que os *e-books* eram uma novidade para eles, à qual não tiveram tempo de se adaptar completamente, o que pode ajudar a explicar os resultados, pouco favoráveis, obtidos. Note-se que, em nossa opinião, os *e-books* são menos familiares aos alunos e também menos flexíveis, em termos de utilização (pelas maiores exigências tecnológicas que apresentam), do que os *podcasts*,

Ao longo do estudo, verificou-se que os alunos, mesmo após o ensino e a utilização das ferramentas envolvidas, demonstraram ter grandes dificuldades em matérias relativas às diversas dimensões consideradas no tema científico em causa (ver 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6). De facto, após analisar os dados referentes às conseqüências do efeito de estufa (secção 4.2), verificou-se que a percentagem de alunos que não relaciona corretamente a existência do efeito de estufa com a vida na Terra, tal como a conhecemos, é muito elevada. É igualmente elevada a percentagem dos que não conseguem diferenciar o efeito de estufa da sua potenciação, nem relacionar esta com o aumento da

temperatura média da Terra. Já no que diz respeito às questões relativas às transferências e às transformações de energia (secção 4.3), verificou-se que os alunos não evidenciaram grandes dificuldades na classificação dos materiais, no que respeita à condução térmica, mas a classificação e a explicação dos processos de transferência de energia revelou-se uma tarefa complexa. No que concerne aos conhecimentos sobre a emissão de radiação térmica (secção 4.4), os alunos demonstraram não conseguir relacionar as ondas de calor com a intensidade solar incidente na superfície da Terra. Por último, verificou-se, também, que uma grande percentagem de alunos não sabem relacionar a potência de uma máquina com a energia útil transformada por unidade de tempo (secção 4.5). Como consequência, constata-se que um número considerável de alunos, dos dois grupos, no final da intervenção, ainda evidenciava dificuldades conceituais consideráveis, e qualitativamente semelhantes, em alguns dos temas tratados, que são socialmente relevantes.

Assim, e no que concerne ao objetivo geral da investigação, constata-se que a utilização de *podcasts* em ficheiro de áudio simples influenciou mais positivamente a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”, abordado no 10º ano de escolaridade, na disciplina de Física e Química A, do que a utilização de *podcasts* integrados em e-books. Estas constatações são parcialmente consistentes com a literatura da especialidade, na medida em que alguns estudos (Carvalho *et al*, 2009; Putman & Kingsley, 2009; Heilesen, 2010; Mustaro, 2010; Scuffer *et al*, 2010) mostram que os *podcasts* em formato de áudio simples podem contribuir para uma melhoria da aprendizagem dos alunos, já que estes utilizam muitas vezes esta ferramenta para rever ou complementar a matéria lecionada nas aulas, nomeadamente em conjunto com a leitura de apresentações em *PowerPoint*. Esta utilização promove os hábitos de estudo, contribuindo, seguramente, para a aprendizagem.

5.3. Implicações dos resultados da investigação

Os resultados obtidos neste estudo têm implicações para o ensino da Física e Química A, designadamente do tema em causa, mas também para a educação em ciências, em geral. Conforme foi referido no capítulo 1, a utilização das TIC pode promover a aprendizagem das ciências, pois tal como referem Martí *et al* (2005) e Martínez *et al* (2003), são inúmeras as potencialidades da sua utilização nas aulas das disciplinas desta área.

Assim, e como mencionam Putman & Kingsley (2009), um dos dispositivos que se deve aproveitar para o ensino das ciências é o leitor de MP3, pois é muito utilizado pelos nossos jovens. Neste sentido, o leitor de MP3 pode ser colocado ao serviço dos *podcasts* e contribuir decisivamente para o

desenvolvimento de competências e para o domínio dos conteúdos escolares, por parte dos estudantes. Esta melhoria, muito associada à promoção dos hábitos de estudo, e que foi constatada em estudos realizados por Carvalho *et al* (2009), Putman e Kingsley (2009), Heilesen (2010), Mustaro (2010) e Scutter *et al* (2010), faz com que o uso de *podcasts* deva ser incentivado, visto poderem ser utilizados em um dispositivo muito familiar e acessível aos alunos na atualidade: o MP3.

Para os professores, a utilização de *podcasts* e de e-books, ainda que pouco divulgados, oferece uma panóplia de vantagens. No entanto, a sua aplicação em contexto escolar implica a elaboração de novos materiais, o que requer que os professores tenham acesso a formação que permita concebê-los. Note-se que, para além de competências científicas e didáticas, a elaboração destes materiais requer a utilização de programas informáticos muito específicos, cujos preços de aquisição podem ser avultados, bem como o tempo para criar esses mesmos materiais (Paiva *et al*, 2004; Asgarkhani & Wieck, 2013). O facto de os professores disporem de materiais em suporte papel, já elaborados, normalmente, por editoras, embora facilitando muito o trabalho do professor, pode contribuir para a estagnação didática, não fazendo sentir a necessidade de investir em materiais do tipo dos que estão em causa nesta dissertação.

No entanto, é de referir que praticamente todas as editoras que produzem manuais escolares já oferecem o manual em suporte digital. Estes manuais, que podem ser consultados no computador e em *tablets*, possuem ligações a páginas existentes na *internet*, as quais permitem aos alunos aceder a novos materiais em diferentes suportes (animações, exercícios *online*, etc.), materiais esses que podem beneficiar o aluno devido à interatividade entre este e a atividade a realizar. Verifica-se, também, em alguns desses manuais digitais, a inclusão de *podcasts*, ou em outras propostas, a oferta de *podcasts* em formato de áudio simples, para que os alunos possam acompanhar o estudo. Sendo certo que estas ferramentas estão, de facto, a atrair as atenções da sociedade, em geral, e dos alunos do ensino básico e secundário, em particular, também é verdade que a maioria delas requer ainda um computador ou afim e também uma ligação à *internet*, a qual não está acessível em qualquer momento e local para todos os alunos, o que constitui um constrangimento ao seu uso.

5.4. Sugestões para futuras investigações

Tendo em conta os resultados obtidos neste estudo, e atendendo às suas limitações e à sua relação com os demais estudos a que tivemos acesso, apresentam-se de seguida as principais sugestões para futuras investigações.

Este estudo estava centrado em alunos do 10º ano de escolaridade, que frequentavam o Curso de Ciências e Tecnologias, e na forma como duas ferramentas das TIC poderiam influenciar o processo de ensino e a aprendizagem do tema “Do Sol ao Aquecimento”. No entanto, apenas foi possível realizar este estudo com alunos pertencentes a duas turmas de uma escola, sendo, desta forma, um número de sujeitos demasiado reduzido e que dá poucas garantias de representatividade quando comparado com a população pretendida, todos os alunos que frequentam a disciplina de Física e Química A, no 10º ano de escolaridade. Assim, seria importante realizar estudos mais abrangentes, com amostras representativas da população, a fim de ser possível obter informação generalizável sobre o efeito relativo das duas ferramentas. Para tal, o estudo deverá contemplar uma amostra mais ampla, mais heterogénea, preferencialmente de várias escolas e de diferentes zonas do país, de forma a incluir alunos dos diversos estratos socioeconómicos, aspeto relevante neste tipo de investigação, uma vez que o estrato socioeconómico pode influenciar os resultados do estudo na medida em que, em princípio, alunos de estratos socioeconómicos mais elevados estarão mais familiarizados com as TIC e terão melhores condições para as usar e tirar partido delas para aprender.

Para além deste aspeto, é também sugerido que este estudo seja alargado à totalidade das componentes da disciplina de Física e Química A, por forma a ser estudado o modo como os alunos se dão com elas nas diferentes temáticas (não só de Física, mas também de Química) e como evoluem com a experiência de utilização das mesmas, ao longo de dois anos letivos, tempo suficiente para se habituarem à tecnologia em causa (e se deixe de fazer sentir o eventual efeito da novidade). Outro aspeto a ter em conta é o recurso a turmas que não utilizem qualquer tipo de tecnologia de informação e que possam ser usadas como grupo de controlo, de modo a ser possível comparar não só os efeitos das duas tecnologias entre si, mas também, o efeito de cada uma delas com os resultados obtidos nesse grupo. Isto permitiria ver se compensa usar as ou uma das tecnologias em causa ou se não é vantajosa sua utilização.

No que concerne aos *podcasts*, por limitação do tempo disponível para a realização do estudo, estes não foram validados com alunos, pelo que não havia garantias de que seriam devidamente compreendidos pelos participantes no estudo, principalmente ao nível da linguagem utilizada. Assim, antes de efetuar investigações que envolvam a utilização de *podcasts*, sugere-se que estes, antes de serem disponibilizados aos alunos, sejam submetidos a investigação, a fim de se avaliar em que medida são adequados a estudantes com determinadas características.

Ainda por limitação do tempo disponível para a realização do estudo, não foi possível avaliar a

familiaridade dos alunos com este tipo de ferramentas, *podcasts* e *e-books*, nem avaliar, após sua utilização, o grau de satisfação dos alunos com a mesma, nem o seu eventual interesse em utilizar novamente este tipo de ferramenta. Então, no caso de este estudo ser repetido ou de ser realizado um novo estudo, centrado em outros temas, a familiaridade dos alunos com este tipo de ferramentas, o grau de satisfação dos alunos com a utilização das mesmas e o seu eventual interesse na continuação da utilização deste tipo de ferramentas deverão ser avaliados, através de questionários de opinião ou de entrevistas. Esta avaliação é importante na medida em que estas variáveis podem ajudar a compreender os resultados obtidos ao nível da aprendizagem, nomeadamente concetual.

No que diz respeito à utilização de *e-books* no ensino das ciências, e embora os alunos vejam algumas vantagens na sua utilização (Shepperd, Grace & Koch, 2008), os *e-books* ainda não conseguiram substituir por completo os livros em suporte papel, tal como verificado por Shepperd, Grace & Koch (2008) e por Woody, Daniel & Baker (2010). Por isso, a utilização desta ferramenta deverá, também, ser alvo de um estudo cuidado, tendo em conta o objetivo do *e-book* (resumos, complementar informação, etc.), de forma a ser mais atrativo, e conseqüentemente, mais eficaz para os alunos.

Esta dissertação centrou-se na utilização de uma ferramenta das TIC, o *podcast*, e o seu suporte de divulgação – *e-book* e o ficheiro de áudio simples, como fator de melhoramento do ensino de um tema de ciências. Apesar de estas ferramentas fazerem parte das TIC, que são muito bem aceites pelos alunos, ainda não estão integradas nas suas atividades de estudo. Assim, e embora pareçam possuir grandes potencialidades, elas não deverão, num futuro próximo, substituir os materiais em suporte papel, devendo os dois suportes coexistir. No entanto, tendo em conta a grande receptividade dos alunos face às TIC, deve investir-se, como já o estão a fazer as editoras, nas plataformas eletrónicas, estudando o real interesse que os alunos apresentam face a elas, bem como o modo como elas poderão, na realidade, ajudar os alunos no processo de ensino e de aprendizagem.

Pelas tecnologias envolvidas e pela exigência que coloca aos professores e às escolas, a generalização destes recursos didáticos estima-se ser um processo moroso. No entanto, esperamos que este trabalho tenha dado algum contributo para melhorar a utilização dos *podcasts* e dos *e-books* no ensino das ciências. Se isso tiver acontecido, então, valeu a pena realizá-lo.

**“Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.”**

Fernando Pessoa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahrens, C. (2010). *Essentials of Meteorology: An invitation to the atmosphere. 6ª Edição*. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning
- Alves, P. (2000). *Desenvolvimento de um sistema de ensino baseado na Web*. Dissertação de Mestrado. Porto: FEUP.
- Angell, C., Øystein, G., Henriksen, E. & Isnes, A. (2004). Physics: frightful, but fun. Pupils and teachers views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88 (5), 683-706.
- Anuradha, K. & Usha, H. (2006). Use of e-books in an academic and research environment: A case study from the Indian Institute of Science. *Program: Electronic Library and Information Systems*, 40 (1), 48-62
- Ardito, S. (2000). Electronic books: To “E” or not to “E”? That is the question”. *Searcher*, 8 (4), 28-3. disponível em <http://www.infotoday.com/searcher/apr00/ardito.htm>
- Armstrong, C. (2008). Books in a virtual world: the evolution of the e-book and its lexicon. *Journal of Librarianship and Information Science*, 40 (193), 193-206.
- Arroio, A., Honório, K., Weber, K., Homem-de-Mello, P. & Silva, A. (2005). O ensino de Química Quântica e o computador na perspectiva de projectos. *Química Nova*, 28 (2), 360-363.
- Asgarkhani, M. & Wieck, M. (2013). Developing a framework for evaluating e-learning. *International Journal of Information Technology & Computer Science*, 12 (2), 40-50.
- Associação de Professores de Física e Química (2010). *Exame de Física e Química A – 2010*. Disponível em <http://apfq.wordpress.com/> (acedido em 02/01/2013).
- Barber, M. & Mourshed, M. (2007). *How the world’s best-performing school systems come out on top*. Dubai: McKinsey & Company.
- Bolliger, D., Supanakorn, S. & Boggs, C. (2010). Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment. *Computers & Education*, 55, 714–722.
- Caldeira, M. & Martins, D. (1990). Calor e temperatura. Que noções têm os alunos universitários destes conceitos?. *Gazeta da Física*, 13 (2), 85 – 94.
- Carvalho, A. (2002). Multimédia: um conceito em evolução. *Revista Portuguesa de Educação*. 15 (1), 245-268.
- Carvalho, A. A., Aguiar, C., Santos, H., Oliveira, L., Marques, A., & Maciel, R. (2009). Podcasts in Higher Education: Students and Teachers Perspectives. In Tatnall, A., & Jones, A. (Eds.), *Education and Technology for a Better World*, (pp 417-426), Berlim: Springer
- Carvalho, A., Cruz, S. & Moura, A. (2008). Pedagogical potentialities of podcasts in learning: reactions from K-12 to university students in Portugal. In S. Wheeler, D. Brown, & A. Kassam, (Ed.), *Conference Proceedings of LYICT 2008: Joint Open and Working IFIP Conference ICT and Learning for the Net Generation*, (pp 23-32), Kuala Lumpur, IFIP with Open University of Malaysia.
- Chen, Y. (2003). Application and development of electronic books in an e-Gutenberg age. *Online Information Review*, 27 (1), 8-16.
- Dala-Ali, B., Lloyd, M. & Al-Abed, Y. (2011). The uses of the iPhone for surgeons. *The surgeon*. 9, 44-48.
- Davis, B., Carmean, C. & Wagner, E. (2009). *The evolution of the LMS: from management to*

learning. Santa Rosa: The eLearning Guild.

Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento (DAPP), (2002). *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*. Lisboa: Ministério da Educação.

Departamento do Ensino Secundário (DES), (2001). *Programa de Física e Química A de 10º ano*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGIDC), (2008). *Manual de ferramentas da web 2.0 para professores*. Lisboa: Ministério da Educação.

Doménech, J. *et al.* (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20 (3), 285-311.

Duarte, J. & Gomes, M. (2011). Práticas com a Moodle em Portugal. In P. Dias *et al.* (Org.), *Challenges 2011: Atas da VII conferência internacional de tecnologias de informação e comunicação na educação*. (pp. 871-881), Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho.

Education for Change Ltd, University of Stirling (2003). *A strategy and vision for the future for electronic textbooks in UK further and higher education: a study prepared for the joint information systems committee (JISC) e-Books working group*. Londres: JISC e-Books Working Group. Disponível em: <http://www.jisc.ac.uk> (acedido em 01/04/2013).

Ekborg, M. & Areskoug, M. (2006). How student teachers' understanding of the greenhouse effect develops during a teacher education programme. *NorDiNa*, 5, 17–29.

Ellis, T. (2001). Multimedia enhanced educational products as a tool to promote critical thinking in adult students. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 10 (2), 107-123.

Engelbrecht, M. (2005). Adapting to changing expectations: postgraduate students' experience of an e-learning tax program. *Computers & Education*, 45, 217–229.

European Commission (2004). *Report by the high level group on increasing human resources for science and technology in Europe, 2004*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Fernandes, C. (2007). *A Matemática na disciplina de Ciências Físico-Químicas: Um estudo sobre as atitudes de alunos do 9º ano de escolaridade*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho

Fernandes, J. (2008). *Moodle nas escolas Portuguesas – números, oportunidades, ideias*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. Disponível em <http://hdl.handle.net/10362/1643> (acedido em 01/04/2013).

Feynman, R., Leighton, R. & Sands, M. (1963). *The Feynman lectures on Physics. Vol I*. Boston: Addison-Wesley.

Fiolhais, C. (2006). Entrevista com Carlos Fiolhais. *Gazeta de Matemática*, 150, 42-49.

Fiolhais, C. (2011). *A ciência em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Galvão, C. *et al.* (2002). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.

Galvão, C. *et al.* (2011). *Ensinar Ciências, aprender Ciências: o contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.

GAVE (2007). *PISA 2006 Competências científicas dos alunos portugueses*. Lisboa: Ministério da

Educação

- GAVE (2010). *Exames nacionais – Relatório 2010*. Lisboa: Ministério da Educação
- GAVE (2012). *Exames nacionais – Relatório 2012*. Lisboa: Ministério da Educação
- Gonçalves, V. & Rodrigues, C. (2006). Um sistema de b-learning no ensino Secundário Português. *International symposium on computers in education*, Universidade de León. León.
- Govindasamy, T. (2002). Successful implementation of e-learning pedagogical considerations. *The Internet and Higher Education*, 4, 287–299.
- Gunter, B. (2005). Electronic books: a survey of users in the UK. *Aslib proceedings*, 57 (6), 513 - 522
- Gyal, S. (2012). E-Learning. *Scientific Journal of Pure and Applied Sciences*, 1, (3), 130-132
- Haber-Schaim, U. (1983). The role of the second law of thermodynamics in energy education, *The Physics Teacher*, 1 (21), 17-20.
- Heilesen, S. (2010). What is the academic efficacy of podcasting? *Computers & Education*, 55, 1063-1068
- Hertzberg, M. (2009). Earth's radiative equilibrium in the solar irradiance. *Energy & Environment*, 20 (1), 85-95.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Jacobi, A., Martin, J., Mitchell, J., & Newell, T. (2003). *A concept inventory for heat transfer*. Comunicação apresentada na Frontiers in Education, 2003. FIE 2003. 33rd Annual. Boulder, Novembro
- JNE (2006). *Exames nacionais dos ensino básico e secundário – Relatório final 2006*. Lisboa: Ministério da Educação
- JNE (2007). *Exames nacionais dos ensino básico e secundário e provas de aferição – Relatório final 2007*. Lisboa: Ministério da Educação
- JNE (2008). *Exames nacionais dos ensino básico e secundário – Relatório final*. Lisboa: Ministério da Educação
- JNE (2009). *Exames nacionais dos ensino básico e secundário – Relatório final*. Lisboa: Ministério da Educação
- JNE (2011). Avaliação externa da aprendizagem. *Exames nacionais e provas e aferição - Relatório 2011*. Lisboa: Ministério da Educação
- Jung, I., Choi, S., Lim, C. & Leem, J. (2002). Effects of different types of interaction on learning achievement, satisfaction and participation in web-based instruction. *Innovations in Education and Teaching International*, 39 (2), 153-162.
- Júnior, J. & Coutinho, C. (2007a). A problemática dos E-books: um contributo para ao estado da arte. In *Memórias da 6ª Conferência Ibero-americana em Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI)*. (pp 106-111) Orlando: EUA.
- Júnior, J. & Coutinho, C. (2007b). Podcast em educação: um contributo para ao estado da arte. In A. Barca, M. Peralbo, A. Porto, B. Duarte da Silva e L. Almeida (Ed.), *Libro de Actas do Congreso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía*. (pp 837-846). A.Coruña/Universidade da

Coruña: Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación.

Katz, Y. J. (2000). The comparative suitability of three ICT distance learning methodologies for college level instruction. *Educational Media International*, 37(1), 25-30.

Katz, Y. J. (2002). Attitudes affecting college students' preferences for distance learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 2-9.

Köhnlei, J. & Peduzzi, S. (2002). Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*, 2(3) 84-96.

Kratochvíl, J. (2013). Evaluation of e-learning course, information literacy, for medical students. *The Electronic Library*, 31(1), 55-69.

Leal, S. C., Fernandes, H., & Leal, J. P. (2009). *Plataforma e-lab potencia o ensino/aprendizagem das ciências no ensino básico e secundário*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência – Direção Geral da Educação. Disponível em <http://www.dgdc.min-edu.pt> (acedido em 01/04/2013).

Lederman, N. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 301-318). Dordrecht: Springer.

Legoinha, P., Pais, J. & Fernandes, J. (2006). *O Moodle e as comunidades virtuais de aprendizagem*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. Disponível em <http://hdl.handle.net/10362/1646> (acedido em 01/04/2013).

Lemke, J. (1993). Education, cyberspace and change. *Archnet electronic journal of virtual culture*, 1(1). Disponível em <http://serials.infomotions.com/aejvc/aejvc-v1n01-lemke-education.txt> (acedido em 31/03/2013).

Lewis, J. (2004). *Physics and Chemistry of the solar system (2ª edição)*. S.Diego: Elsevier Academic Press.

Liaw, S., Huang, H., & Chen, G. (2007). Surveying instructor and learner attitudes toward e-learning. *Computers & Education*, 49, 1066–1080.

Libanore, A. & Obara, A. (2009). Concepções alternativas sobre o efeito de estufa e a formação científica de professores e alunos. In E. Mortimer (Orgs.), *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências*. Florianópolis. Disponível em <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiencpec/html/painel02.html> (acedido em 24/11/2013)

Lin, T. (2011). Review of Moodle 2.0. *Language Learning & Technology*, 15(2), 27-33.

Lisboa, E., Jesus, A., Varela, A., Teixeira, G., & Coutinho, C. (2009). LMS em Contexto Escolar: estudo sobre o uso da Moodle pelos docentes de duas escolas do Norte de Portugal. *Revista EFT: Educação, Formação e Tecnologias*, 2(1), 44-57.

Long, S. (2003). The case for e-books: an introduction. *New Library World*, 104(1/2), 29-32.

Longbottom, J. & Butler, P. (1999). Why teach science? Setting rational goals for science education. *Science Education*, 83(4), 473-492.

Madureira, M. (2011). *A influência dos exames nacionais de Física e Química A e respectivos resultados nas práticas de ensino e de avaliação dos professores*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho

Martí, A., Cano-Villalba, M., Milachay, Y., Soler-Selva, V. & Benito, J. (2005). Aprovechamiento de recursos TIC para mejorar el aprendizaje de los lenguajes de las Ciencias: Investigaciones didácticas en el aula. *Docencia Universitaria*, Disponível em

- <http://revistas.upc.edu.pe/index.php/docencia/article/view/34/3> (acedido em 14-09-2011).
- Martín-Blas, T., & Serrano-Fernández, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics. *Computers & Education*, 52, 35–44.
- Martínez, A. *et al.* (2003). El vídeo digital como recurso didáctico para el estudio cinemático del movimiento. In AEFiQ-Curie (Orgs.), *Actas das VII Jornades de la Curie: V Jornades d'intercanvi d'experiències de Física i de Química*. (pp 53-65). Alacant: Universitat d'Alacant.
- Martínez, A. *et al.* (2003). El vídeo digital como recurso didáctico para el estudio cinemático del movimiento. *Actes VII Jornades de la Curie, 2003*. (pp 53-65). Alacant: AEFiQ-Curie.
- Martinho, T. & Pombo, L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 527-538.
- Martins, A. *et al.* (2002). *Livro branco da física e da química – diagnóstico 2000, recomendações 2002*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química.
- Martins, A. *et al.* (2005). *Livro branco da física e da química – opiniões dos alunos 2003*. Camarate: Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química.
- McFarlane, A & Sakellariou, S. (2002). The role of OCT in science education. *Cambridge Journal of Education*, 32 (2), 219-232.
- McMillan, J. & Schumacher, S. (2010). *Research in education: a conceptual introduction (7ª Ed.)*. Nova Jersey: Pearson.
- MEC. (2013). *PISA 2012. Portugal – Primeiros resultados*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: science education for the future. The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation*. Londres: King's College.
- Ministério da Educação (2011). *Dossiers temáticos: ensino Secundário > Cursos Científico-Humanísticos > Ciências e Tecnologias*. Disponível em <http://www.min-edu.pt/index.php?s=white&pid=285> (acedido em 21/07/2011).
- Moreno, J. & Moreno, A. (1989). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Editorial Laia / Ministerio de Educación y Ciencia.
- Moura, A. & Carvalho, A. (2006). Podcast: uma ferramenta para usar dentro e fora da sala de aula. In José, R & Baquero, C. (Ed), *Conference on Mobile and Ubiquitous Systems (CSMU 2006)* (pp. 155 – 158). Braga: Universidade do Minho
- Mustaro, P. (2010). Proposal of Educational Podcast for Scientific Literacy Classes in Engineering and Computer Science Courses. In: *40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Washington, DC.
- Neves, T. (2006). *O efeito relativo de WebQuests curtas e longas no estudo do tema “Importância da água para os seres vivos”*: um estudo com alunos portugueses do 5º ano de escolaridade. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- Nottis, K. Prince, M; Vigeant, M. Nelson, S. & Hartsock, K. (2009). *Undergraduate Engineering Students' Understanding of Heat, Temperature, and Radiation*. Comunicação apresentada na NERA Conference - Using Educational Research to Improve Student Learning, Rocky Hill, Outubro. Disponível em http://digitalcommons.uconn.edu/nera_2009/35 (acedido em 11/01/2014)
- Oliveira, F., Nascimento, M., Alberto, H., & Formosinho, S. (2011). Ensino das Ciências Físico-

- Químicas: O Papel do Professor face à Diversidade Cultural dos Alunos. *Revista portuguesa de pedagogia*, ES, 337-346.
- Özden, M. Sengel, E. (2009). A web based learning in science education: student attitudes and perceptions. *New world Sciences Academy*, 4 (1), 197-207.
- Paechter, M., Maier, B., & Macher, D. (2010). Students' expectations of, and experiences in e-learning: their relation to learning achievements and course satisfaction. *Computers & Education*, 54, 222–229.
- Paiva, J., Figueira, C., Brás, C. & Sá, R. (2004) *E-learning: o estado da arte*. Coimbra: Sociedade Portuguesa de Física - Softciências.
- Peixoto, A. (2008). Efeito de Estufa e Aquecimento Global: Um estudo com alunos de Física e Química de 3.º Ciclo e Secundário. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho
- Planck, M. & Masius, M. (1914). *The theory of heat radiation*. Philadelphia: P. Blakiston's Son & Co.
- PORDATA (2012). Alunos matriculados no ensino superior: total e por área de educação e formação. Disponível em <http://www.pordata.pt/Portugal/Ambiente+de+Consulta/Tabela> (acedido em 22/09/2014).
- Poynter, A. & Tall, D. (2005). What do mathematics and physics teachers think that students will find difficult? A challenge to accepted practices of teaching. In D. Hewitt & A. Noyes (Eds.), *Proceedings of the sixth British Congress of Mathematics Education* (pp128 – 135). Coventry: University of Warwick.
- Putman, S. & Kingsley, T. (2009), The atoms family: using podcasts to enhance the development of Science vocabulary, *The Reading Teacher*, 63 (2), 100-108.
- Ratcliffe, M. (1998). *ASE guide to secondary science education*. Cheltenham: Stanley Thornes.
- Romano, F. (2001). E-books and the challenge of preservation. Disponível em <http://www.clir.org/pubs/reports/pub106/ebooks.html>.
- Saldanha, T. & Subramanian, S. (1993). Propriedades intensivas e cálculos termoquímicos. *Química Nova*, 16 (5), 470 – 473.
- Schubert, E. (2006). *Light-emitting diodes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scutter, S., Stupans, I., Sawyer, T. & King, S. (2010). How do students use podcasts to support learning? *Australasian Journal of Educational Technology*, 26, (2), 180–191.
- Shepardson, D., Niyogi, D., Choi, S. & Charusombat, U. (2009). Seventh grade students' conceptions of global warming and climate change. *Environmental Education Research*, 15 (5), 549-570.
- Shepardson, D., Niyogi, D., Choi, S. & Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 17 (1), 1-17.
- Shepperd, J., Grace, J. & Koch, E. (2008). Evaluating the electronic textbook: is it time to dispense with the paper text?. *Teaching of Psychology*, 35 (1), 2-5.
- Siemens, G. & Tittenberger, P. (2009). *Hanbook of emmerging technologies for learning*. Manitoba: University of Manitoba.
- Solbes, J. (2007). Una propuesta para la enseñanza de la energia y su conservación basada en la investigación en didáctica de las ciências. *Revista de Enseñanza de la Física*, 20, 65-91.

- Sousa, A. & Carvalho, P. (2002). *Utilização de sensores no ensino das ciências. Formação no Ensino Experimental das Ciências*. Disponível em: <http://eec.dgidc.min-edu.pt/> (acedido em 11-07-2011).
- Sousa, M. & Baptista, C. (2011). *Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios*. Lisboa: Factor.
- Staiger, J. (2012). How E-books Are Used. *Reference & User Services Quarterly*, 51 (4), 355-365.
- Sun, P., Tsai, R. Finger, G., Chen, Y. & Yeh, D. (2008). What drives a successful e-learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers Education*, 50 (4), 1183–1202.
- Trentin, G. (1997). Telematics and on-line teacher training: the POLARIS project. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 261–270.
- Tuckman, B. (2002). *Manual de investigação em educação: como conceber e realizar o processo de investigação em educação*. Lisboa: F. C. Gulbenkian.
- Vaughan, T. (1993). *Multimedia: making it work*. Berkley: Osborne/McGraw-Hill's.
- Vieira, P. (2007). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas e webquests: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade, na temática "Fontes de energia"*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- Walker, J., Halliday, D. & Resnick, R. (2011). *Fundamentals of physics*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Walls, S., Kucsera, J., Walker, J., Acee, T., McVaugh, N. & Robinson, D. (2010). Podcasting in education: Are students as ready and eager as we think they are? *Computers & Education*, 54, 371-378.
- Wellington, J. (2002). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge.
- Woody, W., Daniel, D. & Baker C. (2010). E-books or textbooks: students prefer textbooks. *Computers & Education*, 55 (3), 945-948.
- Woolnough, J. (2000). How do students learn to apply their mathematical knowledge to interpret graphs in physics. *Research in Science Education*, 30 (3), 259-267.
- Wu, J., Tennyson, R. & Hsia, T. (2010): A study of student satisfaction in a blended e-learning system environment, *Computers & Education*, 55 (1) 155-164.
- Zeng, X. (2010). What is the atmosphere's effect on Earth's surface temperature?. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 91 (15), 134-135.
- Zhang, Y. & Beckman, R. (2011). E-book usage among chemists, biochemists and biologists: Findings of a survey and interviews. *Issues in Science and Technology Librarianship* 65. Disponível em: <http://www.istl.org/11-spring/article2.html> (acedido em 30-08-2013).

ANEXOS

Anexo 1

Teste sobre a unidade “Do Sol ao aquecimento”

Teste sobre a unidade “Do Sol ao aquecimento”

Nome: _____ **Código:** _____

Idade: _____ anos

Ano de escolaridade: _____ °

Turma: _____

1. Lê o texto seguinte:

“O efeito de estufa possibilita a manutenção de uma temperatura média global perto da superfície do Planeta da ordem de 15 °C, que seria de –18 °C na sua ausência, o que inviabilizaria a vida como a conhecemos atualmente. Assim, aquilo que os meios de comunicação vulgarmente referem como efeito de estufa associado à atividade humana e aos gases de efeito de estufa é, na verdade, a potenciação de um fenómeno presente através da história geológica do Planeta e crucial para a biosfera.”

Andrade & Freitas (2001) (adaptado)

1.1. O texto refere a existência do efeito de estufa. Quais os gases que contribuem para a existência deste efeito?

1.2. Segundo o texto, o efeito de estufa permite a vida na Terra. Concordas com esta ideia?

Sim

Não

Não tenho a certeza

1.2.1. Explica a tua opção.

1.3. No texto afirma-se que o efeito de estufa é uma “potenciação de um fenómeno presente através da história geológica do Planeta.” Concordas com esta ideia?

Sim

Não

Não tenho a certeza.

1.3.1. Explica a tua opção.

2. Imagina que no lugar do Sol estava uma estrela azul. Os valores da temperatura na Terra:

Seriam semelhantes aos verificados atualmente.

Seriam diferentes aos verificados atualmente.

Não tenho certeza sobre como seriam esses valores.

Justifica a tua opção. _____

3. Explica como a energia emitida pelo Sol chega à superfície da Terra. _____

4. Lê o texto seguinte:

“As ondas de calor, que podem ocorrer em qualquer altura do ano, são mais notórias e sentidas pelos seus impactos quando ocorrem nos meses de Verão. De referir ainda que Junho é o mês de Verão em que as ondas de calor ocorrem com maior frequência em Portugal Continental. Desde a década de 1940, período em que existe informação meteorológica diária num maior número de estações, têm-se verificado ondas de calor de extensão espaço temporal variável; no entanto, é a partir da década de 90 que se regista a maior frequência deste fenómeno.”

In Instituto de Meteorologia

4.1. Por que é que as ondas de calor são mais frequentes e notórias quando ocorrem nos meses de Verão? _____

4.2. Por que é que as ondas de calor são mais frequentes a partir da década de 90? _____

5. Num dia de verão, com temperaturas altas, é vulgar sentirmos “calor”. Explica o processo que faz com que possamos sentir isso. _____

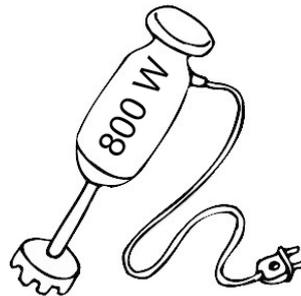
6. A mãe do Miguel quer comprar uma varinha mágica que dê para passar rapidamente a sopa. Na loja ficou indecisa sobre dois modelos, A e B.

6.1. Qual dos modelos de varinha, A ou B, deverá a mãe do Miguel escolher?

O modelo A

O modelo B

Não tenho a certeza



Modelo A



Modelo B

Explica a tua opção. _____

6.2. Quando a mãe do Miguel utilizou pela primeira vez a sua varinha, verificou que esta não aquecia tanto como a anterior. Como explicas este resultado, sabendo que a energia fornecida às duas varinhas, a velha e a nova, era a mesma? _____

7. No ato de cozinhar os alimentos são utilizados diferentes materiais. Explica por que razão se utilizam:
7.1. tachos metálicos para cozinhar os alimentos _____

7.2. utensílios de madeira ou de plástico para mexer nos alimentos durante a cozedura _____

8. As figuras 1 e 2 representam algumas das situações em que é feito o aproveitamento da energia solar em Portugal.



Figura 1



Figura 2

Explica o processo utilizado para fazer o referido aproveitamento da energia solar no caso do:

8.1. sistema representado na figura 1. _____

8.2. sistema representado na figura 2. _____

Anexo 2

Critérios para a correção do Teste sobre a unidade “Do Sol ao Aquecimento”

Critérios para a correção do Teste sobre a unidade “Do Sol ao Aquecimento”

Questão	Critérios de correção
1.1	Os gases que contribuem para o efeito de estufa são o dióxido de carbono (CO ₂), o metano (CH ₄), o óxido nitroso (N ₂ O), perfluorcarbonetos (PFC's) e também o vapor de água.
1.2	Opção correta: Sim
1.2.1	A existência do efeito de estufa possibilita uma temperatura média de 15°, o que permite a vida tal como a conhecemos. Num ambiente com -18°C, os seres vivos teriam de estar adaptados para esse tipo de ambiente, logo, possuiriam características totalmente diferentes das que estamos habituados a ver.
1.3	Opção correta: Sim
1.3.1	Ao longo da existência do nosso planeta que este sofreu muitas alterações. Uma delas foi o aparecimento de uma atmosfera que permitiu um aumento da temperatura média da Terra da ordem dos 33°, devido ao Efeito de estufa possibilitado pro essa atmosfera. Este efeito existe há milhões de anos e é responsável pela existência da vida tal como a conhecemos. Atualmente, e devido ao aumento da concentração dos gases de efeito de estufa produzidos em consequência das atividades antropogénicas, este efeito têm vindo a aumentar. No dia a dia, as pessoas designam essa potenciação (embora incorretamente) por efeito de estufa.
2	Opção correta: Seriam diferentes dos verificados atualmente. Justificação: Ao longo da existência do nosso planeta que este sofreu muitas alterações. Uma delas foi o aparecimento de uma atmosfera que permitiu um aumento da temperatura média da Terra da ordem dos 33°, devido ao Efeito de estufa possibilitado pro essa atmosfera. Este efeito existe há milhões de anos e é responsável pela existência da vida tal como a conhecemos. Atualmente, e devido ao aumento da concentração dos gases de efeito de estufa produzidos em consequência das atividades antropogénicas, este efeito têm vindo a aumentar. No dia a dia, as pessoas designam essa potenciação (embora incorretamente) por efeito de estufa.
3	A energia emitida pelo Sol chega até ao planeta Terra através do processo da radiação, pois é o único que permite o transporte de energia através de meios onde não exista matéria, ou seja, através do vazio ou vácuo, como acontece em algumas zonas do espaço.
4.1	Durante os meses de verão o valor da intensidade da radiação que é emitida pelo Sol e que atinge a superfície da Terra com maior valor é superior ao valor da intensidade da mesma nos meses de inverno, o que origina valores de temperatura superiores nos meses de verão. Tal facto deve-se à inclinação do eixo da Terra que coloca o hemisfério norte, nos meses de verão, a receber os raios solares de uma forma quase perpendicular à superfície terrestre, que permite uma maior concentração de raios solares por unidade de área.
4.2	A partir da década de 90 do século passado tornou-se notório a potenciação do efeito de estufa devido ao aumento da concentração dos gases que contribuem para este efeito, como consequência da emissão destes gases por parte do homem. Uma das consequências desta potenciação é o aumento da energia acumulada pelo sistema Terra. Assim e devido à energia acumulada ter aumentado nestes últimos anos, as ondas de calor têm ocorrido com mais frequência desde que há uma potenciação do efeito de estufa.
5	Sempre que existam corpos cujas temperaturas sejam diferentes, irá ocorrer transferência de energia entre os corpos. O sentido da transferência da energia é sempre do corpo com maior valor de temperatura para o que tem menor valor. No caso de a temperatura ambiente ser elevada, o corpo humano transfere quantidades mais baixas de energia para o exterior, retendo cada vez mais energia no interior. Como a energia fica retida o ser humano fica com a sensação de “calor”.
6.1	Opção correta: Modelo B Justificação: O valor da potência exprime a energia transferida pela varinha mágica para os alimentos, por segundo. Assim, e tendo em conta que a mãe do Miguel quer passar o mais rapidamente a sopa, será mais sensato escolher aquela que transfira uma maior quantidade de energia por segundo, ou seja, maior valor de potência.
6.2	A varinha aquece devido à energia dissipada como energia térmica, assim, o facto de a nova varinha não aquecer tanto significa que esta transforma a energia eléctrica em energia térmica em menor quantidade que a anterior. Assim, o valor da energia útil é superior na nova varinha possuindo, esta, um valor de rendimento superior.
7.1	Quando se pretende cozinhar alimentos é necessário utilizar materiais que conduzam de uma forma rápida e eficaz a energia térmica desde a fonte de energia (localizada no fogão) até ao recetor (alimentos). Os metais são caracterizados por serem bons condutores de energia térmica, daí a sua utilização neste processo.

Questão	Critérios de correção
7.2	Quando se pretende mexer nos alimentos que estão a ser cozinhados é necessário utilizar materiais que não conduzam de uma forma rápida e eficaz a energia térmica desde a fonte de energia (alimentos) até ao recetor (mão). Os plásticos e a madeira são caracterizados por serem maus condutores de energia térmica, daí a sua utilização neste processo.
8.1	O processo que é utilizado neste sistema é o da conversão da energia solar em energia elétrica, utilizando para tal sistemas fotovoltaicos.
8.2	O processo que é utilizado neste sistema é o da conversão da energia solar em energia térmica, utilizando para tal sistemas de coletores solares. Nestes sistemas a energia solar é captada e absorvida por matérias bons absorvedores de radiação e posteriormente retida, aumentando desta forma a temperatura no interior do sistema, ou seja a energia interna deste. Esta energia é transferida para o líquido que transportará a energia para os sistemas recetores.

Anexo 3

Podcasts e e-book utilizados no estudo

Ficheiros áudio dos *podcasts* utilizados no estudo

E-book utilizado no estudo