

UNIVERSIDADE DE LISBOA



**TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO TEMA “A ENERGIA NO
AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DE SISTEMAS”**

CLÁUDIA SOFIA NUNES DOS SANTOS DE MELO GRAÇA

RELATÓRIO DA PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA

MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA E DE QUÍMICA NO 3.º CICLO DO ENSINO BÁSICO E NO
ENSINO SECUNDÁRIO

2014

UNIVERSIDADE DE LISBOA



**TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO NA APRENDIZAGEM DO TEMA “A ENERGIA NO
AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DE SISTEMAS”**

CLÁUDIA SOFIA NUNES DOS SANTOS DE MELO GRAÇA

RELATÓRIO DA PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
ORIENTADO PELA PROFESSORA DOUTORA MÓNICA BAPTISTA

MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA E DE QUÍMICA NO 3.º CICLO DO ENSINO BÁSICO E NO
ENSINO SECUNDÁRIO

2014

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Mónica Baptista, orientadora deste trabalho, obrigada por toda a disponibilidade, apoio, simpatia e otimismo com que nos recebeu ao longo de todo o Mestrado. Sem a sua ajuda, tudo teria sido mais difícil.

À Professora Maria Isabel Veiga, pela simpatia, apoio e disponibilidade com que me acompanhou ao longo da minha prática supervisionada na escola. Obrigada por todo o conhecimento e experiência que me proporcionou.

Aos alunos que participaram neste trabalho, pela disponibilidade, simpatia com que me receberam, e empenho nas aulas. Sem eles, este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus colegas de Mestrado, em especial à Iva, minha colega de escola, pela alegria e boa disposição transmitidas, e pela partilha de experiências, que permitiu enriquecer o meu conhecimento.

À Dra. Célia, por me ter escutado atentamente e por todos os bons conselhos que me transmitiu.

A todos os meus amigos que me apoiaram e fizeram descontrair durante esta trabalhosa etapa da minha vida.

Aos meus pais, por todo o apoio e ajuda que sempre me deram, principalmente nos momentos mais difíceis.

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade conhecer de que forma as tarefas de investigação podem promover a aprendizagem dos alunos, na lecionação da subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”, parte integrante da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. Mais concretamente pretendem-se conhecer as dificuldades que os alunos sentem com as tarefas de investigação, as aprendizagens que realizam e as estratégias que utilizam para aprenderem, e a avaliação que os alunos fazem do uso destas tarefas.

A intervenção decorreu numa turma do 10.º ano de escolaridade, constituída por 28 alunos, onde foram realizadas seis tarefas de investigação ao longo de três blocos de 90 minutos e três de 135 minutos. Neste trabalho, recorreu-se a uma metodologia de investigação qualitativa, por se pretender conhecer e descrever as reações dos alunos da turma, em ambiente de sala de aula, ao serem desenvolvidas as tarefas de investigação. Os instrumentos de recolha de dados utilizados foram a observação naturalista (notas de campo e registos áudio), entrevistas em grupo focado e documentos escritos. Da análise de conteúdo emergiram várias categorias e subcategorias, que facilitaram a organização e compreensão dos dados.

Os resultados indicaram que os alunos sentiram dificuldades nos conceitos científicos, ao planear atividades, pesquisar e selecionar informação, trabalhar em grupo e gerir o tempo. Contudo, ao longo do tempo, as dificuldades foram sendo ultrapassadas, verificando-se aprendizagens ao nível das competências do tipo conceptual, processual e social e atitudinal. Solicitar ajuda e trabalhar em grupo foram algumas das estratégias utilizadas pelos alunos para aprenderem. Os resultados mostraram também que os alunos avaliaram positivamente estas tarefas, manifestando interesse e gosto.

Palavras-chave: Educação em ciência, Tarefas de investigação, Ensino e aprendizagem da “Energia”, Desenvolvimento de competências.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to know in what way the inquiry tasks could promote learning in 10th grade students in the study of the subunit “The energy in heating and cooling systems”, contained in Physics and Chemistry A discipline. Specifically, the aim is to know the difficulties that students experience when they are developing these tasks, as well as their learning, the strategies used by them to learn, and what is the students’ evaluation relatively to these tasks.

The intervention occurred in a 10th grade class, involving 28 students, who developed six inquiry tasks over three time-blocks of 90 minutes and other three time-blocks of 135 minutes. In this work, it was used a qualitative investigation methodology, because the aim was to know and describe the students reactions, in classroom environment, while they were developing inquiry tasks. The data collection instruments were naturalist observation (field notes and audio records), focused group interviews and written documents. The content analysis provided several categories and subcategories, which facilitated the organization and understanding of the data.

The results showed that students felt difficulties in scientific concepts, in activity planning, searching and selecting information, working in group and managing time. However, over time, the difficulties were being surpassed, and students revealed learning and competences development. Requesting assistance and working in group were some of students’ learning strategies. The results also revealed that students evaluated positively these tasks, expressing interest for them.

Keywords: Education science, Inquiry tasks, Teaching and learning “Energy”, Competences development.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE QUADROS	<i>xi</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>xii</i>
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO.....	1
ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
CAPÍTULO 2	
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA	5
Educação em ciência para o século XXI	5
Abordagem CTSA	9
Literacia científica	12
TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO	14
Modelo dos cinco E's.....	14
Potencialidades	16
Dificuldades	17
Características das tarefas de investigação	19
SÍNTESE	20
CAPÍTULO 3	
PROPOSTA DIDÁTICA	21
FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA.....	21
Conceitos introdutórios	22
Temperatura	23
Energia interna, calor e trabalho	24
Capacidade térmica e capacidade térmica mássica	26
Calor latente e mudanças de estado	28
1.ª Lei da termodinâmica	30
Mecanismos de transferência de energia como calor	33
Radiação	37
2.ª Lei da termodinâmica	38
FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA	41
Contextualização da subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”	41
Organização da Proposta Didática	44
Descrição das tarefas.....	48
Avaliação dos alunos	54
SÍNTESE	55

CAPÍTULO 4

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	57
MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO	57
PARTICIPANTES	58
RECOLHA DE DADOS	59
Entrevista	59
Observação.....	61
Documentos escritos	63
Triangulação de dados	63
ANÁLISE DE DADOS	64
SÍNTESE	67

CAPÍTULO 5

RESULTADOS	69
DIFICULDADES QUE OS ALUNOS SENTEM COM AS TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO.....	69
Competências do tipo conceptual	69
Competências do tipo processual.....	77
Competências do tipo social e atitudinal.....	83
APRENDIZAGENS QUE OS ALUNOS REALIZAM COM AS TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS	86
Competências do tipo conceptual	86
Competências do tipo processual.....	95
Competências do tipo social e atitudinal.....	97
Estratégias.....	100
AVALIAÇÃO QUE OS ALUNOS FAZEM DO USO DAS TAREFAS DE INVESTIGAÇÃO	105
Modo como aprendem	105
Interesse e gosto.....	108
SÍNTESE	111

CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL.....	113
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	113
CONCLUSÕES	117
REFLEXÃO FINAL	119

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
--	------------

APÊNDICES.....	129
-----------------------	------------

APÊNDICE A - Planificações das aulas.....	131
APÊNDICE B - Recursos Educativos de Apoio às Aulas: Tarefas	139
APÊNDICE C - Recursos educativos de apoio às aulas: diapositivos em <i>Powerpoint</i>	157
APÊNDICE D - Instrumentos de avaliação.....	171
APÊNDICE E - Guião da entrevista em grupo focado	179

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1	
<i>Competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de atividades práticas.</i>	8
Quadro 3.1	
<i>Valores de capacidade térmica mássica de alguns materiais.</i>	28
Quadro 3.2	
<i>Valores tabelados de calor latente de fusão e calor latente de vaporização de algumas substâncias</i>	29
Quadro 3.3	
<i>Valores de condutividade térmica para diferentes materiais</i>	36
Quadro 3.4	
<i>Sequência de aulas, conteúdos abordados e momentos da aula.</i>	47
Quadro 3.5	
<i>Competências a desenvolver em cada uma das tarefas</i>	48
Quadro 3.6	
<i>Tarefas de investigação e respetivas fases do modelo dos cinco E's.</i>	53
Quadro 4.1	
<i>Categorias e subcategorias de análise para as questões de estudo.</i>	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Esquema do modelo dos cinco E's e relações entre eles.....	15
Figura 2.2. Dimensões das tarefas de investigação.....	19
Figura 3.1. Representação de um sistema termodinâmico, sua fronteira e vizinhança.....	22
Figura 3.2. Fluxo de energia do corpo a temperatura T_1 para o corpo a temperatura T_2 ($T_1 > T_2$), até igualar as temperaturas para T . A seta indica o fluxo de energia.....	23
Figura 3.3. James Prescott Joule, físico britânico (1818-1889).....	25
Figura 3.4. Mecanismo utilizado por Joule na sua experiência.....	25
Figura 3.5. Evolução da temperatura com a adição de energia térmica (Q) para o exemplo da água. Em A, a água encontra-se no estado sólido. Em B, coexistem os estados sólido e líquido. Em C, a água encontra-se no estado líquido. Em D, coexistem os estados líquido e gasoso. Em E, a água encontra-se no estado gasoso.....	30
Figura 3.6. Diagrama PV, o trabalho realizado entre os estados inicial e final, corresponde à área a sombreado, debaixo da curva.....	32
Figura 3.7. Mecanismo de condução térmica. As setas representam o fluxo de energia como calor, pelo mecanismo de condução.....	35
Figura 3.8. Correntes de convecção (as setas a vermelho representam a ascensão do fluido a temperatura mais elevada e as setas a negro representam a descida do fluido a temperatura mais baixa).	37
Figura 3.9. Esquema de uma máquina térmica, onde se representam as entradas e saídas de calor (da fonte “quente” para a fonte “fria”) e a realização de trabalho.....	38
Figura 3.10. Esquema organizador que relaciona os conceitos da subunidade didática lecionada.....	43

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A sociedade, desde o início do novo milénio, tem vindo a ser cada vez mais influenciada pelo desenvolvimento científico e tecnológico. A ciência e a tecnologia, mesmo com a sua individualidade própria, estão interligadas, interagindo ambas com a sociedade (Praia & Cachapuz, 2005). Face às mudanças que se fazem sentir nos países a este nível, surge a necessidade de modificar os currículos de ciências, no sentido de formar indivíduos capazes de se adaptarem às novas circunstâncias (Freire, 2005).

Nos dias de hoje, mais do que nunca, reconhece-se que a educação em ciência deve contribuir para desenvolver indivíduos cientificamente cultos, o que implica desenvolver também atitudes, valores e outras competências, capazes de ajudar a debater um ponto de vista em questões científico-tecnológicas, com implicações sociais (Cachapuz, Praia & Jorge, 2004). Quer dizer então que a educação científica deve incluir também aspetos da natureza da ciência que contextualizem os conteúdos a aprender (Praia, Gil-Pérez & Vilches, 2007). A alfabetização científica e tecnológica dos indivíduos pode ser fomentada, através da sua inserção na cultura científica e tecnológica, permitindo a formação de cidadãos críticos, capazes de participar na tomada de decisões (Praia et al., 2007).

A educação em ciências deve ter então como grande objetivo a literacia científica dos alunos (Hodson, 1998). O ensino que promove a literacia científica permite a aprendizagem da natureza da ciência, o contacto com as descobertas científicas e os processos envolvidos, e as suas implicações sociais (Galvão & Freire, 2004).

A abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) deve estar presente numa vertente integradora, em que a abordagem dos conteúdos possibilite aos alunos a compreensão do mundo em que vivem, as potencialidades e os limites da ciência, bem como o impacte científico, tecnológico e social da intervenção humana na Terra (Galvão, Neves, Freire, Lopes, Macedo, Neves, Encarnação, Matos, Pinho, Oliveira & Pereira, 2001). Os currículos e programas devem então efetuar uma abordagem de ciência mais contextualizada e humanizada (Cachapuz et al., 2004). Uma

educação CTSA exige pois uma reorientação do conhecimento que se ensina e das práticas docentes (Ricardo, 2007).

Um dos caminhos para a evolução da qualidade da educação passa pelo desenvolvimento de competências, “recorrendo a perspectivas construtivistas, constituindo um novo paradigma educacional, centrado em quem aprende, valorizando os processos e não só os produtos de aprendizagem” (Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006, p. 52). Um indivíduo competente é aquele que consegue ativar recursos (conhecimentos, capacidades e estratégias) a uma variedade de contextos e situações problemáticas (Galvão & Freire, 2004). A discussão de assuntos controversos e a condução de investigações pelos alunos, com seleção de informação e comunicação de resultados conduzem a uma melhor compreensão do que é a ciência (Galvão et al., 2001).

Face a estas necessidades, os currículos de ciências foram reorientados para um ensino construtivista, através do qual o professor proporciona um vasto conjunto de situações de aprendizagem, contextualizadas no quotidiano dos alunos, abrangendo a dimensão CTSA da ciência (Baptista, Freire & Freire, 2013). Nesse sentido, foram vários os autores que ao longo dos anos defenderam como estratégia pedagógica o ensino da ciência por investigação (NRC, 2000). Com as tarefas de investigação, os alunos envolvem-se de uma forma ativa na sua aprendizagem, passando a educação a ser centrada no aluno (Baptista et al., 2013; Cachapuz et al., 2004). Segundo a *National Science Education Standards*, estas tarefas envolvem a realização de observações, a formulação de questões, o planeamento de investigações, a utilização de ferramentas para analisar e interpretar dados, e a comunicação dos resultados (NRC, 2000).

O professor tem o papel de orientador, questiona os alunos (Baptista et al., 2013) e dinamiza a discussão final, devendo ter conhecimento do trabalho dos alunos (Oliveira, Ponte, Santos & Brunheira, 1999). As tarefas de investigação, além de promoverem a compreensão dos fenómenos, permitem ainda o desenvolvimento de competências (Baptista et al., 2013). Os alunos com o trabalho investigativo podem aprender conteúdos científicos, aprender sobre a natureza da ciência e aprender a fazer ciência (NRC, 2000).

Atendendo ao que foi referido, este trabalho tem então como finalidade conhecer de que forma as tarefas de investigação podem promover a aprendizagem dos alunos, na leção da subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”,

parte integrante da componente de Física da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. Nesse sentido, foram identificadas três questões orientadoras:

- Que dificuldades sentem os alunos com a realização de tarefas de investigação?
- Que aprendizagens realizam os alunos quando desenvolvem as tarefas de investigação? Que estratégias utilizam?
- Que avaliação fazem os alunos do uso das tarefas de investigação?

Organização do trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma introdução ao trabalho, onde se apresenta a problemática em estudo, bem como as questões que o orientam. No segundo capítulo faz-se o enquadramento teórico da problemática, estando este dividido em duas secções. Na primeira abordam-se as finalidades da educação em ciência, enquanto que na segunda são abordadas as tarefas de investigação, tema central deste trabalho, com destaque para as suas potencialidades para uma educação em ciência.

No terceiro capítulo apresenta-se a proposta didática, que é composta por duas secções. Na primeira secção, a fundamentação científica, explicitam-se os conteúdos científicos relevantes para a subunidade lecionada. Na segunda secção, a fundamentação didática, realiza-se uma contextualização da subunidade em questão e das tarefas no programa da disciplina, apresenta-se a organização da proposta didática, assim como a descrição das tarefas e a avaliação a aplicar aos alunos. No quarto capítulo descrevem-se os métodos e procedimentos utilizados neste trabalho. Descreve-se o método de investigação utilizado, caracterizam-se os participantes, descrevem-se os instrumentos de recolha de dados e a forma de os analisar, assim como as categorias que emergiram da análise dos dados.

No quinto capítulo apresentam-se os resultados referentes a cada uma das questões orientadoras deste trabalho, estando este capítulo dividido em três secções, cada uma correspondendo a uma questão. Por último, no sexto capítulo, realiza-se a discussão dos resultados obtidos, apresentam-se as conclusões do trabalho, e faz-se uma reflexão final sobre a relevância deste trabalho para a prática profissional.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo faz-se o enquadramento teórico que orienta este trabalho. Este capítulo está dividido em duas secções. Na primeira secção aborda-se a educação em ciência, onde se contextualiza a educação em ciência para o século XXI, os objetivos e características da abordagem CTSA, as finalidades da literacia científica e as orientações curriculares preconizadas pelo programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. Na segunda secção são estudadas as estratégias de ensino promotoras da educação em ciência, apresentada na primeira secção. Mais concretamente, são apresentadas as características e potencialidades das tarefas de investigação.

Educação em ciência

Educação em ciência para o século XXI

A evolução da tecnologia e do conhecimento científico que se faz sentir na sociedade exige aos indivíduos um vasto conjunto de competências em várias áreas (Galvão & Freire, 2004). Por outro lado, constatou-se uma disparidade entre os interesses dos alunos e a escola (Galvão & Freire, 2004). Surge então a necessidade de adaptar os sistemas educativos às novas circunstâncias (Freire, 2005).

A educação em ciência passou por grandes mudanças dos anos 70 para os anos 90. Nos anos 70 apenas eram transmitidos os conceitos a aprender, sem qualquer contexto introdutório (Bennett, 2003). A partir dos anos 90, começaram a contextualizar-se os conteúdos e a relacioná-los com assuntos do dia a dia aquando a sua abordagem (Bennett, 2003). Começaram-se então a fazer as ligações CTS nos currículos (Bennett, 2003), ou seja, estabelecer ligações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Estes assuntos são importantes e devem por isso ser abordados nas escolas, uma vez que a ciência e a tecnologia fornecem oportunidades de encontrar soluções

para problemas globais tais como as alterações climáticas, a produção alimentar, as doenças e as energias renováveis, sendo que esses progressos dependem do esforço conjunto de todos (DeBoer, 2011).

Perante este quadro de necessidade de mudanças nos sistemas educativos, os vários países fizeram um esforço nesse sentido, havendo aspetos similares, mas também muitas diferenças nos conteúdos de ciências dos currículos entre os vários países (DeBoer, 2011). Os conteúdos curriculares devem ser organizados de forma a que os alunos vão desenvolvendo e reestruturando as suas ideias, para irem construindo assim o seu conhecimento científico (Bybee, 2002), sempre numa perspetiva multidisciplinar (NRC, 1996).

O desenvolvimento da ciência juntamente com a tecnologia mudaram a forma de pensar dos indivíduos e a interação destes com o mundo. Deste modo, tornou-se importante para a formação dos indivíduos desenvolver projetos, argumentar e comunicar (Galvão & Freire, 2004). Assim, os alunos com os programas de ciências devem também desenvolver competências de comunicação, o que inclui ler, expressar conceitos, rever e sintetizar informação (Bybee, 2002). Por isso, a conceção de ensino das ciências também modificou. “A educação em ciência é um processo continuado e o ensino formal tem a responsabilidade de preparar os indivíduos para aprenderem ao longo da vida” (Martins, 2003, p. 31 citado por Galvão & Freire, 2004, p. 2). Perante esta nova conceção de ensino das ciências, um professor deve ensinar aos jovens a diferente natureza do conhecimento, o contacto com as descobertas científicas e os processos nelas envolvidos, bem como as suas implicações sociais (Galvão & Freire, 2004). Segundo o programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade, incluída na formação específica, a educação em ciência tem como “intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional” (Martins, Costa, Lopes, Magalhães, Simões, Simões, Bello, San-Bento, Pina & Caldeira, 2001, p. 4).

O progresso tecnológico e o desenvolvimento da sociedade acentuam a necessidade de os indivíduos desenvolverem um alargado conjunto de competências, em várias áreas, de forma a estarem aptos para enfrentar os desafios de um mundo em mudança (Galvão et al., 2006). As competências a desenvolver devem ser de âmbito técnico, pessoal e social, e a aprendizagem deve ser permanente ao longo da vida

(Galvão et al., 2006). A competência é um conceito amplo que envolve a aplicação do conhecimento científico a problemas reais que envolvam ciência e tecnologia (DeBoer, 2011). A competência consiste pois, na faculdade de mobilizar diferentes saberes adquiridos, numa nova e determinada situação (Galvão et al., 2006). Segundo Roldão (2003), o conceito de competência é a capacidade para mobilizar, selecionar e integrar um vasto conjunto de conhecimentos adquiridos perante um determinado contexto. As competências estão então ligadas ao contexto, têm uma dimensão pessoal e coletiva, sendo caracterizadas como “edifícios em permanente construção” (Pires, 2000, p. 48 citado por Galvão et al., 2006, p. 47). Por isso, “o desenvolvimento de competências é um processo complexo, progressivo, integrador, dinâmico, nunca acabado, mas sempre reconstruído” (Galvão et al., 2006, p. 53).

Por vezes, pode pensar-se que um ensino dirigido para o desenvolvimento de competências não permite adquirir conhecimentos, mas tal não é verdade, pois “as competências englobam os conhecimentos” (Galvão et al., 2006, p. 45) e “as competências, tomadas na sua globalidade, interagem entre si tornando a utilização dos conhecimentos mais eficaz e adequada” (Galvão et al., 2006, p. 45).

Devido ao facto das competências serem tão importantes e necessárias para as sociedades modernas, o ensino deve estar então virado para o desenvolvimento de competências, recorrendo a perspectivas construtivistas e valorizando também os processos e não só os produtos da aprendizagem (Galvão et al., 2006). Mas para que se concretize o desenvolvimento de competências é necessário diversificar os ambientes de aprendizagem e aumentar a colaboração entre os professores (Galvão et al., 2006). O ensino e a aprendizagem da ciência podem ser realizados sob a forma de discussão, interação social, reflexão pessoal e confrontação com situações novas e diferentes (Bybee, 2002). Para o desenvolvimento de competências é também importante que o aluno tenha um papel ativo, através da concretização de tarefas que exijam um grau significativo de autonomia ao longo delas (Bennett, 2003).

Quadro 2.1

Competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de atividades práticas (Retirado e adaptado de Martins et al., 2001).

Competências a desenvolver pelos alunos	
Competências do tipo processual	Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental
	Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição
	Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função
	Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica
Competências do tipo conceptual	Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema
	Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência
	Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro
	Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos
Competências do tipo social, atitudinal e axiológico	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos
	Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC
	Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus
	Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final
	Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades

O ensino das ciências não se deve basear só nos conteúdos científicos, o que criaria nos alunos a ideia de que a ciência é apenas uma coleção organizada de conhecimentos (Nunes, Peniche, Morais & Neves, 1998). É antes um conjunto de teorias explicativas do mundo natural que se foram construindo ao longo do tempo, apresentando ideias e conceitos capazes de explicar e prever alguns fenómenos, bem como criar relações de causa e efeito (Bybee, 2002). Tal como afirma McComas (2000) “a ciência é uma tentativa de explicação dos fenómenos” (p. 45). Por isso, a compreensão da ciência requer várias competências.

A ciência não tem um método único de funcionamento. “A investigação científica utiliza processos como a observação e a experimentação para obter evidências empíricas sobre o mundo natural” (Bybee, 2002, p. 26-27). Essas evidências empíricas são depois analisadas e discutidas, ganhando força. Os processos que constituem o método científico (observação, hipótese, inferência, testes e *feedback*) repetem-se de

forma não ordenada e rigorosa, contrariamente ao que geralmente se pensa (Bybee, 2002). McComas (2000) refere que “não existe um método científico geral e universal” (p. 57), ou seja, não existe uma lista de passos obrigatórios a seguir rigorosamente nos procedimentos científicos. E ainda acrescenta: “há muitas formas de fazer investigações científicas” (McComas, 2000, p. 45). Heinemann (1981) afirma que por vezes há falhas no sistema educativo, ao considerar que a ciência é sempre lógica. É através da criatividade, intuição, inspiração, que surgem novas ideias por parte dos cientistas.

A linguagem também é muito importante para aprender ciências (Bybee, 2002). A investigação e a experiência prática demonstram que a linguagem é uma parte essencial da aprendizagem das ciências (Bybee, 2002). Para aprender ciência é crucial aprender a linguagem própria da ciência. Por isso, os alunos devem realizar tarefas nas quais falem sobre ciência, usem linguagem científica, partilhando as suas ideias e construindo assim os seus próprios significados dessa linguagem (Wellington & Osborne, 2001). Todas as abordagens da ciência requerem o uso de linguagem, desde a leitura de textos, respostas a questões e elaboração de discursos (Bybee, 2002). A leitura e a escrita estão então interligadas com a literacia e com a ciência (Bybee, 2002). É através da combinação da leitura, escrita e discurso que os alunos são estimulados a refletir sobre os processos da ciência, na sua aprendizagem e na natureza da própria ciência (Hodson, 1998 citado por Bybee, 2002). A escrita de textos pode ser vista como parte do processo social envolvido na construção do conhecimento científico (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Nestes processos, a linguagem tem um papel muito importante. Logo, ao desenvolver a linguagem dos alunos está a facilitar-se também a aprendizagem e compreensão das ciências (Bybee, 2002).

Abordagem CTSA

Os currículos criados em meados dos anos 50 eram centrados na ciência, descuidavam as aplicações práticas da ciência e a sua relação com a sociedade, e por conseguinte, os alunos não se sentiam motivados (Freire & Galvão, 2004; Millar & Osborne, 1998 citado por Freire, 2005). No entanto, nos anos 80 começaram a desenvolver-se currículos em que as abordagens científicas são centradas em contextos, usando a inter-ligação CTS, apresentando aos alunos “uma imagem de ciência que reflete o seu caráter social” (Freire, 2005; Freire & Galvão, 2004, p. 2).

Esta abordagem é importante uma vez que “os processos envolvidos na educação CTS implicam saber olhar inteligentemente para o que nos rodeia, interpretar

a ciência e a tecnologia como um empreendimento complexo e socialmente enraizado” (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994 citados por Freire, 2005, p. 147). Esta abordagem implica ainda “desenvolver pensamento crítico, tomada de decisão e resolução de problemas” (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994 citados por Freire, 2005, p. 147). Com a sua utilização “pretende-se mostrar aos alunos que a ciência constitui uma atividade humana e social carregada de valores, crenças e convenções, situada num tempo histórico particular, contexto e cultura” (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994 citados por Freire, 2005, p. 147).

Como se sabe, a sociedade está cada vez mais dependente dos avanços da ciência e da tecnologia. Por isso, torna-se importante adquirir conhecimentos nessas áreas (Ricardo, 2007). É nesse sentido que tem vindo a ser implementada a abordagem CTS nos currículos. Um currículo de ciências que aposta numa abordagem CTS tem conteúdos que relacionam ciência e tecnologia, ciência e sociedade, uma combinação de interações entre assuntos de ciência, tecnologia e sociedade (Bennett, 2003) ou uma combinação de artefactos que relacionam ciência, tecnologia, sociedade e/ou aspetos filosóficos (Freire & Galvão, 2004). Mais tarde, foi introduzida mais uma sigla ao nome CTS, que passou a ser designado de CTSA. Esta alteração deveu-se às interações entre a atividade humana e o meio ambiente, e a necessidade de introduzir temas no currículo sobre o ambiente e a poluição, como por exemplo, a contaminação e degradação dos ecossistemas ou o esgotamento de recursos (Freire & Galvão, 2004).

Então, a educação CTSA implica uma mudança curricular, com uma reorientação dos conteúdos ensinados, das práticas docentes e das estratégias metodológicas utilizadas (Ricardo, 2007). Para o ensino CTSA, os conhecimentos sofrem uma transposição didática, ou seja, os conhecimentos são deslocados da sua origem e contexto histórico (Ricardo, 2007). Contudo, uma educação CTSA não descarta os conceitos e modelos teóricos nem os generaliza, os temas escolhidos são até melhor aprofundados (Ricardo, 2007). Esta reorientação do currículo prende-se com a necessidade de desenvolver nos alunos uma atitude crítica relativamente à tecnologia e compreender a sua estreita articulação com a economia, sociedade, política e cultura (Ricardo, 2007). Os objetivos da abordagem CTSA na educação em ciência são então os seguintes: levar os alunos a compreender os problemas ambientais, os aspetos económicos e industriais da tecnologia, compreenderem a natureza da ciência e aprenderem a realizar a discussão de opiniões, permitindo-lhes assim exercer a ação democrática (Solomon, 1993 citado por Bennett, 2003).

Para que a abordagem CTSA possa ser implementada em sala de aula requer algumas exigências da parte do professor. O professor precisa de estar aberto para discutir questões económicas, políticas e sociais nas suas aulas (Freire & Galvão, 2004). Necessita também de estar aberto a utilizar recursos, como artigos de jornais nas suas aulas (Freire & Galvão, 2004). Este tipo de abordagem exige também do professor uma grande cultura geral para se sentir confortável na abordagem destes temas (Freire & Galvão, 2004). Por último, necessita de se mostrar neutro perante as várias opiniões dos alunos, aceitando os seus diferentes pontos de vista (Freire & Galvão, 2004).

Na abordagem CTSA, a introdução de novos conceitos é sempre precedida de um contexto relacionado que pretende mostrar aos alunos as relações entre os conteúdos e situações e experiências do dia a dia dos alunos. Estes funcionam assim como ponto de partida para o desenvolvimento dos conteúdos científicos (Bennett, 2003). Segundo um estudo de Campbell et al. (2000), os alunos consideram que estes contextos introdutórios funcionam como pontes úteis para os conteúdos, tornando as aulas mais interessantes (Bennett, 2003). Os alunos parecem envolver-se mais nas tarefas ou conteúdos quando surge um contexto introdutório. Por sua vez, o aumento da motivação dos alunos vai conduzir a uma melhoria da sua compreensão (Bennett, 2003). Também o programa de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade privilegia o ensino CTS, promovendo desta forma a interdisciplinaridade. Devem-se começar por abordar situações problema, conhecidas do quotidiano dos alunos, e enfatizar o papel da Física e da Química na explicação dos fenómenos do mundo, bem como a sua relação com a tecnologia (Martins et al., 2001). Esta disciplina terá portanto, de ser vista como uma via para o crescimento dos alunos e não como um espaço curricular onde se acumulam conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade (Martins et al., 2001). Sabe-se que as ideias são melhor aprendidas quando os alunos veem uma necessidade ou razão para o seu uso. Tal faz com que o conhecimento tenha sentido e faça explicar o mundo à sua volta (Bransford, Brown & Cocking, 1999 citado por Bybee, 2002).

Concluindo, as sociedades devido ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, são conduzidas a mudar os seus currículos de forma a adaptá-los à nova conjuntura. Nesse sentido, introduzem-se temas relacionando ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994 citado por Freire, 2005).

Literacia científica

O termo literacia científica surgiu em finais dos anos 50, início dos anos 60, devido à necessidade de elaborar um currículo de ciências adequado a todos os alunos e não só aos que pretendem seguir os estudos em ciências (Roberts, 2007). Não existe uma definição consensual de literacia científica, devendo este ser amplo o suficiente de forma a contemplar todos os alunos, uma vez que o ensino deve ser adaptado de forma a ser adequado consoante a escola e a turma (DeBoer, 2000 citado por Roberts, 2007; Vieira, 2007).

No projeto experimental *21st century science* dá-se uma definição de literacia científica. Segundo esta definição, pretende-se que um indivíduo cientificamente literato compreenda o impacto da ciência e da tecnologia no dia a dia, tome conscientemente decisões relacionadas com a ciência, como a saúde e uso de recursos energéticos, compreenda notícias de assuntos de ciência, saiba refletir criticamente sobre assuntos de ciência e participar em discussões que envolvam a ciência (Roberts, 2007). Pella, O'Hearn e Gale (n.d., citado por Chagas, n.d.) concluíram também que um indivíduo literato em ciência é aquele que compreende conceitos básicos de ciência e a natureza da ciência, reconhece as implicações de questões de ordem ética na atividade do cientista, discute as inter-relações existentes entre a ciência e a sociedade, e estabelece diferenças entre a ciência e a tecnologia. A literacia científica implica então um conhecimento alargado e funcional da ciência para uma educação geral e não uma preparação para seguimento de carreira nas ciências (DeBoer, 2000 citado por Roberts, 2007).

Shen (1975 citado por Roberts, 2007) defende que a literacia científica pode definir-se como o conhecimento da ciência, tecnologia e medicina ao nível do público em geral, estando estes habilitados a entender a informação transmitida através dos meios de comunicação social. Shen define ainda três componentes da literacia científica (a componente prática, a componente cívica e a componente cultural). A componente prática enquadra o conhecimento científico capaz de ajudar a resolver problemas práticos, como a saúde. A componente cívica inclui o conhecimento que possibilita aos cidadãos tomar decisões mais conscientes sobre assuntos de ciência, permitindo-lhes participar mais ativamente nos processos democráticos. A componente cultural engloba o desejo de conhecer ciência, reconhecendo-o como um produto humano (Shen, 1975 citado por Roberts, 2007).

Sjoberg (1997 citado por Roberts, 2007) apresenta quatro argumentos para a

literacia científica. O argumento económico defende a literacia científica como necessária para a preparação para o trabalho. O argumento prático acredita que os objetivos essenciais da literacia científica se aplicam para o dia a dia. Outro argumento defende que a literacia científica promove competências para o exercício da cidadania e participação democrática. Por fim, o argumento cultural, considera que a ciência deve ser vista como o resultado principal do produto humano (Sjoberg, 1997 citado por Roberts, 2007).

Um dos objetivos do ensino secundário constante na Lei de Bases do Sistema Educativo de 14 de outubro de 1986, artigo 9.º, alínea a) é:

“assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica e o aprofundamento dos elementos fundamentais de uma cultura humanística, artística, científica e técnica que constituam suporte cognitivo e metodológico apropriado para o eventual prosseguimento de estudos e para a inserção na vida ativa”.

Este objetivo é o que a literacia científica pretende promover. Também o programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade recomenda que se devem tomar como orientações para o ensino das ciências, a promoção da literacia científica dos alunos, com o desafio de incentivar os melhor preparados para carreiras na área das ciências e tecnologias, necessárias para o desenvolvimento do país. Esta disciplina tem então uma dupla função: preparar os alunos para o início da atividade profissional, ou prepará-los para o prosseguimento de estudos (Martins et al., 2001). As finalidades desta disciplina são aumentar e melhorar os conhecimentos em Física e Química, nomeadamente, compreender o papel da Física e da Química nas decisões do foro social, político e ambiental, compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento científico, desenvolver capacidades e atitudes estruturantes do ser humano, que lhes permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade, compreender a cultura científica como componente integrante da cultura atual, ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos e melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) (Martins et al., 2001).

Tarefas de investigação

De forma a promover a literacia científica, torna-se importante realizar tarefas nas quais os alunos tenham um grau significativo de autonomia ao longo da mesma (Bennett, 2003). Os professores devem então ter como estratégias aplicar tarefas que conduzam os alunos a explorar, explicar, ampliar e avaliar os seus progressos, devendo estes ir modificando e reformulando as suas ideias. Este tipo de ensino das ciências possibilita a aprendizagem de conceitos fundamentais, o desenvolvimento de competências para o trabalho investigativo e a compreensão da ciência (Bybee, 2002).

Um dos objetivos do trabalho investigativo é conceder aos alunos a compreensão dos procedimentos científicos. Posteriormente, conhecem os erros inerentes das medições e vão aprendendo a aperfeiçoá-los (Wellington, 2000). O objetivo principal deste tipo de tarefa é então que os próprios alunos desenvolvam um modelo de trabalho. Deste modo, compreendem a natureza da ciência (Wellington, 2000), o modo como trabalham os cientistas e a própria conceção de método científico.

Este tipo de trabalho desenvolvido pelos alunos designa-se de *inquiry* ou tarefa de investigação, e, segundo a *National Science Education Standards*, conduz os alunos a realizarem atividades nas quais desenvolvem o seu conhecimento científico, assim como a compreensão do modo como os cientistas estudam o mundo (NRC, 2000). As tarefas de investigação implementadas em sala de aula têm cinco características essenciais, apontadas pelo *National Science Education Standards*: os alunos envolvem-se no problema científico que lhes é proposto inicialmente, vão depois procurar dados que permitam responder ao problema, posteriormente, formulam explicações a partir dos dados obtidos, relacionam as explicações anteriormente elaboradas com o conhecimento científico e por fim, comunicam e argumentam as suas respostas (NRC, 2000).

Modelo dos cinco E's

Neste contexto surge o modelo dos cinco E's, que tem como estrutura o cumprimento dos seguintes objetivos: “Engage”, “Explore”, “Explain”, “Elaborate” e “Evaluate” (Bybee, 2002). Este modelo corresponde a um tipo de ensino que promove a autonomia dos alunos, combinando trabalhos laboratoriais com leituras e discussão de conteúdos relacionados, entre outros. Esta integração de estratégias promove melhorias

nos conhecimentos, raciocínio e motivação dos alunos (Bybee, Taylor, Gardner, Scotter, Powell, Westbrook & Landes, 2006).

Na fase do “*Engage*”, ou envolvimento, o professor observa as concepções alternativas dos alunos acerca de determinado assunto, aplicando esses mesmos assuntos a situações do dia a dia (Bybee, 2002). Nesta fase pretende-se promover o envolvimento e motivação do aluno na tarefa. Na fase do “*Explore*”, dá-se a oportunidade aos alunos de testar as suas ideias, trocar opiniões e discutir com os seus pares acerca das ideias que cada um tem (Bybee, 2002). É, portanto, a fase da pesquisa, da procura de respostas ao problema proposto. Na fase do “*Explain*”, os alunos vão utilizar a experiência anterior para eliminar concepções alternativas e formar novos conhecimentos que façam sentido para eles (Bybee, 2002). Assim, nesta fase, os alunos formulam e apresentam respostas com base na pesquisa anterior, de forma a responderem ao problema. Na fase do “*Elaborate*” os alunos vão desenvolver e aplicar os novos conceitos aprendidos a novas situações (Bybee, 2002). Vão então, alargar os conhecimentos aprendidos a outros contextos. Na fase do “*Evaluate*”, os alunos vão avaliar os conhecimentos que adquiriram na atividade prévia (Bybee, 2002). Esta é uma fase de reflexão, na qual os alunos se autoavaliam acerca das suas dificuldades, aprendizagens e desempenho na tarefa. As tarefas de investigação são um tipo de tarefa que costuma obedecer ao modelo dos cinco E’s (“*Engagement*”, “*Exploration*”, “*Explanation*”, “*Elaboration*”, “*Evaluation*”) (Bybee et al., 2006) acima referido.

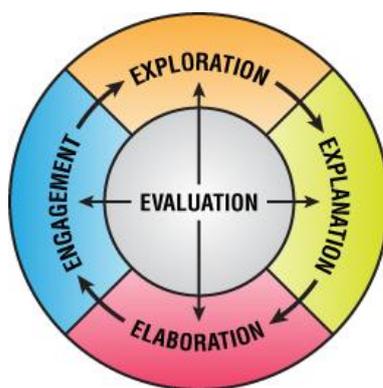


Figura 2.1. Esquema do modelo dos cinco E's e relações entre eles. (Retirado de <http://www.agpa.uakron.edu/p16/btp.php?id=learning-cycle> a 22 de Agosto de 2014).

Potencialidades

As tarefas de investigação são estratégias de ensino-aprendizagem com grandes potencialidades, pois conduzem a aprendizagens mais profundas de ciência e sobre ciência (Lederman, 2006; NRC, 2000 citados por Baptista et al., 2013). O programa de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade enfatiza a ideia de que a formação científica dos cidadãos deve incluir três componentes: a educação em ciência, a educação sobre ciência e a educação pela ciência. A educação em ciência constitui a dimensão conceptual do currículo, onde se incluem os conceitos, as leis e as teorias. A educação sobre ciência engloba a natureza da ciência, o estatuto e os propósitos do conhecimento científico, os procedimentos e processos científicos, e as controvérsias sócio-científicas, parte integrante da sociedade. A educação pela ciência tem como objetivo a formação pessoal e social dos alunos, contribuindo para o pleno exercício da cidadania democrática (Martins et al., 2001).

As potencialidades das tarefas de investigação devem-se ao seu carácter aberto e ligação com os interesses do aluno (Baptista et al., 2013). Verifica-se ainda que as tarefas quanto mais abertas forem, mais estimulantes se tornam para os alunos, uma vez que possibilitam desenvolver um maior número de competências e dão uma maior margem para fazerem as suas próprias opções (Baptista, Freire & Freire, 2012). Outros aspetos positivos são a possibilidade de criar a vivência de situações de sucesso (Baptista et al., 2013), a sua dimensão prática (Baptista et al., 2013) e ainda o facto de colocarem o aluno com o controlo da sua própria aprendizagem, através da definição de objetivos e monitorização do seu progresso (Bybee, 2002). Todas estas características conferem às tarefas de investigação diversas vantagens.

As tarefas de investigação envolvem de uma forma ativa os alunos (Baptista et al., 2013). Ao longo destas tarefas, é o aluno que vai de encontro ao conhecimento, contrariamente às tradicionais aulas expositivas, nas quais os conteúdos eram disponibilizados aos alunos. O facto de estarem em grupo facilita a tarefa, pois transmite-se confiança e tranquilidade, além de levar os alunos a saberem ouvir o ponto de vista dos colegas, bem como argumentarem os seus próprios pontos de vista (Baptista et al., 2013). Esta troca de opiniões e argumentos, enriquece o conhecimento dos alunos, além de concorrer para o desenvolvimento de competências de comunicação e argumentação. Este tipo de trabalho tem ainda a vantagem de poder aumentar a motivação e o trabalho em equipa (Wellington, 2000). A colaboração e a partilha de ideias permitem dar sentido àquilo que se aprende, sendo motivadoras e facilitadoras da

aprendizagem (Baptista et al., 2012).

Portanto, as tarefas de investigação além de permitirem a compreensão dos fenómenos, concorrem ainda para o desenvolvimento de várias competências (Baptista et al., 2013). Como exemplo de competências que estas tarefas podem desenvolver referem-se as estratégias de investigação e a capacidade de resolução de problemas, o trabalho em equipa e a comunicação (Wellington, 2000). Devido a todas estas potencialidades, as tarefas de investigação constituem um tipo de ensino mais inovador relativamente ao ensino tradicional (Ponte, Quaresma & Branco, 2011).

Dificuldades

Uma tarefa de investigação implica também um maior desafio que as tarefas de sala de aula tradicionais possuindo um grau de abertura maior (Ponte et al., 2011). Por isso, ela não é de resolução imediata, requerendo uma compreensão aprofundada. O aluno tem de adotar e realizar uma estratégia para a resolver, e realizar uma reflexão dos resultados obtidos (Ponte et al., 2011).

Devido às características acima referidas, estas tarefas conduzem a algumas dificuldades. O facto dos alunos não estarem habituados a este tipo de tarefa, obriga-os a terem de quebrar a rotina (Loughran, Berry & Mulhall, 2006 citados por Baptista et al., 2013). Outra dificuldade é a gestão do tempo que é necessário disponibilizar para os alunos pensarem. É necessário tempo para os alunos realizarem a pesquisa ou investigação que se processa nestas tarefas, requerendo estas mais tempo que a exposição de conteúdos. No entanto, se este tempo que é disponibilizado é demasiado, pode-se perder a motivação e ainda se corre o risco de ocorrer dispersão (Baptista et al., 2012). Relativamente ao nível de dificuldade das tarefas propostas, este não deve ser muito grande, de forma a não criar sentimentos de frustração e desmotivação (Baptista et al., 2013).

Este tipo de tarefa traz também alguns desafios para o professor. Este depara-se com a dificuldade de como deve definir uma investigação, que apoios deve dar aos alunos e de como os deve avaliar (Wellington, 2000). A primeira dificuldade com que o professor se depara prende-se com a aplicação em sala de aula dos modelos complexos utilizados pelos cientistas e a disponibilidade do material necessário para este tipo de aulas (Wellington, 2000). Muitas vezes torna-se necessário o uso de computadores, com recurso à Internet. As Tecnologias de Informação e Comunicação auxiliam na

realização destas tarefas, facilitando o acesso a dados para pesquisa e permitindo ainda a realização de simulações de situações complexas (Ponte et al., 2011).

As aulas com recurso a tarefas de investigação requerem então uma preparação muito cuidada do professor, surgindo por vezes respostas por parte dos alunos que não estavam previstas (Fonseca, Brunheira & Ponte, 1999), devendo o professor ter realizado uma planificação e preparação prévias muito cuidadosas. Além do planeamento da tarefa em si, é necessário a planificação e gestão dos tempos (Fonseca et al., 1999). A própria seleção, adaptação ou construção de tarefas de investigação pelo professor é uma tarefa complexa, que exige criatividade e autoconfiança, e que se vai desenvolvendo com a experiência (Oliveira et al., 1999).

Há ainda a referir as dificuldades em pôr em prática a realização de tarefas de investigação, uma vez que estas exigem algumas competências por parte do professor, pois este é um tipo de ensino muito diferente do ensino tradicional. Existe ainda a dificuldade advinda da pouca experiência que o professor possa ter na realização de trabalho investigativo e na dinâmica de sala de aula decorrente deste tipo de atividade (Fonseca et al., 1999). Esta dificuldade pode no entanto ser ultrapassada através da reflexão das aulas realizadas e da troca de experiências com outros colegas (Fonseca et al., 1999).

Outro desafio para o professor é a dificuldade na avaliação destas tarefas. Esta consiste na complexidade de compreender os raciocínios dos alunos nestas tarefas, e na dificuldade de avaliar a evolução dos mesmos. Outra dificuldade ainda se prende com a forma de enquadrar essa avaliação na avaliação geral dos alunos (Oliveira et al., 1999), assim como qual o peso a atribuir a estes trabalhos. É importante em tarefas deste tipo avaliar as atitudes, o raciocínio e o espírito crítico dos alunos (Oliveira et al., 1999). Também para a avaliação deve ter-se em conta não só o produto final como o processo em si (Oliveira et al., 1999). Todo o trabalho que se vai desenrolando ao longo da aula deve ser considerado. Deve-se fazer uma avaliação que englobe a evolução dos alunos (Martins et al., 2001).

A própria cultura organizativa da escola pode constituir um obstáculo para a implementação de tarefas de investigação (Oliveira et al., 1999). Estas tarefas podem não ser bem aceites por outros professores do grupo disciplinar e não serem realizadas, não existindo sequer recursos nem salas apropriadas para a sua realização. Portanto, o enquadramento das tarefas de investigação no currículo também depende da conceção que cada professor tem dele (Oliveira et al., 1999). Os professores com uma ideia mais

conservadora de currículo, veem este como um conjunto de conteúdos a ensinar aos alunos. Para estes professores, as tarefas de investigação não serão provavelmente bem aceites, devido à natureza da própria tarefa que conduz os alunos a um papel mais ativo, e por não exigir uma reprodução dos conteúdos já aprendidos, mas sim uma pesquisa destes por parte dos alunos.

Características das tarefas de investigação

Os trabalhos de investigação que se podem fazer com os alunos dividem-se em várias dimensões: o grau de abertura, a forma como é guiada e a estruturação (Wellington, 2000). Relativamente ao grau de abertura, podem ser fechadas, quando só existe uma solução correta, ou abertas, quando existem diversas soluções possíveis. Entre estes dois extremos existe um espetro contínuo de possibilidades. Em relação à forma como a investigação é guiada, pode ser totalmente conduzida pelos alunos, em que estes é que vão colocando as questões, até ao extremo em que é o professor apenas que coloca o problema assim como as questões. Relativamente à estruturação, pode ir de estruturada, quando é guiada em todos os seus passos, até desestruturada, quando não é guiada nunca, não tendo constrangimentos (Wellington, 2000).

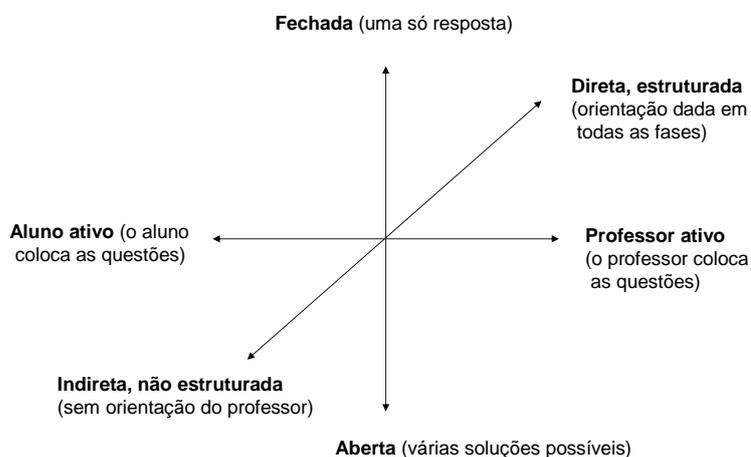


Figura 2.2. Dimensões das tarefas de investigação (Adaptado de Wellington, 2000, p. 141).

A realização de aulas com este tipo de tarefas exige diferentes papéis e responsabilidades (Oliveira et al., 1999), tanto para os alunos como para o professor. O professor tem nestas tarefas o papel de orientador e moderador (Fonseca et al., 1999; Oliveira et al., 1999). É importante o professor fazer o acompanhamento dos alunos de forma a transmitir confiança a estes, para que se sintam aptos para prosseguirem com a tarefa (Baptista et al., 2013). O *feedback* que se dá aos alunos é importante para o desempenho do trabalho destes (Oliveira et al., 1999).

Uma vez que estas tarefas envolvem discussão, é importante o tempo de que se dispõe e a relação professor-aluno (Baptista et al., 2013). É necessário mais tempo quando os assuntos são discutidos, de forma a todos poderem dar a sua opinião. Este tipo de tarefa envolve uma grande interação do professor com os alunos, requerendo uma estreita relação professor-aluno, que caso esta não seja agradável, corre-se o risco de comprometer o sucesso da tarefa.

Apesar deste tipo de tarefas poder ser utilizado para a consolidação de conteúdos já conhecidos dos alunos, a sua finalidade é principalmente introduzir novos conceitos e conteúdos (Ponte et al., 2011). Uma vez que a natureza destas tarefas é a investigação, este objetivo principal seria perdido pelo menos em parte, caso os conteúdos já tivessem sido anteriormente abordados.

Síntese

O progresso da sociedade advindo do conhecimento científico e da tecnologia, torna imperativo a implementação de uma educação em ciência que promova a literacia científica. Um cidadão cientificamente literato será capaz de compreender o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, e tomar decisões conscientes sobre assuntos que envolvam a ciência. Tal só é possível com a introdução da abordagem CTSA nos currículos, relacionando assim os conteúdos a aprender com contextos do quotidiano dos alunos. Deste modo, aumenta a motivação dos alunos e melhora a sua compreensão dos fenómenos que o rodeiam.

As tarefas de investigação são estratégias de ensino com variadas potencialidades que permitem o desenvolvimento de diversas competências como a comunicação, autonomia, capacidade de argumentação e resolução de problemas. O papel ativo que o aluno desempenha nestas tarefas de tipo investigativo é essencial. Estas tarefas constituem, assim, uma ferramenta importante para a conciliação de uma educação em ciência para o século XXI.

CAPÍTULO 3

PROPOSTA DIDÁTICA

Neste capítulo apresenta-se a proposta didática da subunidade de ensino “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”, incluída na Unidade 1 da componente de Física da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade, denominada “Do Sol ao aquecimento”.

Este capítulo está dividido em duas secções. Na primeira secção, apresentam-se detalhadamente os conteúdos científicos referentes à subunidade de ensino lecionada. Na segunda secção, encontra-se uma contextualização da subunidade de ensino no programa da disciplina, a organização da proposta didática, a descrição das tarefas, e por fim, o modo de avaliação dos alunos.

Fundamentação científica

Nesta secção irão ser abordados os conteúdos científicos relativos à subunidade didática lecionada “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”. Estes conteúdos inserem-se no âmbito da termodinâmica. Esta pode ser definida como “o ramo da Física que trata dos sistemas macroscópicos, ou seja, sistemas com número suficientemente elevado de constituintes” (Fiolhais, 2010, p. 3). A termodinâmica é uma ciência que surgiu no século XIX, resultado de necessidades práticas, a partir de um esforço multidisciplinar para a compreensão do comportamento macroscópico da matéria (Fiolhais, 2010). A termodinâmica desenvolveu-se, portanto, antes da descoberta da estrutura microscópica da matéria (Feynmann, Leighton & Sands, 1963). O seu objeto de estudo é a determinação das relações entre as várias propriedades dos materiais, desconhecendo a estrutura interna dos mesmos (Feynmann et al., 1963). Envolve situações nas quais a temperatura ou o estado físico dos materiais mudam devido a transferências de energia (Serway & Jewett, 2004). A termodinâmica estuda ainda as transformações de energia (Atkins & De Paula, 2010).

Atendendo ao previsto no programa da disciplina, começam-se por abordar alguns conceitos introdutórios da termodinâmica. Segue-se o estudo dos conceitos de temperatura, energia interna, calor e trabalho, e como estes se relacionam entre si. Passa-se depois para a abordagem da capacidade térmica e capacidade térmica mássica, seguidas do calor latente e mudanças de estado físico. Segue-se a apresentação e implicações da 1.^a Lei da termodinâmica. Depois parte-se para o estudo das transferências de energia como trabalho, calor (mecanismos de condução e convecção) e radiação. Termina-se com a apresentação e implicações da 2.^a Lei da termodinâmica.

Conceitos introdutórios

Antes desta abordagem, torna-se importante definir alguns conceitos importantes em termodinâmica. Um sistema é a parte do universo que se pretende estudar. A superfície que delimita o sistema chama-se fronteira, e pode ser real ou imaginária. A parte do universo que rodeia o sistema é a vizinhança. Ao conjunto do sistema e da vizinhança designa-se universo. Um sistema isolado é aquele cuja fronteira não permite trocas de matéria nem energia (Fiolhais, 2010). Um processo termodinâmico é uma transformação que conduz um estado de equilíbrio a outro através da variação das propriedades do sistema. Se o estado final coincidir com o estado inicial, o processo designa-se cíclico (Fiolhais, 2010).

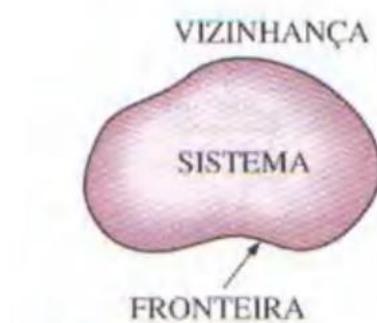


Figura 3.1. Representação de um sistema termodinâmico, sua fronteira e vizinhança (Retirado de <http://profrobsonmarinho.blogspot.pt/2013/03/sistema-e-volume-de-controle.html> a 20 de Agosto de 2014).

Temperatura

Torna-se agora importante definir o conceito de temperatura. Normalmente costuma associar-se o conceito de temperatura à sensação de frio ou calor ao tocar nalgum objeto (Serway & Jewett, 2004). No entanto, essas sensações por vezes induzem em erro, porque objetos à mesma temperatura podem parecer a temperaturas diferentes se um material tiver diferente taxa de transferência de energia (Serway & Jewett, 2004).

Se se colocarem dois objetos a diferentes temperaturas em contacto, ao final de um tempo, os dois objetos vão estar à mesma temperatura, intermédia das duas anteriores (Serway & Jewett, 2004). Enquanto as temperaturas forem diferentes, ocorre um fluxo de calor entre eles. Quando as temperaturas forem iguais, cessam as trocas de energia entre os corpos (Oliveira, 2005; Serway & Jewett, 2004). O que acontece é que ocorre uma transferência de energia do corpo a temperatura mais elevada para o corpo a temperatura mais baixa até atingirem o equilíbrio térmico (Oliveira, 2005; Serway & Jewett, 2004). Todas as partes de um sistema que está em equilíbrio térmico se encontram à mesma temperatura (Oliveira, 2005).

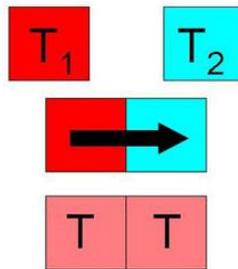


Figura 3.2. Fluxo de energia do corpo a temperatura T_1 para o corpo a temperatura T_2 ($T_1 > T_2$), até igualar as temperaturas para T . A seta indica o fluxo de energia (Retirado de http://iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/asignaturas/fq4eso/materialdeaula/FQ4ESO%20Tema%207%20Energia/51_calor_y_equilibrio_trmico.html a 20 de Agosto de 2014).

A temperatura pode então ser definida como a propriedade que determina se um objeto está em equilíbrio térmico com outros. Dois objetos estão em equilíbrio térmico se estiverem ambos à mesma temperatura (Serway & Jewett, 2004; Serway & Jewett, 2008). A unidade no Sistema Internacional (SI) de temperatura é o Kelvin, sendo que um Kelvin equivale a $1/273.16$ da temperatura do ponto triplo da água (Serway & Jewett, 2004). A temperatura é uma grandeza física que permite quantificar a energia interna de um sistema (Fiolhais, 2010).

Energia interna, calor e trabalho

Definido o conceito de temperatura vai agora passar-se ao estudo dos conceitos de energia interna e calor. A energia interna é toda a energia associada aos componentes microscópicos de um sistema, como os átomos e as moléculas. A energia interna inclui a energia cinética de translação, de rotação e de vibração das moléculas e ainda, a energia potencial de cada molécula e entre moléculas (Serway & Jewett, 2004). Portanto, a energia interna de um sistema é a sua energia total (Atkins & De Paula, 2010). Por outro lado, calor ou energia térmica define-se como a transferência de energia através da fronteira de um sistema, devido à diferença de temperaturas entre o sistema e a sua vizinhança (Bauer, Westfall & Dias, 2013; Serway & Jewett, 2004). Por exemplo, quando se coloca determinada substância junto de uma fonte térmica, está-se a fornecer energia a essa substância uma vez que esta está a uma temperatura inferior. Ao final de um tempo, a sua temperatura vai aumentar (Serway & Jewett, 2004). Uma fonte térmica ou fonte de calor é aquela que mantém a sua temperatura apesar dos fluxos de calor que nela ocorrem (Fiolhais, 2010).

Tal como o calor, o trabalho é outra forma de transferência de energia, capaz de modificar a energia interna de um sistema (Serway & Jewett, 2004). Por exemplo, um sistema constituído por um cilindro contendo um gás e um êmbolo, ao ser comprimido, verifica-se um aumento da energia interna e um aumento de temperatura. Essa energia foi transferida para o sistema, não sob a forma de calor, mas sob a forma de trabalho, através da compressão do êmbolo (Serway & Jewett, 2004). O trabalho é então uma forma de transferir energia, associada a um processo mecânico (Fiolhais, 2010).

Nos primeiros estudos acerca do calor, na maioria das vezes era utilizada água, a qual aumentava a sua temperatura. Na altura, pensou-se que existia um fluido, o qual denominaram de calórico, que migrava de uma substância para outra, provocando um aumento de temperatura (Serway & Jewett, 2004). Foi neste contexto que surgiu a unidade caloria (cal), definida como a quantidade de energia necessária para fazer aumentar a temperatura de 1g de água em 1° C (de 14.5° C para 15.5° C) (Serway & Jewett, 2004).

Joule foi o primeiro cientista a realizar uma experiência na qual ocorre transformação de diferentes formas de energia e cujo resultado final é o aumento da energia interna (Serway & Jewett, 2004). Na sua experiência, Joule utilizou água dentro de um contentor isolado. É exercido trabalho sobre o sistema através de uma roda de pás (Serway & Jewett, 2004). As pás rodam devido à queda de pesos a velocidade

constante. Devido ao atrito exercido entre as pás e a água, esta aumenta de temperatura (Serway & Jewett, 2004). O aumento de temperatura está associado ao aumento de energia interna (Atkins & De Paula, 2010). Se não ocorrer dissipação de energia, a energia potencial dos blocos que caem, corresponde à energia recebida pela água.



Figura 3.3. James Prescott Joule, físico britânico (1818-1889). (Retirado de <http://www.mundoeducacao.com/fisica/lei-joule-para-gases-perfeitos.htm> a 18 de Agosto de 2014).

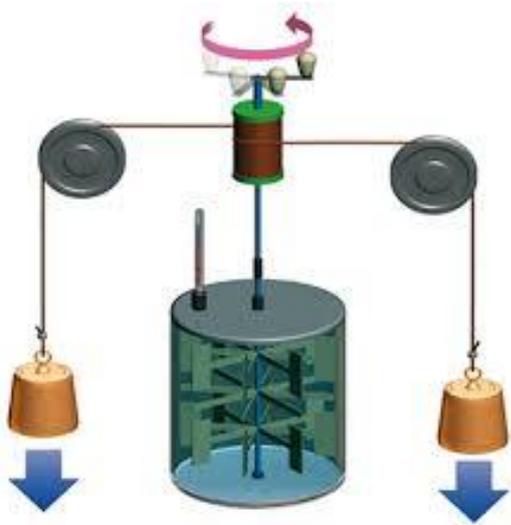


Figura 3.4. Mecanismo utilizado por Joule na sua experiência (Retirado de <http://www.mundoeducacao.com/fisica/experiencia-joule.htm> a 18 de Agosto de 2014).

Joule provou que a diminuição de energia potencial gravítica dos blocos é diretamente proporcional à variação de temperatura que ocorre (Serway & Jewett, 2004). A constante de proporcionalidade calculada foi de $4.18 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$, o que significa que a energia de 4.18 J faz aumentar em 1°C a quantidade de 1g de água. Mais tarde, obteve-se o valor mais preciso de $4.186 \text{ J.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$, sendo que 4.186 J de energia fazem aumentar a temperatura de 1g de água de 14.5°C para 15.5°C (Serway & Jewett, 2004).

Portanto, a anterior caloria corresponde a uma quantidade de energia correspondente a 4.186 J. Esta igualdade ficou conhecida, por razões históricas, como o equivalente mecânico do calor / da caloria (Oliveira, 2005; Serway & Jewett, 2004).

Capacidade térmica e capacidade térmica mássica

Quando se fornece energia a um sistema, normalmente a sua temperatura aumenta (Serway & Jewett, 2004). Um caso especial em que a temperatura não aumenta é nas transições de estado, as quais se apresentam mais adiante.

A quantidade de energia necessária para aumentar de uma certa quantidade a temperatura de determinada massa de substância, varia de substância para substância (Serway & Jewett, 2004). Por exemplo, a quantidade de energia necessária para fazer aumentar a temperatura de 1Kg de água em 1° C é de 4186 J, enquanto que a quantidade de energia necessária para fazer aumentar em 1° C, 1Kg de cobre é de apenas 387 J (Serway & Jewett, 2004). A quantidade de energia (Q) necessária para aumentar em 1°C uma determinada amostra de substância designa-se capacidade térmica, cujo símbolo é C. Esta igualdade pode representar-se através da seguinte equação (1):

$$Q = C.\Delta T \quad (1)$$

onde ΔT corresponde à diferença entre a temperatura final (T_f) e a temperatura inicial (T_i) (Serway & Jewett, 2004).

Por outro lado, a capacidade térmica mássica corresponde à capacidade térmica por unidade de massa. Se uma determinada quantidade de energia (Q) aumentar a temperatura em ΔT de uma dada massa m de substância, a capacidade térmica mássica c vem dada pela equação (2) (Serway & Jewett, 2004):

$$c = Q/(m.\Delta T) \quad (2)$$

Portanto, a quantidade de energia (Q) que provoca uma variação ΔT na temperatura de uma massa m de substância vem dada pela equação (3) (Serway & Jewett, 2004):

$$Q = m.c.\Delta T \quad (3)$$

As unidades de c são: $\text{J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$. No entanto, estas unidades podem ser dadas em K^{-1} ou $^{\circ}\text{C}^{-1}$, uma vez que é definido em termos de ΔT (Bauer et al., 2013). As escalas de temperatura Kelvin e Celsius são ambas de 100 divisões e, por isso, apesar dos valores de temperatura serem diferentes quando expressos em K ou em $^{\circ}\text{C}$, quando se trata de variação de temperatura, esta é igual em ambas as escalas, como se evidencia em (4):

$$\Delta T (\text{K}) = \Delta \theta (^{\circ}\text{C}) \quad (4)$$

A capacidade térmica mássica permite compreender a sensibilidade térmica que uma substância tem perante a adição de energia (Serway & Jewett, 2004). Quanto maior for a capacidade térmica mássica de uma substância, maior terá de ser a energia fornecida para causar um determinado aumento de temperatura de uma determinada massa de substância (Serway & Jewett, 2004).

Quando é fornecida energia ao sistema, convencionou-se que o valor de Q é positivo. Neste caso, o ΔT é também positivo, porque a temperatura aumenta. Quando o sistema cede energia para o exterior, convencionou-se que o Q é negativo, logo, o ΔT é também negativo, porque a temperatura diminui (Serway & Jewett, 2004).

A capacidade térmica mássica varia com a temperatura. No entanto, se se considerarem variações de temperatura ΔT não muito grandes, pode-se considerar que c é uma constante. No caso de c variar no intervalo ΔT considerado, a expressão utilizada deve transmitir isso mesmo e será traduzida pela seguinte equação (5) (Serway & Jewett, 2004):

$$Q = m \int c.dT \quad (5)$$

Os valores medidos de capacidade térmica mássica variam também com a pressão, ainda que sejam variações negligenciáveis (Serway & Jewett, 2004). Apresenta-se a seguir um quadro com valores de capacidade térmica mássica de alguns materiais.

Materiais	Capacidade térmica mássica (25° C) c (J.Kg ⁻¹ .K ⁻¹)
Água	4186
Alumínio	900
Ar	993
Cobre	387
Etanol	2300
Ferro	443
Madeira	1700-2500
Mercúrio	138.5
Prata	237
Vidro	820

Quadro 3.1

Valores de capacidade térmica mássica de alguns materiais. Retirado e adaptado de <http://www.escolavirtual.pt/assets/conteudos/downloads/10fqa/tctmai.pdf?width=965&height=600> a 18 de Agosto de 2014).

Uma curiosidade que pode ser verificada pelo quadro, é que a água apresenta dos valores mais elevados de capacidade térmica mássica. Esta propriedade da água permite-lhe tornar os climas marítimos mais amenos, na medida em que a água recebe grandes quantidades de energia no verão, diminuindo a temperatura ambiente sem aumentar muito temperatura da água. Também no inverno, a água cede ao meio grandes quantidades de energia, fazendo aumentar a temperatura ambiente, sem no entanto fazer diminuir significativamente a sua temperatura (Serway & Jewett, 2004).

Calor latente e mudanças de estado

No entanto, nem sempre a energia fornecida a um sistema vai conduzir a um aumento de temperatura. Há situações em que a energia fornecida vai contribuir para modificar as características físicas da substância em causa, ocorrendo a denominada mudança de fase (Serway & Jewett, 2004). Exemplos de mudanças de fase são a fusão, em que há passagem do estado sólido para o estado líquido e a vaporização, em que ocorre a passagem do estado líquido para o estado gasoso (Serway & Jewett, 2004). Todas as mudanças de fase implicam uma alteração na energia interna, apesar da temperatura se manter constante durante a mudança de fase (Serway & Jewett, 2004).

O aumento da energia interna na vaporização, é representada pela quebra das ligações entre as moléculas no estado líquido. Esta quebra de ligações permite uma maior liberdade de movimentos das moléculas no estado gasoso, o que se manifesta

pelo aumento da energia potencial intermolecular (Serway & Jewett, 2004).

A quantidade de energia que uma substância tem de ceder ou receber para que ocorra uma mudança de fase, depende de substância para substância, dependendo da sua estrutura (Serway & Jewett, 2004). Esse valor depende também da massa de substância em causa (Serway & Jewett, 2004). Designa-se L , como o calor latente, que corresponde à energia envolvida na mudança de fase de uma determinada massa de uma substância (Serway & Jewett, 2004). É uma propriedade térmica importante que caracteriza as substâncias. Este valor depende da natureza e das propriedades da substância (Serway & Jewett, 2004). A energia cedida ou fornecida sob a forma de calor (Q) numa mudança de fase de uma massa m de uma substância é dada pela equação (6) (Serway & Jewett, 2004):

$$Q = \pm m.L \quad (6)$$

Por convenção, o sinal positivo é utilizado quando entra energia no sistema, como no caso de uma fusão ou vaporização. O sinal negativo utiliza-se quando sai energia do sistema, como no caso da solidificação ou condensação (Serway & Jewett, 2004). Quando se trata de uma fusão, designa-se calor latente de fusão L_f , enquanto que quando se trata de uma vaporização se designa de calor latente de vaporização L_v (Serway & Jewett, 2004). De seguida apresenta-se um quadro com os valores tabelados de calor latente de fusão e de vaporização para algumas substâncias.

Quadro 3.2

Valores tabelados de calor latente de fusão e calor latente de vaporização de algumas substâncias. (Retirado e adaptado de Serway R.A., & Jewett, J.W. (2004). Physics for Scientists and Engineers, 6th Edition. CA: Thomson Brooks/Cole.)

Substâncias	Calor latente de fusão L_f (J.Kg ⁻¹)	Calor latente de vaporização L_v (J.Kg ⁻¹)
Hélio	5.23×10^3	2.09×10^4
Azoto	2.55×10^4	2.01×10^5
Oxigénio	1.38×10^4	2.13×10^5
Etanol	1.04×10^5	8.54×10^5
Água	3.33×10^5	2.26×10^6
Enxofre	3.81×10^4	3.26×10^5
Chumbo	2.45×10^4	8.70×10^5
Alumínio	3.97×10^5	1.14×10^7
Prata	8.82×10^4	2.33×10^6
Ouro	6.44×10^4	1.58×10^6
Cobre	1.34×10^5	5.06×10^6

Concluindo, se for adicionada energia térmica a um objeto sólido, a sua temperatura vai aumentando até atingir a sua temperatura de fusão. Continuando a adicionar energia térmica, a temperatura do objeto mantém-se constante até este fundir completamente, passando ao estado líquido. Se se continuar a adicionar energia térmica, o objeto vai aumentando de temperatura até atingir a sua temperatura de ebulição. A partir daqui começa a passar ao estado gasoso, enquanto se mantém constante a sua temperatura (Bauer et al., 2013). Apresenta-se de seguida um gráfico com a evolução da temperatura por adição de energia, para substâncias puras.

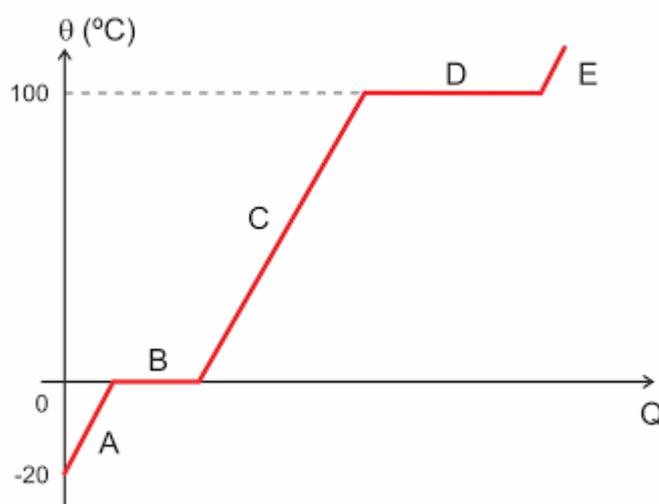


Figura 3.5. Evolução da temperatura com a adição de energia térmica (Q) para o exemplo da água. Em A, a água encontra-se no estado sólido. Em B, coexistem os estados sólido e líquido. Em C, a água encontra-se no estado líquido. Em D, coexistem os estados líquido e gasoso. Em E, a água encontra-se no estado gasoso. (Retirado de http://osfundamentosdafisica.blogspot.pt/2013/04/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_16.html a 20 de Agosto de 2014.)

1.ª Lei da termodinâmica

Numa abordagem macroscópica em termodinâmica, um estado de um sistema pode ser caracterizado pelas seguintes variáveis: pressão, volume, temperatura e energia interna. Uma vez que se tratam de variáveis que caracterizam um determinado estado do sistema, designam-se de variáveis de estado (Serway & Jewett, 2004). Para que um sistema possa ser caracterizado com estas variáveis tem necessariamente de se encontrar em equilíbrio internamente, ou seja, todos os seus constituintes estarem à mesma pressão e temperatura (Serway & Jewett, 2004). Existe uma outra categoria de variáveis que são

as variáveis de transição. Estas caracterizam não um estado do sistema, mas uma transição de fase do sistema. Representam mudanças que ocorrem no sistema devido a uma transferência de energia para dentro ou para fora do sistema (Serway & Jewett, 2004). O calor é uma variável de transição, uma vez que representa a transferência de energia através de um sistema e sua fronteira. Outra variável de transição é o trabalho. Por exemplo, num sistema constituído por um cilindro contendo um gás e um êmbolo com um pistão, se se comprimir o gás, está-se a exercer trabalho sobre o gás. A intensidade da força exercida sobre o gás é igual ao produto da pressão com a área de contacto como se evidencia na equação (7):

$$F=P.A. \quad (7)$$

Num processo reversível, o trabalho exercido pode escrever-se de acordo com a equação (8) (Serway & Jewett, 2004):

$$dW=F.dr = -F.dy = -P.A.dy \leftrightarrow dW= -P.dV \quad (8)$$

Esta compressão é muito lenta, quase-estática, de forma a passar por vários estados de equilíbrio sequenciais (Serway & Jewett, 2004). Se o gás é comprimido, dV é negativo e o trabalho exercido sobre o gás é positivo. Se o gás é expandido, dV é positivo, e o trabalho exercido sobre o gás é negativo. Se o volume do gás se mantém constante, o trabalho exercido é zero (Serway & Jewett, 2004). Portanto, o trabalho (W) exercido sobre um gás que varia o seu volume de V_i a V_f pode ser calculado a partir da seguinte equação (9) (Serway & Jewett, 2004):

$$W= - \int PdV \quad (9)$$

onde P é a pressão exercida sob as paredes do êmbolo. Ao traçar um gráfico PV (Pressão em função do Volume), o trabalho exercido corresponde à área abaixo da curva (Serway & Jewett, 2004).

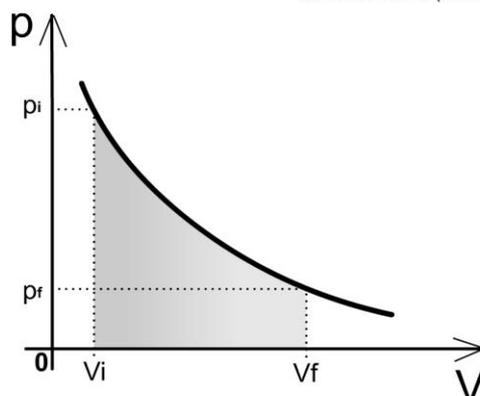


Figura 3.6. Diagrama PV, o trabalho realizado entre os estados inicial e final, corresponde à área a sombreado, debaixo da curva. (Retirado de <http://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/isotermica.htm> a 20 de Agosto de 2014).

Sabe-se que as mudanças de energia que ocorrem num sistema, correspondem ao somatório de todas as transferências de energia que ocorrem na sua fronteira (Serway & Jewett, 2004). A lei da conservação da energia enuncia esse mesmo princípio. A 1.^a Lei da termodinâmica, é um caso específico da lei da conservação da energia que engloba as mudanças que ocorrem na energia interna e as transferências de energia por calor ou trabalho (Serway & Jewett, 2004). Esta lei tem variadas aplicações e estabelece a conexão entre o mundo macroscópico e o microscópico (Serway & Jewett, 2004). Para ocorrerem transferências de energia sob a forma de trabalho, tem de existir um deslocamento do ponto de aplicação de uma força. Para que ocorram transferências de energia sob a forma de calor, é necessário que exista uma diferença de temperaturas entre o sistema e a vizinhança (Serway & Jewett, 2004).

Como resultado destas transferências vai ocorrer uma variação da energia interna do sistema, que pode ser verificada através da mudança nas variáveis macroscópicas do sistema como a pressão e a temperatura (Serway & Jewett, 2004). A variação da energia interna corresponde ao somatório das transferências de energia no sistema sob a forma de calor e trabalho. Apesar de tanto o calor (Q) como o trabalho (W) dependerem do caminho percorrido durante os estados inicial e final, a soma $Q+W$ é independente do estado intermediário (Serway & Jewett, 2004). Pode então enunciar-se que a variação da energia interna (ΔE_{int}) entre dois estados final e inicial corresponde ao somatório das transferências de energia sob a forma de calor e trabalho como se mostra na equação (10) (Serway & Jewett, 2004):

$$\Delta E_{\text{int}} = Q+W \quad (10)$$

Todas estas variáveis se encontram nas mesmas unidades de energia. Esta equação corresponde à 1.ª Lei da termodinâmica. A 1.ª Lei é também denominada de lei de conservação da energia (Fiolhais, 2010). A energia interna é uma variável de estado como a pressão, volume e temperatura. Para processos infinitesimais a equação pode escrever-se como em (11) (Serway & Jewett, 2004):

$$dE_{\text{int}} = dQ+dW \quad (11)$$

Num sistema isolado, Q é zero, assim como W, pois não ocorrem transferências de energia de qualquer espécie. Logo, ΔE_{int} também é zero, portanto, pode-se afirmar que num sistema isolado, a energia interna mantém-se constante (Atkins & De Paula, 2010; Fiolhais, 2010; Serway & Jewett, 2004). Também num processo cíclico, em que o estado final coincide com o estado inicial, a energia interna se mantém constante, porque é uma variável de estado, e como tal só depende dos estados final e inicial do sistema. Neste caso pode escrever-se como se indica em (12):

$$\Delta E_{\text{int}} = E_{\text{int final}} - E_{\text{int inicial}} = 0 = Q+W \leftrightarrow Q = -W \quad (12)$$

Logo, Q corresponde ao simétrico de W (Serway & Jewett, 2004).

Um processo adiabático é um processo durante o qual não ocorrem transferências de energia sob a forma de calor num sistema (Serway & Jewett, 2004). Portanto neste caso, $\Delta E_{\text{int}} = W$. Se o trabalho realizado for positivo, a energia interna aumenta e a temperatura também. Caso contrário, se o trabalho realizado for negativo, ou seja, é o sistema que realiza trabalho, a energia interna diminui, e a sua temperatura também (Serway & Jewett, 2004).

Mecanismos de transferência de energia como calor

Vão agora ser analisados os mecanismos de transferência de energia como calor: a condução e a convecção.

Condução

Neste mecanismo, existe transferência de energia cinética através de colisões partícula a partícula, das que possuem maior energia para as que possuem menor energia (Incropera, DeWitt, Bergman & Lavine, 2007; Serway & Jewett, 2004). O mecanismo de transferência de energia por condução ocorre na direção da diminuição de temperatura (Incropera et al., 2007), sendo unidirecional (Sawhney, 2010).

Ao segurar uma extremidade de uma barra de metal cuja outra extremidade está junto a uma fonte térmica, verifica-se que a temperatura da extremidade que seguramos aumenta rapidamente (Serway & Jewett, 2004). Na extremidade que está junto à fonte térmica, as partículas constituintes começam a vibrar cada vez com maior amplitude. Essas partículas vão transferindo energia para as partículas vizinhas. Essa transferência vai-se propagando até à outra extremidade, pois as partículas vão aumentando a sua amplitude de vibração. Este facto revela-se a partir de um aumento de temperatura de uma extremidade até à outra (Serway & Jewett, 2004). A taxa temporal de transferência de energia na condução depende das características do material em causa (Serway & Jewett, 2004). A cortiça, o papel e a fibra de vidro são exemplo de substâncias isolantes, uma vez que a sua taxa temporal de transmissão de energia por condução é baixa (Serway & Jewett, 2004). Os metais são um exemplo de bons condutores térmicos, uma vez que possuem uma quantidade elevada de eletrões, que se podem movimentar facilmente ao longo do metal, podendo assim transmitir a energia a maiores distâncias (Sawhney, 2010; Serway & Jewett, 2004).

A condução só ocorre se existir uma diferença de temperaturas entre as duas extremidades do meio de condução (Serway & Jewett, 2004). Se considerarmos uma placa com uma espessura Δx e uma área A de secção perpendicular ao fluxo de energia e que numa extremidade a temperatura é T_1 e na outra extremidade é T_2 , sendo que T_1 é menor que T_2 , vai ocorrer transferência de energia (Q), de 2 para 1, ao longo do tempo Δt . Essa taxa pode exprimir-se pela equação (13) (Serway & Jewett, 2004):

$$P = Q/\Delta t \quad (13)$$

Essa razão é diretamente proporcional à área A e à diferença de temperaturas em 1 e 2, e inversamente proporcional à espessura entre as placas (Δx). Pode então escrever-se a equação (14) (Fiolhais, 2010; Serway & Jewett, 2004):

$$P = Q/\Delta t \propto (A.\Delta T)/\Delta x \quad (14)$$

No Sistema Internacional (SI), P exprime-se em watts, Q em Joules, Δt em segundos, A em m^2 , ΔT em K e Δx em m.

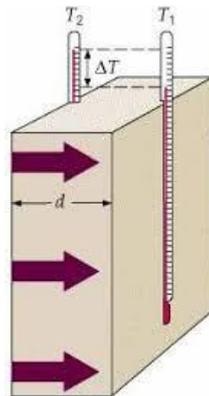


Figura 3.7. Mecanismo de condução térmica. As setas representam o fluxo de energia como calor, pelo mecanismo de condução. (Retirado de <http://www.geocities.ws/saladefisica8/termologia/conducao.html> a 19 de Agosto de 2014).

Se considerarmos uma espessura infinitesimal dx e uma diferença de temperaturas dT , pode escrever-se a lei da condução térmica da seguinte forma (15):

$$P = k.A |dT/dx| \quad (15)$$

em que a constante k é a condutividade térmica do material, A a área da superfície do material e $|dT/dx|$ é o módulo do gradiente de temperatura, ou seja, a taxa de variação da temperatura com a posição (Serway & Jewett, 2004). A lei da condução térmica, pode ser também denominada lei de Fourier (Fiolhais, 2010). A rapidez do fluxo de energia por condução depende da condutividade térmica do material, da área da secção reta perpendicular ao fluxo e do gradiente de temperaturas ao longo da direção do fluxo (Sawhney, 2010).

A condutividade térmica pode definir-se como a quantidade de calor, que atravessa por segundo, a espessura de 1 metro entre duas superfícies paralelas com $1 m^2$ de área, quando a diferença de temperaturas entre essas superfícies é de 1K. No SI as

unidades de condutividade térmica são $W.m^{-1}.K^{-1}$. Apresenta-se no seguinte quadro alguns materiais e os respetivos valores de condutividade térmica.

Material	Condutividade térmica [W/(m.K)]
Metais	35 (chumbo) 381 (cobre)
Betão	1,63 - 2,74
Água	0,60 (líquida) - 2,50 (gelo)
Cimento	0,35 - 1,40
Tijolo maciço	0,72 - 0,90
Blocos de betão	0,35 - 0,79
Tijolo oco	0,49 - 0,76
Estuque de gesso	0,26 - 0,30
Tijolo multi-alveolar	0,20 - 0,30
Madeiras, lâminas	0,10 - 0,21
Betão celular	0,09 - 0,18
Isolamentos	0,026 - 0,050
Ar (sem convecção)	0,026

Quadro 3.3

Valores de condutividade térmica para diferentes materiais. (Retirado de http://www.aipex.es/faq_po.php?idioma=po&s=9 a 8 de Março de 2014).

As substâncias que apresentam valores de condutividade térmica elevados, são substâncias boas condutoras térmicas, enquanto que substâncias que apresentam valores baixos de condutividade térmica são bons isolantes térmicos (Serway & Jewett, 2004).

Convecção

A convecção é um mecanismo de transferência de energia como calor, durante o qual há movimentação de matéria. A massa de fluido que se encontra mais próxima da fonte térmica, ou a temperatura mais elevada, expande-se, aumentando de volume e como tal, diminui de densidade. Por isso, tem tendência a ascender. Por outro lado, a massa de fluido mais longe da fonte térmica, a temperatura inferior, como tem maior densidade, tem tendência a descer (Serway & Jewett, 2004). Formam-se assim as correntes de convecção, simultaneamente ascendentes e descendentes.

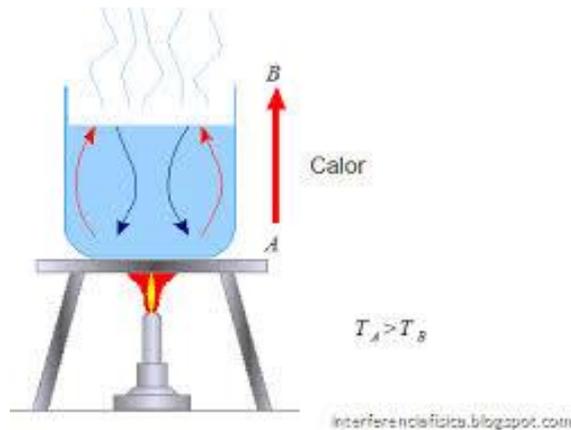


Figura 3.8. Correntes de convecção (as setas a vermelho representam a ascensão do fluido a temperatura mais elevada e as setas a negro representam a descida do fluido a temperatura mais baixa). (Retirado de <http://profwilker.blogspot.pt/2011/09/conveccao-termica-e-o-funcionamento-da.html> a 18 de Agosto de 2014).

Na convecção um grande número de moléculas movimenta-se em conjunto, como um agregado (Incropera et al., 2007). Este movimento devido à diferença de densidades, causado pelas variações de temperatura do fluido, designa-se convecção livre ou natural. Quando a substância a temperatura mais elevada é forçada a ascender, através de agentes externos, como por exemplo uma bomba, tal como acontece nos coletores solares, este movimento designa-se de convecção forçada (Incropera et al., 2007; Serway & Jewett, 2004). A taxa de transferência de calor por convecção, por unidade de área é diretamente proporcional à diferença de temperaturas entre a superfície do sólido e o fluido (Sawhney, 2010).

Radiação

Existe ainda uma outra forma de transferência de energia, a radiação. Este é um processo de transferência de energia que não necessita obrigatoriamente de um meio para se propagar (Sawhney, 2010). Todos os objetos emitem constantemente radiação que percorre o espaço físico sob a forma de ondas eletromagnéticas produzidas por vibrações térmicas das moléculas que o constituem (Sawhney, 2010; Serway & Jewett, 2004). Essa radiação emitida é diretamente proporcional à quarta potência da temperatura à qual se encontram (Serway & Jewett, 2004). A Lei de Stefan-Boltzmann pode ser expressa através da equação (16):

$$P = \sigma \cdot A \cdot e \cdot T^4 \quad (16)$$

onde P é a potência em Watts radiada da superfície do objeto, σ é a constante de Boltzmann, de valor $5.6696 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$, A é a área da superfície do objeto em m^2 , e é a emissividade, que corresponde à fração da energia incidente que a superfície emite e que pode tomar valores entre zero e um, e T é a temperatura à superfície do objeto em Kelvins (Serway & Jewett, 2004).

Assim como um corpo emite radiação, também pode absorver radiação. Se um corpo se encontra a temperatura mais elevada que as suas vizinhanças, emite radiação em maior quantidade do que aquela que absorve, fazendo baixar a sua temperatura. Se um corpo se encontrar a temperatura mais baixa que a sua vizinhança, emite radiação em menor quantidade do que aquela que absorve, fazendo aumentar a sua temperatura. Se um corpo se encontra à mesma temperatura que a sua vizinhança, emite radiação na mesma quantidade daquela que absorve (Serway & Jewett, 2004). Concluindo, a absorção de radiação faz aumentar a temperatura de um corpo, enquanto que a emissão faz diminuir a temperatura.

2.ª Lei da termodinâmica

Vai agora passar-se ao estudo das máquinas térmicas. Uma máquina térmica é um dispositivo que utiliza energia sob a forma de calor, e opera num processo cíclico, revertendo parte dessa energia térmica sob a forma de trabalho útil (Bauer et al., 2013; Serway & Jewett, 2004).

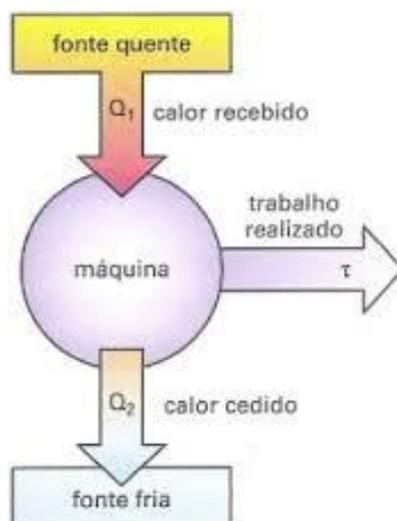


Figura 3.9. Esquema de uma máquina térmica, onde se representam as entradas e saídas de calor (da fonte “quente” para a fonte “fria”) e a realização de trabalho. (Retirado de <http://www.infoescola.com/fisica/maquina-termica/> a 19 de Agosto de 2014).

A eficiência de uma máquina térmica é dada pela razão entre o trabalho W realizado por ela e a energia Q que lhe é fornecida, como se exprime na equação (17) (Serway & Jewett, 2004):

$$e = W/Q \quad (17)$$

O que acontece é que as máquinas apenas convertem uma parte da energia que recebem em trabalho motor, fazendo com que o seu rendimento seja inferior a 100% (Serway & Jewett, 2004). O rendimento só seria 100%, se a máquina convertesse toda a energia que recebe em trabalho útil. Tal é impossível, podendo-se enunciar que um motor operando num processo cíclico não converte completamente toda a energia que recebe em trabalho útil (Serway & Jewett, 2004). Para se compreender a razão para tal facto, é necessário distinguir primeiro processos reversíveis e irreversíveis.

Um processo reversível é aquele que ocorre através de uma série de estados de equilíbrio próximos cujas propriedades do sistema não se modificam de forma finita, podendo-se referir a transformação de “quase-estática” (Vidal, 2003). Este tipo de processo pode voltar às suas condições iniciais pelo mesmo percurso num diagrama PV, passando sempre por estados de equilíbrio. Os estados de equilíbrio termodinâmico caracterizam-se por não dependerem da maneira como são atingidos (Oliveira, 2005). Um processo reversível é então uma sucessão de processos infinitesimais, que se podem reverter a partir de uma mudança infinitesimal na vizinhança (Fiolhais, 2010). Quando tal não acontece, o processo é considerado irreversível (Serway & Jewett, 2004). Todos os processos naturais são considerados irreversíveis (Serway & Jewett, 2004). Os processos irreversíveis são então processos que ocorrem em apenas uma direção, ou a probabilidade de ocorrerem na direção oposta é extremamente reduzida (Serway & Jewett, 2004).

Para voltar ao ponto de partida de qualquer processo na natureza, seria necessário utilizar energia do exterior, e essa energia por sua vez estaria a modificar irreversivelmente o exterior do sistema, pelo que se pode afirmar que qualquer processo que ocorre na natureza é irreversível (Serway & Jewett, 2004). No entanto, se um processo ocorrer muito lentamente, o sistema está sempre a passar por novos estados de equilíbrio muito próximos uns dos outros, podendo ser considerado próximo de um processo reversível. Uma característica de um processo reversível é a ausência de efeitos dissipativos, como o atrito, que transformam a energia mecânica em energia

interna. Estes efeitos são impossíveis de eliminar por completo, sendo por isso que nenhum processo pode ser considerado reversível (Serway & Jewett, 2004).

Enquanto que o processo de transformar trabalho em calor pode ocorrer em qualquer temperatura, no entanto, este processo não pode ser totalmente revertido (Feynmann et al., 1963), sendo irreversível. É por isso que numa máquina térmica o calor que lhe é fornecido não pode ser totalmente convertido em trabalho útil, fazendo o rendimento ser inferior a 100%. Neste contexto torna-se importante falar de entropia.

A entropia é uma variável de estado, relacionada com a 2.^a Lei da termodinâmica (Serway & Jewett, 2004), que se enunciará mais adiante. “Os sistemas isolados tendem para um estado de desordem, e a entropia é uma medida dessa desordem” (Serway & Jewett, 2004, p.683). Um “microestado” de um sistema corresponde a uma configuração particular dos constituintes individuais de um sistema. O “macroestado” é a descrição das condições de um sistema do ponto de vista macroscópico e utiliza as variáveis pressão, densidade e temperatura (Serway & Jewett, 2004). Para cada “macroestado”, existe um número possível de “microestados”. O que se verifica é que os “macroestados” associados à desordem, têm mais “microestados” possíveis associados à desordem, do que à ordem (Serway & Jewett, 2004). É por isso, que os sistemas têm tendência para a desordem. Pode então afirmar-se que a entropia do Universo vai aumentando em todos os processos que ocorrem (Serway & Jewett, 2004). Na equação (18):

$$dS = dQ_{rev}/T \quad (18)$$

dS representa a mudança na entropia ao longo de um processo infinitesimal e reversível, em que a temperatura T é constante e dQ_{rev} , o calor envolvido no processo reversível (Serway & Jewett, 2004). Uma vez que a entropia é uma variável de estado, a variação de entropia de um processo apenas depende das posições inicial e final e não do caminho percorrido. Portanto, a variação de entropia num processo irreversível pode ser determinado através do cálculo da variação de entropia para um processo reversível que ligue os dois estados final e inicial (Serway & Jewett, 2004). Para calcular a variação de entropia em processos finitos pode utilizar-se então a equação (19) (Serway & Jewett, 2004):

$$\Delta S = \int dS = \int dQ_{rev}/T \quad (19)$$

Desta forma, a variação de entropia corresponde ao somatório de todos os processos infinitesimais que ligam as mesmas posições inicial e final. Em todos os processos irreversíveis, a variação de entropia é positiva (Serway & Jewett, 2004). Logo, a entropia e a “desordem” aumentam sempre nos processos irreversíveis (Serway & Jewett, 2004). A 2.^a Lei da termodinâmica pode então enunciar-se da seguinte forma: a entropia total de um sistema isolado nunca pode diminuir (Serway & Jewett, 2004). Pode-se ainda especificar que nos processos irreversíveis em sistemas isolados a entropia aumenta sempre, enquanto que nos processos reversíveis, a entropia mantém-se constante (Serway & Jewett, 2004). Daqui pode-se concluir que em suma, no Universo, os processos irreversíveis conduzem a um aumento de entropia, e nos reversíveis, a entropia se mantém constante (Serway & Jewett, 2004). A 2.^a Lei pode ser também designada de lei da não-diminuição da entropia e “a entropia pode funcionar como um indicador do sentido do tempo” (Fiolhais, 2010, p. 3).

A entropia tende a atingir um máximo, no qual haverá uniformidade de temperatura e densidade. Nesta altura, todos os processos físicos, químicos e biológicos cessarão, pois o estado de desordem é tal que não existirá energia útil para realizar trabalho (Serway & Jewett, 2004). Após toda esta abordagem, pode-se concluir muito resumidamente que a 1.^a Lei da termodinâmica refere que a energia do universo se mantém constante e a 2.^a Lei da termodinâmica refere que a entropia do universo está sempre a aumentar (Feynmann et al., 1963).

Fundamentação didática

Esta secção está dividida em quatro partes. Na primeira é efetuado o enquadramento da proposta didática na subunidade lecionada e no programa da disciplina. Na segunda é apresentada a organização da proposta didática. Na terceira é realizada uma breve descrição das aulas e tarefas realizadas. Na quarta, e última parte, é descrita a avaliação que foi aplicada aos alunos.

Contextualização da subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”

Nesta subsecção faz-se um enquadramento teórico do assunto escolar no programa da disciplina, explicitando onde o tema destas tarefas se enquadra no

currículo, bem como os objetivos de aprendizagem e competências que esta unidade de ensino pretende promover.

As tarefas de investigação aplicadas abordam os sistemas termodinâmicos. Esta temática enquadra-se na Unidade 1 da componente de Física da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade, denominada “Do Sol ao aquecimento”. Mais especificamente, esta temática insere-se na subunidade 2 desta unidade, designada “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”. Esta unidade de ensino tem como objetivo central a 1.ª e 2.ª Leis da Termodinâmica, que regem a evolução do Universo. Em todos os fenómenos há conservação da energia em sistemas isolados.

Nesta Unidade, começa-se por abordar o aumento de temperatura da Terra, destacando-se o importante papel da radiação solar. Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre emissão e absorção de radiação bem como interpretem fisicamente a Lei de Stefan-Boltzmann. O programa salienta ainda a importância da distinção entre coletores solares (para o aumento de temperatura da água) e painéis fotovoltaicos (para produção de energia elétrica). Ambos utilizam a energia solar. Relativamente ao coletor solar, permite ilustrar as propriedades termodinâmicas dos materiais, tal como a condutividade térmica. Possibilita ainda estudar dois mecanismos de transferência de calor: a condução e a convecção. Pretende-se que os alunos compreendam a distinção entre estes dois mecanismos. Este sistema permite ainda estudar a 1.ª Lei da Termodinâmica. Neste contexto, surge a distinção entre radiação eletromagnética e calor, implicando a definição de calor como a energia transferida devido a uma diferença de temperaturas. Segue-se a aprendizagem do significado físico da capacidade térmica mássica e cálculos de variação de energia interna. São ainda abordadas outras transferências de energia como o trabalho, no entanto, não se efetuam cálculos. Finalmente, é feita a abordagem da 2.ª Lei da Termodinâmica através de cálculos de rendimentos e do estudo de situações onde se verifica a degradação de energia. Tal facto evidencia a irreversibilidade dos processos espontâneos que ocorrem na Natureza, apesar da quantidade de energia total no Universo se manter sempre constante.

Na primeira subunidade, “Energia: do Sol para a Terra”, o aluno deve ser capaz de explicar que a Terra recebe a energia solar, mas que também ela própria emite energia, de forma a ocorrer manutenção de temperatura. Deve também compreender a Lei de Stefan-Boltzmann, relacionando as grandezas físicas por ela enunciadas. Deve saber explicar o significado da Lei Zero da Termodinâmica, reconhecendo também

situações de equilíbrio térmico. E que, em caso de equilíbrio térmico, deve saber reconhecer que as taxas de emissão e de absorção de radiação são iguais.

Na segunda subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”, o aluno deve ser capaz de distinguir os dois mecanismos de transferência de calor: condução e convecção. Deve compreender que a condutividade térmica de um material está relacionada com a taxa temporal de transmissão de energia como calor. Pretende-se também que o aluno distinga bons e maus condutores de calor através da observação e comparação de valores tabelados de condutividade térmica. Os alunos devem ainda saber interpretar a 1.ª Lei da Termodinâmica e situações em que a variação de energia interna se faz à custa de trabalho, calor ou radiação. Por fim, espera-se que o aluno aprenda a calcular rendimentos de processos de aumento / diminuição de temperatura e que compreenda a 2.ª Lei da Termodinâmica (as reações dão-se no sentido da diminuição da energia útil do Universo). De seguida, apresenta-se um diagrama com os conceitos a abordar nesta subunidade e as principais relações entre eles.

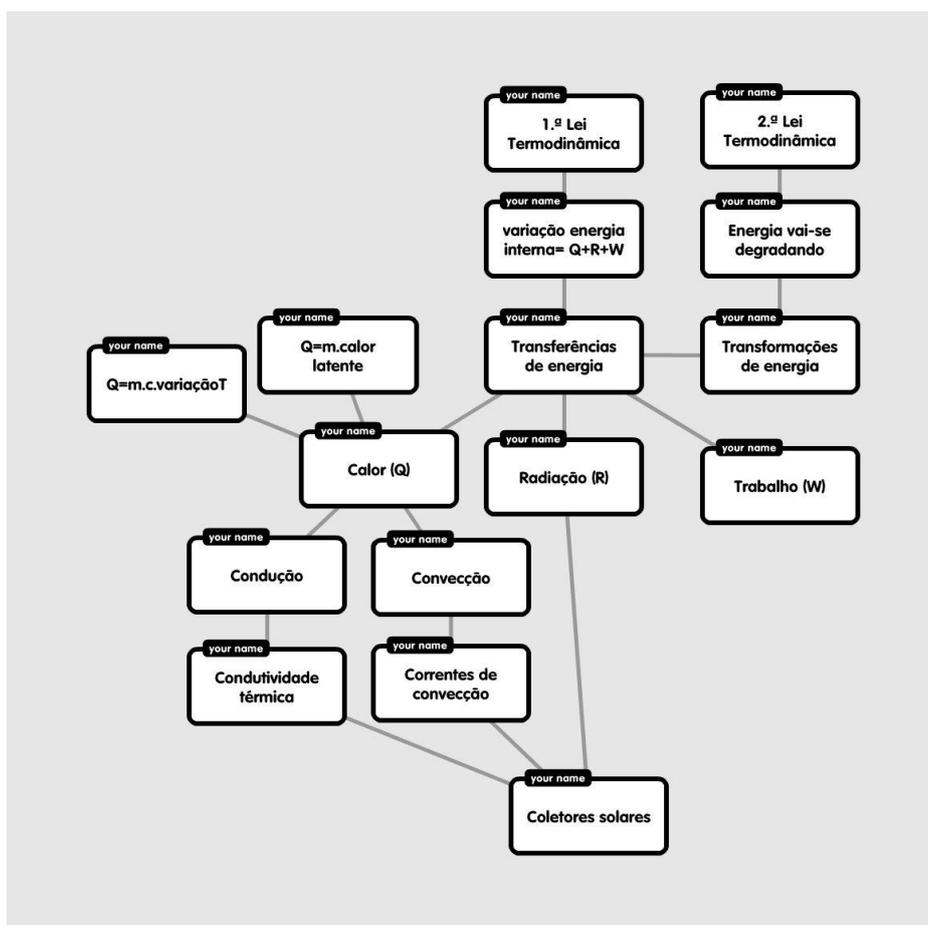


Figura 3.10. Esquema organizador que relaciona os conceitos da subunidade didática lecionada.

Além destes objetivos de aprendizagem, o programa da disciplina enuncia ainda competências transversais a todas as temáticas, que se pretendem desenvolver nos alunos e que estas tarefas tentam promover. Essas competências são de três tipos: tipo conceptual, tipo processual e tipo social e atitudinal.

O desenvolvimento de capacidades argumentativas (através da confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas) é uma das competências que as tarefas a aplicar tentam promover. Também o desenvolvimento de competências de trabalho colaborativo (saber ouvir os colegas, utilizar processos de negociação, conciliação e ação conjunta com vista à apresentação de um produto final) é promovido nestas tarefas, uma vez que todas elas são realizadas em grupo. A utilização da língua portuguesa na comunicação oral e escrita é outra competência importante a desenvolver nos alunos. A pesquisa, interpretação e seleção de fontes de informação são também competências a desenvolver.

Estas tarefas são geralmente iniciadas com um contexto conhecido do quotidiano dos alunos. Relaciona-se assim a ciência com a sociedade, na medida em que deste modo os alunos compreendem que a ciência tem utilidade para a sociedade, e que os fenómenos físicos do quotidiano são explicados pela ciência. Assim sendo, está presente uma abordagem CTS (ciência-tecnologia-sociedade) que privilegia o ensino em ação, que o programa da disciplina recomenda. O objetivo do ensino das ciências “é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objetos de estudo da Ciência e da Tecnologia” (Martins et al., 2001, p. 5). Em algumas tarefas, recorrem-se às modernas tecnologias (TIC) como auxiliar da aprendizagem, tal como recomenda também o programa da disciplina. Contudo, esta utilização requer atenção, uma vez que exige a atitude crítica dos alunos para reconhecer a credibilidade das informações pesquisadas.

Organização da Proposta Didática

A proposta didática consistiu numa sequência de seis aulas, três de 90 minutos e outras três de 135 minutos. Enquanto as aulas de 90 minutos decorrem com a turma inteira, as aulas de 135 minutos são de turnos, sendo que cada turno tem 14 alunos. Nas aulas de 90 minutos, os alunos trabalharam em grupos de quatro elementos. Estes

grupos foram formados tentando obter grupos o mais homogêneos possível, ou seja, dentro de cada grupo, juntaram-se elementos mais fortes e mais fracos. Além disso, tentou-se também formar grupos com elementos que a professora sabia que se davam bem fora da sala de aula para que, deste modo, existisse uma melhor colaboração. Nas aulas de 135 minutos, os alunos trabalharam em grupos de quatro ou cinco elementos. Os grupos destas aulas eram ligeiramente diferentes dos grupos das aulas de 90 minutos, uma vez que nas aulas com a turma inteira, em cada grupo existiam elementos de ambos os turnos.

Todas as aulas foram planejadas de acordo com o programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. As planificações de cada aula encontram-se no Apêndice A. Em cada aula foi realizada uma tarefa de investigação diferente, sendo que no total foram realizadas seis tarefas de investigação. As aulas nas quais se realizam tarefas de investigação devem compreender os seguintes momentos: introdução, desenvolvimento, discussão em turma / reflexão (Christiansen & Walther, 1986 citado por Oliveira et al, 1999; Fonseca et al., 1999; Ponte et al., 2011). Todas as aulas foram planejadas de forma a compreenderem estes momentos. De seguida, vão ser descritas em pormenor cada uma destas etapas.

Na primeiro momento, introdução, a tarefa é apresentada aos alunos, sendo explicitados os seus objetivos bem como as indicações necessárias para a resolver e negociados os critérios de avaliação. São formados grupos de trabalho. Pode ser ainda iniciada parte da tarefa, para que os alunos tirem as dúvidas iniciais e compreendam o que é para ser feito de forma a que possam continuar o trabalho (Ponte et al., 2011).

No segundo momento, desenvolvimento da tarefa, desenrola-se o trabalho autónomo dos alunos. Durante o trabalho dos alunos, o professor deve ir acompanhando cada grupo, de forma a compreender o trabalho que estes vão desenvolvendo, e tirando as dúvidas que vão surgindo. Neste momento, “pretende-se que os alunos adquiram uma atitude investigativa, devendo por isso haver a preocupação em centrar a aula na atividade dos alunos, nas suas ideias e na sua pesquisa” (Fonseca et al., 1999, p. 6). O professor deve ter um papel orientador e ir questionando os alunos, de forma a estimular o raciocínio deles, para concretizar desta forma o desenvolvimento de competências (Fonseca et al., 1999).

Na discussão coletiva, cada grupo argumenta as suas respostas e contra-argumenta as dos seus colegas. Neste momento é importante a interação entre os grupos (Oliveira et al., 1999) para que desta forma se confrontem e complementem ideias com

vista ao enriquecimento do conhecimento de todos. Neste momento devem ser valorizados todos os trabalhos dos alunos mesmo os menos interessantes (Oliveira et al., 1999). Desta forma, o professor está a transmitir confiança no trabalho dos alunos e a motivá-los e incentivá-los a continuar o seu esforço, contribuindo assim também para a melhoria da autoestima dos alunos.

No final da discussão, o professor deve fazer uma síntese, onde retoma os conceitos mais importantes de cada questão (Ponte et al., 2011), sistematizando as ideias chave de toda a tarefa. Nesta fase deve aproveitar as respostas dos alunos fazendo um fio condutor com a sua própria sistematização. Esta decorre com o questionamento dos alunos e com o apoio de apresentações em *Powerpoint*, que se encontram no Apêndice C.

A reflexão da tarefa consiste num questionário aplicado aos alunos no final da tarefa acerca das suas dificuldades, aprendizagens e desempenho na tarefa, o que mais e menos gostaram na tarefa, e ainda a forma como trabalharam em grupo, servindo de autoavaliação. Esta reflexão é muito importante para o professor compreender como decorreu a aula, as aprendizagens e dificuldades dos seus alunos, assim como as estratégias que deve manter ou modificar para promover uma melhor aprendizagem (Fonseca et al., 1999).

Todas as tarefas de investigação implementadas obedecem ao modelo dos 5 E's (Bybee, Taylor, Gardner, Scotter, Powell, Westbrook & Landes, 2006). Portanto, estas tarefas contêm uma secção, o "Vai mais além...", para realizar no final da aula ou em casa, como forma de alargar para outros contextos os conhecimentos aprendidos. Apresenta-se no quadro 3.4 uma breve descrição da temática de cada aula, assim como os respetivos momentos de cada uma.

Quadro 3.4 *Sequência de aulas, conteúdos abordados e momentos da aula.*

Aula/Tarefa Data	Conteúdos	Momentos da aula
Aula 1 28/03/14 (90 minutos)	Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica.	1.º momento – introdução da tarefa 1 2.º momento –desenvolvimento da tarefa 1 3.º momento – discussão coletiva da tarefa 1 4.º momento – reflexão da tarefa 1
Aula 2 31/03/14 (135 minutos)	Capacidade térmica mássica. Balanço energético.	1.º momento – introdução da tarefa 2 2.º momento –desenvolvimento da tarefa 2 3.º momento – discussão coletiva da tarefa 2 4.º momento – reflexão da tarefa 2
Aula 3 22/04/14 (90 minutos)	1.ª Lei da Termodinâmica.	1.º momento – introdução da tarefa 3 2.º momento –desenvolvimento da tarefa 3 3.º momento – discussão coletiva da tarefa 3 4.º momento – reflexão da tarefa 3
Aula 4 28/04/14 (135 minutos)	Mudanças de estado físico. Energia necessária para fundir uma certa massa de uma substância. Balanço energético.	1.º momento – introdução da tarefa 4 2.º momento –desenvolvimento da tarefa 4 3.º momento – discussão coletiva da tarefa 4 4.º momento – reflexão da tarefa 4
Aula 5 02/05/14 (90 minutos)	Degradação da energia. 2.ª Lei da Termodinâmica. Rendimento.	1.º momento – introdução da tarefa 5 2.º momento –desenvolvimento da tarefa 5 3.º momento – discussão coletiva da tarefa 5 4.º momento – reflexão da tarefa 5
Aula 6 05/05/14 (135 minutos)	Coletores solares. Transferências de energia no coletor: radiação e calor. Mecanismos de transferência de energia como calor: condução e convecção.	1.º momento – introdução da tarefa 6 2.º momento –desenvolvimento da tarefa 6 3.º momento – discussão coletiva da tarefa 6 4.º momento – reflexão da tarefa 6

Este modelo das tarefas realizadas corresponde a um tipo de ensino que promove a autonomia dos alunos, combinando trabalhos laboratoriais com leituras e discussão de conteúdos relacionados, entre outros (Bybee et al., 2006). Esta integração de estratégias concorre para a melhoria dos conhecimentos, raciocínio e motivação dos alunos (Bybee et al., 2006). Portanto, as tarefas de investigação além de permitirem a compreensão dos fenómenos, concorrem ainda para o desenvolvimento de várias competências (Baptista et al., 2013). Apresenta-se de seguida, no quadro 3.5, as principais competências a desenvolver para cada tarefa de investigação realizada pelos alunos.

Quadro 3.5

Competências a desenvolver em cada uma das tarefas (Adaptado de Martins et al., 2001, p. 8).

Competências a desenvolver		Tarefas					
		1	2	3	4	5	6
Conceptual	Conhecer conceitos científicos e linguagem científica	X	X	X	X	X	X
	Formular questões acerca de uma situação-problema fornecida	X					
	Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro		X		X		
	Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema		X		X		
Processual	Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental		X		X		
	Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica		X		X		
	Pesquisar e selecionar fontes de informação	X	X	X	X	X	X
Social e atitudinal	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	X	X	X	X	X	X
	Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC	X					X
	Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final	X	X	X	X	X	X
	Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades	X	X	X	X	X	X

Descrição das tarefas

Cada uma das seis tarefas realizadas pelos alunos são tarefas de investigação, que obedecem ao modelo dos cinco E's. Portanto, em todas as tarefas os alunos passam por cinco diferentes fases onde se englobam: o envolvimento, a exploração, a

explicação, a ampliação e a avaliação. Cada uma das tarefas inicia-se com um contexto e uma situação-problema, geralmente conhecido do quotidiano dos alunos, na forma de vídeo ou texto, de forma a motivar e envolver os alunos para a tarefa. Segue-se uma fase de exploração, durante a qual os alunos vão recorrer a pesquisa de informação, de forma a resolverem o problema proposto. Na fase seguinte, de explicação, os alunos elaboram um texto ou uma apresentação em suporte informático e apresentam à turma as conclusões provenientes da pesquisa que realizaram anteriormente. A fase de ampliação corresponde a uma secção da tarefa com questões que permitem o alargamento dos conhecimentos aprendidos na aula. Por fim, na fase de avaliação, os alunos respondem a um pequeno questionário, onde refletem acerca das dificuldades que tiveram com a realização das tarefas de investigação, bem como as aprendizagens que realizaram. Vão de seguida ser apresentadas mais especificamente cada uma das tarefas de investigação concebidas, com as respetivas fases do modelo dos cinco E's.

Tarefa 1 – Materiais

A tarefa inicia-se com a leitura de um texto acerca das novas diretivas para a construção de edifícios energeticamente mais eficientes. É ainda apresentada aos alunos uma figura com algumas regras da nova legislação para a construção de edifícios, como os vidros duplos e palas nas janelas. Esta fase da tarefa tem como objetivo envolver os alunos. De seguida, é-lhes pedido que identifiquem o problema que emerge do texto e que façam uma pesquisa no manual e nos *sites* fornecidos, de forma a dar resposta ao problema identificado. Esta fase é a fase de exploração.

Na fase de explicação os alunos vão registar os resultados da pesquisa, onde devem indicar os materiais mais adequados para a construção de uma casa e as grandezas físicas de que depende a transmissão de energia por condução. Os alunos devem ainda, nesta fase, elaborar as suas conclusões num suporte informático adequado e apresentá-las à turma. Na secção “Vai mais além...” desta tarefa é apresentada uma receita de “gelado no forno” e questiona-se os alunos sobre qual a razão para o gelado não derreter no forno e a necessidade de efetuar o procedimento rapidamente. Estas questões constituem a fase de ampliação de conhecimentos, durante a qual os alunos aplicam o conceito de condutividade térmica a outro contexto. Na última parte da tarefa encontra-se a secção “Reflete...”, na qual constam quatro questões para os alunos refletirem sobre o trabalho realizado. Esta corresponde à fase de avaliação.

Tarefa 2 – Qual a razão para a diferença de temperaturas?

Esta tarefa é iniciada com a apresentação de um pequeno texto através do qual se coloca a situação de uma *pizza* no forno, em que os seus ingredientes não ficam todos à mesma temperatura. Os alunos são depois confrontados com a questão sobre qual a razão para tal facto. Esta fase da tarefa constitui a fase de envolvimento dos alunos. Seguidamente, é pedido para preverem uma resposta para a questão colocada e de seguida, elaborarem uma atividade experimental que lhes permita dar resposta à questão. Os alunos realizam depois a atividade experimental proposta por eles e registam os seus resultados. Toda esta fase constitui a fase de exploração. Obtidos os resultados, os alunos efetuam os cálculos necessários, de forma a obterem os valores experimentais da capacidade térmica mássica do cilindro. Estes valores são depois comparados com os valores tabelados, sendo ponderados os erros experimentais. Os alunos elaboram então as conclusões de acordo com os resultados encontrados, e apresentam-nas à turma. Termina assim a fase de explicação.

Na secção do “Vai mais além...” é apresentada uma imagem de uma cozinheira a questionar se deve utilizar tachos de cobre ou alumínio, de forma a consumir menos energia. São apresentados os valores tabelados de capacidade térmica mássica, para cada uma destas substâncias. Esta corresponde à fase de ampliação do modelo dos cinco E’s. Por fim, no “Reflete...” são colocadas quatro questões para os alunos refletirem acerca do seu trabalho nesta tarefa, constituindo estas a fase de avaliação do modelo dos cinco E’s.

Tarefa 3 – 1.ª Lei da Termodinâmica

No início desta tarefa é apresentado um vídeo aos alunos acerca da experiência de Joule. Nesta tarefa esta foi a estratégia para o envolvimento dos alunos. Segue-se a fase de exploração, na qual são apresentadas três questões: sobre a diferença entre calor e temperatura, as transferências e transformações de energia que ocorrem na experiência de Joule, e que interpretação é dada hoje em dia a essa experiência. Os alunos para responderem às questões devem fazer pesquisa. No final, os alunos registam as conclusões da sua pesquisa, elaboram as suas respostas e apresentam-nas à turma, realizando-se uma discussão, terminando assim a fase de explicação.

Na secção do “Vai mais além...” desta tarefa apresenta-se uma imagem de um churrasco ao ar livre e questiona-se os alunos acerca das transferências de energia que ocorrem e como varia a energia interna do sistema considerado. Esta é a fase de

ampliação do modelo dos cinco E's. Na secção do “Reflete...”, são colocadas as habituais quatro questões para os alunos refletirem sobre o trabalho realizado, concretizando-se assim a última fase do modelo dos cinco E's, a fase de avaliação.

Tarefa 4 – Balanço energético num sistema termodinâmico

Esta tarefa é iniciada com a apresentação de uma imagem de uma banheira e a personagem Mónica a referir que pretende diminuir a temperatura da água do seu banho. É colocada aos alunos a questão: “Será mais eficaz adicionar gelo a 0° C ou água a 0° C?”. Esta fase da tarefa corresponde à fase de envolvimento dos alunos. De seguida, é pedido para os alunos preverem uma resposta para a questão colocada e de seguida, elaborarem uma breve fundamentação teórica e uma atividade experimental que lhes permita dar resposta à questão. Os alunos realizam depois a atividade experimental proposta por eles e registam os seus resultados. Toda esta fase constitui a fase de exploração. Os alunos discutem os resultados da temperatura final da mistura obtidos experimentalmente e confrontam com os valores calculados através das equações do balanço energético. Com estes resultados tiram as suas conclusões e comunicam à turma. Esta fase constitui a fase de explicação.

Na secção “Vai mais além...” desta tarefa é apresentada uma situação em que estão num posto médico dois doentes. Um queimou-se com vapor de água e outro com água a ferver. Questiona-se os alunos: “Qual dos doentes sofreu uma queimadura mais grave? Porquê?”. Esta é a fase de ampliação. Finalmente, na fase de avaliação, os alunos respondem às quatro questões da secção “Reflete...”.

Tarefa 5 – 2.ª Lei da Termodinâmica. Rendimento.

Esta tarefa inicia-se com a leitura de uma breve história sobre uma mãe a bater a massa de um bolo com a batedeira elétrica. Esta fase corresponde à fase de envolvimento dos alunos. Depois pede-se para indicarem as transferências e transformações de energia que ocorrem. Os alunos têm ainda de discutir se todas as formas de energia podem ser reaproveitadas e qual a razão de o rendimento nunca poder ser de 100%. Para responderem a estas questões, os alunos devem efetuar uma pesquisa no manual, correspondendo esta fase à fase de exploração. Segue-se a fase de explicação, durante a qual os alunos registam as conclusões da sua pesquisa, elaboram as suas respostas e apresentam-nas à turma, realizando-se uma discussão.

Na secção “Vai mais além...” desta tarefa, que corresponde à fase de ampliação, é apresentada uma banda desenhada representando um bar, onde um cliente exerce uma força com a caneca no balcão, fazendo-a partir-se e derramar a bebida que continha. De seguida pede-se para os alunos explicarem em que medida se pode aplicar a 2.^a Lei da termodinâmica a esta situação. Tal como em todas as outras tarefas, termina na fase de avaliação com o preenchimento da secção “Reflete...”, que contém quatro questões para os alunos refletirem sobre o trabalho realizado.

Tarefa 6 – Coletores solares

Esta tarefa inicia-se com a leitura de uma notícia acerca das vantagens e desvantagens da utilização de coletores solares. Esta fase constitui a fase de envolvimento dos alunos. Depois, pede-se para reescreverem a notícia em linguagem científica. De seguida, é pedido aos alunos para explicarem o modo de funcionamento de um coletor solar, indicando quais as transferências de energia que ocorrem. Para tal, os alunos devem realizar uma pesquisa no manual e *Internet*. Esta fase corresponde à fase de exploração. Na fase seguinte, explicação, os alunos elaboram as conclusões da sua pesquisa num suporte adequado e comunicam-nas à turma.

Na fase de ampliação, os alunos resolvem a secção “Vai mais além...”, onde lhes é pedido que elaborem uma conclusão onde conste o que aprenderam sobre coletores solares. Por último, é a fase de avaliação, na qual os alunos respondem à secção “Reflete...”, com quatro questões para refletirem sobre o seu trabalho na tarefa. No quadro 3.6 sistematizam-se cada uma das tarefas de investigação realizadas, com as respetivas fases do modelo dos cinco E’s.

Quadro 3.6

Tarefas de investigação e respetivas fases do modelo dos cinco E's.

Tarefa	Atividades	Engage	Explore	Explain	Elaborate	Evaluate
1	Leitura de um texto sobre a eficiência energética dos edifícios.	X				
	Identificação do problema referido no texto. Pesquisa no manual e <i>Internet</i> de uma forma de dar resposta para o problema enunciado.		X			
	Elaboração das conclusões num suporte informático adequado e comunicação à turma.			X		
	Questões sobre o isolamento térmico aplicados a uma receita de culinária.				X	
	Questões acerca das dificuldades e aprendizagens dos alunos com esta tarefa.					X
2	Leitura de um pequeno texto sobre a temperatura dos ingredientes de uma <i>pizza</i> .	X				
	Pesquisa e formulação de uma hipótese. Elaboração e realização de uma atividade experimental. Tratamento de resultados.		X			
	Elaboração de conclusões e discussão em turma das respostas.			X		
	Questão sobre qual material utilizar, de maior ou menor capacidade térmica mássica, para minimizar o consumo de energia.				X	
	Questões acerca das dificuldades e aprendizagens dos alunos com esta tarefa.					X
3	Visualização de um vídeo sobre a experiência de Joule.	X				
	Pesquisa em fontes de informação, como dar resposta às questões colocadas.		X			
	Elaboração das conclusões e discussão em turma.			X		
	Questões sobre transferências de energia e variação de energia interna dos alimentos ao lume num churrasco.				X	
	Questões acerca das dificuldades e aprendizagens dos alunos com esta tarefa.					X
4	Visualização de uma imagem da Mónica a colocar uma questão.	X				
	Pesquisa e formulação de uma hipótese. Elaboração e realização de uma atividade experimental. Tratamento de resultados.		X			
	Elaboração de conclusões e discussão em turma das respostas.			X		
	Questão sobre qual doente sofreu maior queimadura num posto médico.				X	
	Questões acerca das dificuldades e aprendizagens dos alunos com esta tarefa.					X
5	Leitura de uma breve história sobre as transferências e transformações de energia numa batedeira elétrica.	X				
	Pesquisa em fontes de informação, como dar resposta às questões colocadas.		X			
	Elaboração das conclusões e discussão em turma.			X		
	Elaboração de uma explicação sobre a 2.ª Lei da termodinâmica aplicada a uma situação.				X	
	Questões acerca das dificuldades e aprendizagens dos alunos com esta tarefa.					X
6	Leitura de uma notícia acerca dos coletores solares.	X				
	Reescrita da notícia para linguagem científica. Pesquisa em várias fontes de informação acerca do funcionamento dos coletores solares.		X			
	Elaboração das conclusões num suporte informático adequado e comunicação à turma.			X		
	Elaboração de uma conclusão com o que aprenderam sobre coletores solares.				X	
	Questões acerca das dificuldades e aprendizagens dos alunos com esta tarefa.					X

Avaliação dos alunos

A avaliação tem sido cada vez mais considerada um ato de comunicação, uma interação entre pessoas e objetos de avaliação, que decorre num dado contexto social (Leal, 1992 citado por Santos, 2002). Tal como enfatiza também o programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade, do Ministério da Educação, a avaliação não deve ser associada à ideia redutora de classificação. Em vez disso, pretende-se que o professor utilize a avaliação como elemento regulador e promotor da qualidade do ensino e da aprendizagem (Decreto-lei 240/2001). A regulação do processo de ensino-aprendizagem implica um papel ativo do aluno e pode ocorrer por avaliação formativa, coavaliação e autoavaliação (Santos, 2002).

A avaliação formativa é de elevada importância, pois toma um carácter contínuo e serve para regular as aprendizagens. Permite dar conhecimento ao professor, aluno e encarregado de educação do processo, permitindo deste modo analisar, modificar e melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Este tipo de avaliação tem a vantagem de, contrariamente à avaliação sumativa não comparar os alunos entre si, mas sim o percurso de cada aluno individualmente. Não atribui uma classificação, mas permite ao aluno melhorar as suas aprendizagens, através do *feedback* dado pelo professor. Ao longo deste processo vai estabelecer-se uma interação professor-aluno. Tal como defende Perrenoud (1999), a avaliação formativa atribui maior importância à avaliação do processo de aprendizagem em si e não ao produto final. Isto permite ao professor modificar as suas estratégias pedagógicas como forma de melhorar a aprendizagem dos alunos.

A coavaliação entre pares envolve outros alunos, além do próprio. É concretizada através de situações que levem os alunos a apoiar os outros ou receber ajuda dos pares, permitindo reestruturar os seus próprios conhecimentos, assim como desenvolver responsabilidade e autonomia (Santos, 2002).

A autoavaliação tem a vantagem de desenvolver as competências de metacognição dos alunos e conduzem estes a autoavaliar-se. Esta é uma avaliação mais aberta, onde todos os atores podem intervir nas tomadas de decisão. Está presente uma reflexão crítica da própria avaliação, de modo a poder englobar e contornar possíveis obstáculos (Pinto & Santos, 2006).

Pretende-se assim “que o ensino, as aprendizagens e a respetiva avaliação sejam encaradas numa perspetiva integrada” (Martins et al., 2001, p. 11). Os procedimentos de avaliação devem ser consistentes com os objetivos curriculares e as formas de trabalho

que foram desenvolvidas com os alunos (Abrantes, 2000), refletindo assim os modos de ensino e o processo de ensino-aprendizagem.

Em suma, o professor deve realizar a avaliação de forma que o aluno consiga ter um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem, ganhe autonomia, tendo noção daquilo que já sabe e do que deve saber. Deve por isso, regular as suas próprias aprendizagens através da autoavaliação. O professor tem um papel essencial neste processo, pois é responsável por criar situações de aprendizagem que conduzam os alunos nesse sentido.

Para a avaliação da implementação da proposta didática foram elaborados instrumentos de avaliação, para cada tarefa. Em cada tarefa avaliou-se uma série de competências diferentes, tentando ao máximo diversificar os critérios de avaliação. Os instrumentos elaborados para a avaliação das tarefas, além dos critérios de avaliação contêm ainda os respetivos descritores de cada um dos quatro níveis de desempenho. Estes instrumentos tornam mais coerente a avaliação uma vez que contêm os critérios que se pretendem avaliar e os respetivos descritores correspondentes a cada nível, sendo mais fácil verificar em que nível se encontra cada aluno ou grupo. Todos os instrumentos de avaliação elaborados encontram-se no Apêndice D. Além destes instrumentos de avaliação, foram ainda utilizados no final de cada tarefa questionários de autoavaliação aos alunos, como forma destes compreenderem o estado das suas aprendizagens.

Síntese

Neste capítulo apresentou-se a proposta didática implementada numa turma do 10.º ano de escolaridade para o ensino da subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”. Esta proposta foi desenvolvida tendo em conta o programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade.

O calor é a transferência de energia através da fronteira de um sistema, devido à diferença de temperaturas entre o sistema e a sua vizinhança. A transferência de energia como calor pode ocorrer por dois mecanismos: condução e convecção. O trabalho e a radiação são outras formas de transferência de energia. A 1.ª Lei da termodinâmica enuncia que a quantidade total de energia no Universo se mantém constante. A 2.ª Lei da termodinâmica enuncia que a quantidade de energia útil no Universo vai diminuindo.

O programa da disciplina preconiza, além dos conteúdos científicos inerentes a esta temática, variadas competências em diferentes níveis. Para tal, foram concebidas seis tarefas de investigação tendo como base o modelo dos cinco E's, que pretendem fomentar o trabalho colaborativo, a pesquisa, discussão e apresentação de ideias e ainda a reflexão sobre o trabalho realizado. A avaliação dos alunos envolveu essencialmente a componente formativa.

CAPÍTULO 4

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Neste capítulo são apresentados os métodos e procedimentos a partir dos quais se recolheram e analisaram os dados para este trabalho. Este capítulo está organizado em quatro secções. Na primeira secção descreve-se e justifica-se o método de investigação utilizado. Na segunda realiza-se uma breve caracterização da escola onde se desenvolveu o trabalho e dos participantes intervenientes. Na terceira secção apresentam-se e descrevem-se os métodos de recolha de dados utilizados neste trabalho. Por fim, na quarta secção, apresenta-se o método de análise de dados, assim como o quadro com as categorias e subcategorias que resultaram da análise dos dados recolhidos.

Método de investigação

A investigação qualitativa é o método de investigação escolhido quando se pretendem explorar histórias de vida ou comportamentos do quotidiano (Silverman, 2008). Uma investigação qualitativa envolve alguns passos gerais que constituem a sua metodologia. O primeiro é a formulação do problema a investigar. Segundo Coutinho (2005), definir o objeto de estudo é fundamental para a consecução de uma boa investigação. O passo seguinte consiste em fazer uma revisão da literatura, contextualizando o estudo (Coutinho, 2005). Outro passo consiste em definir os objetivos do projeto (Coutinho, 2005). Segue-se a metodologia, durante a qual se procede à recolha de dados, depois, a análise de dados, onde se vai interpretar e analisar os dados recolhidos anteriormente. Posteriormente, procede-se à verificação do estudo, e, por fim, a conclusão, que consiste na divulgação dos resultados da investigação (Coutinho, 2005).

A investigação qualitativa apresenta cinco características que lhe são próprias: o investigador é o principal instrumento de recolha de dados, sendo o ambiente natural a fonte de dados; esses dados são primeiro descritos e só depois analisados; o processo de investigação é mais importante do que o produto final; os dados são analisados por um

método indutivo; e dá-se particular importância ao significado das ações, nomeadamente o “quê” e o “porquê” das mesmas (Bogdan & Biklen, 1994).

Neste trabalho, as questões orientadoras remeteram para a utilização do método de investigação qualitativo, devido à sua natureza descritiva e interpretativa. Os dados foram recolhidos em sala de aula que constitui o ambiente natural dos participantes. Os dados foram depois interpretados e analisados, sendo-lhe atribuído um significado.

Participantes

A escola onde foram recolhidos os dados para este trabalho é uma escola do 3.º ciclo do ensino básico e ensino secundário do concelho de Lisboa. Insere-se num meio de classe socioeconómica média. Possui portaria, receção, sala dos professores (com computadores), dois ginásios e dois edifícios de aulas. Um deles é o pavilhão das Artes, o outro tem três secções. Neste pavilhão encontra-se um refeitório, um bar, uma biblioteca, dois laboratórios de Química, dois de Física, um laboratório polivalente e quatro laboratórios de Biologia e Geologia. A escola possui ainda seis salas de Informática, uma sala de estudo, um gabinete de Psicologia, um gabinete de ensino especial, uma sala dos diretores de turma, uma sala para atendimento de pais, um gabinete de promoção da educação para a saúde, salas de eletrónica (para os cursos profissionais), secretaria, direção, loja escolar, gabinete SASE e um auditório equipado com audiovisuais. Todas as salas de aula estão equipadas com computador e videoprojetor e muitas têm quadro interativo. Existem ainda jardins interiores. Uma característica muito marcante da escola é a sua luminosidade.

A turma participante neste trabalho é uma turma do 10.º ano de escolaridade, constituída por 28 alunos, 12 raparigas (43%) e 16 rapazes (57%). No início do ano letivo estava inscrita uma aluna que apenas frequentou a primeira semana de aulas, tendo reprovado por faltas e anulado a sua inscrição já no 2.º período. No início do 2.º período entrou para a turma uma nova aluna transferida de outra escola, constituindo-se assim os 28 alunos da turma. A média de idades dos alunos é de 15 anos. Dos 28 alunos da turma, 24 são de nacionalidade portuguesa. Os quatro alunos que não têm nacionalidade portuguesa são provenientes de Angola, São Tomé e Príncipe, Rússia e Ucrânia. A turma tem seis alunos repetentes. Existem sete alunos beneficiários de SASE. Existem cinco alunos com problemas visuais e cinco com asma.

Relativamente aos encarregados de educação, em 25 alunos é a mãe, dois têm como encarregado de educação o pai, e um aluno tem ainda como encarregado de educação a tia. Em termos de formação académica, a maioria dos pais dos alunos (oito) possui o ensino secundário, enquanto que outros oito possuem licenciatura. A maioria das mães dos alunos (doze) possui licenciatura.

Recolha de dados

Na investigação qualitativa, os dados podem ser recolhidos de três diferentes formas: entrevista, observação e documentos escritos (Patton, 2002). Esta recolha de dados provém geralmente do trabalho de campo (Patton, 2002). Neste trabalho reuniram-se dados de entrevistas em grupo focado, observações (através das notas de campo da professora e gravações áudio das aulas) e documentos escritos (respostas dos alunos nas tarefas e questionários realizados após cada tarefa). No final, realiza-se uma triangulação dos dados, como forma de melhorar a validação das informações recolhidas.

Entrevista

Segundo Afonso (2005), a entrevista consiste numa interação verbal entre o entrevistador e o entrevistado. Através delas obtêm-se citações que refletem as experiências, opiniões, perceções, sentimentos e conhecimento de quem é entrevistado (Patton, 2002). A entrevista é uma conversa com um objetivo (Bingham & Moore, 1924 citado por Acúrcio, Costa & Rocha, 2004). Pode definir-se como uma conversação intencional, normalmente entre duas pessoas (Morgan, 1988 citado por Acúrcio et al., 2004). Também pode ser definida como uma interação que decorre num contexto e situação social determinados (Rogers, n.d. citado por Acúrcio et al., 2004).

A entrevista permite conhecer um determinado meio (por exemplo, o meio escolar) através da entrevista realizada a alguém pertencente a esse meio (Seidman, 2006). A entrevista classifica-se como naturalista se for realizada no contexto natural de quem entrevistamos. Deste modo, os entrevistados sentem-se mais confortáveis, uma vez que estão no seu ambiente (Patton, 2002). As entrevistas poderão ser áudiogravadas, além de poderem também ser tiradas notas ao longo da mesma, como forma de complementar a informação recolhida (Patton, 2002).

Uma entrevista em grupo focado é uma entrevista a um grupo homogêneo, com um número de elementos não muito grande, tipicamente de seis a dez pessoas, acerca de um tema focado, um assunto específico, onde todos respondem e podem interagir uns com os outros (Patton, 2002). Os participantes na entrevista em grupo focado, ao ouvirem as respostas dos outros participantes podem concordar, discordar ou até fazerem comentários adicionais (Patton, 2002). O objetivo é recolher dados num contexto social, onde os participantes dão o seu ponto de vista, ouvindo também o ponto de vista dos outros, sendo que “o verdadeiro ponto de referência [da entrevista em grupo focado] é a qualidade da discussão” (Krueger, n.d. citado por Patton, 2002, p. 388).

O entrevistador da entrevista em grupo focado deve ser competente de forma a deixar os participantes confortáveis e à vontade para partilharem as suas ideias (Krueger, 1994 citado por Patton, 2002). É recomendável uma equipa de dois elementos para realizar entrevistas em grupo focado, enquanto um elemento questiona os participantes, o outro elemento vai tirando notas ou encarrega-se do equipamento de registo (Krueger, n.d. citado por Patton, 2002).

A entrevista em grupo focado tem diversas vantagens. Uma delas é o facto de ser mais económica na medida em que num pequeno espaço de tempo, se pode obter informação sobre diversas pessoas em vez de apenas uma (Patton, 2002). Outra vantagem é a possibilidade de interação entre os participantes que melhora a qualidade dos dados recolhidos, assim como cria geralmente um ambiente agradável para os participantes (Patton, 2002).

Contudo, a entrevista em grupo focado tem também algumas desvantagens. Uma delas é o número limite de questões não poder ser muito elevado, devido ao número de entrevistados (Patton, 2002). Outra desvantagem é a necessidade de um entrevistador bastante competente de forma a conseguir moderar e conduzir a entrevista de forma a que todos ou quase todos os participantes tenham possibilidade de falar (Patton, 2002). Questões muito pessoais ou controversas devem ser evitadas, uma vez que pode levar a que alguns participantes fiquem intimidados para dar a sua opinião (Kaplowitz, 2000 citado por Patton, 2002).

Neste trabalho realizam-se quatro entrevistas em grupo focado. A seleção do grupo a entrevistar foi da conveniência do horário dos alunos. Três entrevistas foram realizadas na sala onde os alunos tiveram aula, enquanto que outra decorreu noutra sala diferente. Os alunos foram numerados em cada entrevista. O guião da entrevista encontra-se no Apêndice E.

Observação

A observação é um tipo de recolha de dados utilizado na investigação qualitativa, integrando as perceções visual, auditiva, tátil e olfativa (Flick, 2005). As observações consistem na descrição de comportamentos, ações, interações entre pessoas, diálogos, ou seja, todo o comportamento humano observável (Patton, 2002). A partir delas podem-se obter dados quantitativos ou descrições qualitativas (Burton & Bartlett, 2005). As observações permitem aos investigadores compreender o contexto das situações, ver pormenores que poderiam inconscientemente perder-se, descobrir factos que os participantes poderiam ocultar em entrevistas e ainda ter acesso a conhecimentos pessoais (Cohen, Manion & Morrison, 2005).

Os professores têm bem desenvolvidas as competências de observação, sendo inerentes à sua profissão, pois estão constantemente a fazer uma observação dos alunos (Burton & Bartlett, 2005). A observação é geralmente naturalista, na medida em que se trata de um processo natural, que ocorre no ambiente próprio dos observados (Flick, 2005; Kosky, 2005).

O observador pode ser participante ou não participante, consoante este se torna parte ativa ou não do campo observado (Flick, 2005). No caso de não participar ativamente, os investigadores são meros observadores que evitam intervir no ambiente a observar (Flick, 2005). A observação pode ainda ser fora do conhecimento dos indivíduos observados (Burton & Bartlett, 2005). Portanto, um problema que a observação pode trazer é a sua questão ética, pois como já se viu, os observados podem nem saber que estão a ser observados, pondo-se em causa a sua privacidade (Cohen et al., 2005).

Existem três tipos de observação: estruturada, semi-estruturada e não estruturada. A observação estruturada é muito sistemática e permite ao investigador obter dados numéricos (Cohen et al., 2005). Estes dados permitem fazer comparações entre situações e fazer cálculos de frequências ou tendências (Cohen et al., 2005). Os dados observados são inseridos numa tabela de observação, onde as categorias estão já estipuladas e são fixas (Cohen et al., 2005). A observação semi-estruturada possui uma série de questões a observar, no entanto, podem ser adicionados mais alguns tópicos que não estavam previstos (Cohen et al., 2005). A observação não estruturada não possui questões pré-determinadas a observar, essa decisão é feita no decorrer da observação, de acordo com a sucessão de factos que vão ocorrendo (Cohen et al., 2005).

As técnicas empregues na recolha dos dados são muito importantes. As observações podem ser registadas com notas de campo, registos vídeo ou áudio (Cohen et al., 2005). As notas de campo permitem obter um registo do que acontece durante a observação, não sendo necessário que sejam muito longas, pois permitem que o observador se recorde do que aconteceu (Kosky, 2005). Este deve ir tomando notas ao longo da observação, ou deverá lembrar-se delas para as registar assim que seja possível (Burton & Bartlett, 2005). O observador deve ter uma estrutura daquilo que pretende registar, sem no entanto pôr de parte o facto de vir a registar algo de que não estava à espera, mas que considere importante (Kosky, 2005). Pode-se adicionar uma secção para comentários pessoais, pois podem ajudar na análise e reflexão posteriores (Kosky, 2005).

As notas de campo podem ser escritas em diversos níveis. A componente descritiva pode incluir: apontamentos breves, palavras-chave, descrições que explicam as ações que vão ocorrendo, reconstrução de conversas, acontecimentos, comportamentos ou atividades, etc. (Bogdan & Biklen, 1992; Cohen et al., 2005). A componente reflexiva das notas de campo pode incluir: reflexões das descrições, análises ou recolha de dados que foram sendo feitos, as reações do observador perante os acontecimentos registados ou pontos de clarificação, no fundo, é a componente mais subjetiva e pessoal da observação, sendo o seu objetivo aprimorar as notas de campo (Bogdan & Biklen, 1992; Cohen et al., 2005).

As notas de campo têm como vantagens personalizar o trabalho, sendo um aspeto importante quando se pretendem melhorar as práticas de algo ou para complementar informações de outras fontes (Kosky, 2005). A componente reflexiva das notas de campo é parte integrante do desenvolvimento profissional (Kosky, 2005). Como desvantagens podem-se apontar a tendência do observador para escrever demasiado, o que poderá tornar a análise mais difícil; por vezes pode ser complicado continuar a escrever regularmente, impossibilitando o registo completo das observações, uma vez que é impossível recordar e registar todos os observados ao mesmo tempo (Burton & Bartlett, 2005); e ainda a personalização dos incidentes pode conduzir à subjetividade (Kosky, 2005). As notas de campo podem ser complementadas com registos audiovisuais ou registos áudio. Estes têm a vantagem de registar todos os momentos e não apenas os captados pelo observador. Além disso, vêm isentos de possíveis interpretações dos investigadores (Cohen et al., 2005).

Neste trabalho, realizam-se três registos áudio por aula, um em cada grupo, previamente selecionado. Os grupos nos quais se realizam estes registos são os mesmos ao longo das seis aulas. Nas aulas de 135 minutos existiam três grupos em cada turno, tendo-se realizado o registo áudio dos três grupos, em ambos os turnos. Posteriormente, procedeu-se à transcrição destes registos. Estas observações foram complementadas com notas de campo, realizadas pela professora, em todas as aulas, acerca do comportamento, reações, intervenções e interações dos alunos perante as tarefas de investigação.

Documentos escritos

Os documentos escritos são outra fonte de dados que se pode recorrer numa investigação qualitativa. Estes podem ser oficiais ou pessoais (Bogdan & Biklen, 1994). Os documentos oficiais são documentos pertencentes a uma organização, como por exemplo, o projeto educativo de uma escola, atas de reuniões, registos de avaliação, registos e ficheiros pessoais dos estudantes (Bogdan & Biklen, 1994). Como documentos pessoais citam-se os diários e as cartas pessoais (Bogdan & Biklen, 1994).

A vantagem dos documentos escritos é o facto de fornecerem informação estável, podendo ser consultados várias vezes, ou até serem utilizados em vários outros estudos (Lüdke & André, 1986). No entanto, trazem também algumas desvantagens, como a sua subjetividade (Bogdan & Biklen, 1994), podendo ser utilizados como complemento de informação numa investigação, necessitando de algum cuidado e validação da sua utilização (Tuckman, 2000).

Neste trabalho, utilizam-se documentos escritos pessoais e oficiais. Os primeiros consistem nas respostas dos alunos às tarefas, e ainda nas reflexões individuais dos alunos sobre cada tarefa. Os segundos consistem nos registos biográficos dos alunos utilizados para a caracterização dos participantes neste trabalho.

Triangulação de dados

A triangulação consiste no cruzamento de dados provindos de fontes diversas numa investigação, de forma a obter uma perspetiva mais fidedigna e uma melhor validação dos resultados. Geralmente, os investigadores utilizam esta técnica para se certificarem que as descrições são ricas e compreensíveis (Cohen & Crabtree, 2006), permitindo assim verificar se os vários resultados são compatíveis entre si ou não. Usar diversos métodos ajuda a obter um conhecimento mais profundo, na medida em que são

analisados diferentes tipos de dados e se comparam para verificar se estão em concordância (Cohen & Crabtree, 2006).

Denzin (1978) e Patton (1999 citados por Cohen & Crabtree, 2006) distinguem quatro tipos de triangulação: triangulação de métodos, triangulação de fontes, triangulação de investigadores e triangulação de teorias/ perspectivas. A triangulação de métodos serve para avaliar a consistência de evidências obtidas através de diferentes métodos de recolha de dados. É comum quando se têm dados qualitativos e quantitativos no estudo. Elucidam aspetos complementares do mesmo fenómeno. Por vezes determinados aspetos divergem nos métodos utilizados, fornecendo ao investigador informações interessantes (Denzin, 1978; Patton, 1999 citados por Cohen & Crabtree, 2006). A triangulação de fontes examina a consistência de dados obtidos a partir de diferentes fontes recolhidas pelo mesmo método, como por exemplo em momentos temporais diferentes (Denzin, 1978; Patton, 1999 citados por Cohen & Crabtree, 2006). A triangulação de investigadores utiliza vários investigadores ou vários observadores, podendo fornecer informações sobre perceções seletivas, cujo objetivo é compreender as diferentes formas de analisar os dados (Denzin, 1978; Patton, 1999 citados por Cohen & Crabtree, 2006). Finalmente, a triangulação de teorias/ perspectivas, utiliza várias perspectivas teóricas para examinar e interpretar dados (Denzin, 1978; Patton, 1999 citados por Cohen & Crabtree, 2006).

Neste trabalho, uma vez que se obtêm dados a partir de várias fontes (entrevistas, observação e documentos escritos), procede-se à sua triangulação de forma a comparar resultados, permitindo assim uma melhor validação e enriquecimento das informações recolhidas.

Análise de dados

Depois de recolhidos os dados pelos métodos acima descritos, prossegue-se para a análise dos mesmos. Para Bardin (2009), a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. A análise de conteúdo é, então, o processo que permite decodificar as informações importantes contidas no imenso conjunto de dados recolhidos (Stringer, 2007).

O primeiro passo a dar na análise de conteúdo é a pré-análise (Bardin, 2009). Esta consiste na seleção profícua da informação recolhida. O segundo passo deste

processo é a exploração do material (Bardin, 2009), durante o qual se faz a categorização, seguida da codificação (Stringer, 2007). Realizam-se do seguinte modo: após bem compreendidos os dados, começam-se por identificar ideias chave e atribuir-lhes uma categoria. Cada categoria tem uma designação, onde são englobadas as ideias chave. Cada categoria pode ter subcategorias (Stringer, 2007). As ideias centrais dos dados ficam assim organizadas através da anterior triagem dos dados de modo a ser mais fácil a interpretação posterior. Numa terceira, e última etapa, tenta-se interpretar e compreender os dados agora categorizados e organizados, através de inferências (Bardin, 2009).

O processo de construção das categorias é influenciado por diferentes aspetos como os objetivos do estudo, a homogeneidade, a pertinência das categorias e a comparação das diversas unidades de informação com o objetivo de se detetarem regularidades recorrentes entre os dados disponíveis (Bardin, 2004; Bogdan & Biklen, 1994).

Neste trabalho, depois de recolhidos os registos áudio das aulas e as entrevistas, procedeu-se à sua transcrição. Estes dados, juntamente com as notas de campo da professora e os documentos escritos foram submetidos a uma análise de conteúdo. Esta permite analisar e interpretar os resultados obtidos, de forma a dar resposta às três questões orientadoras deste trabalho. Nesse sentido, emergiram uma série de categorias e subcategorias, representativas do conjunto de dados recolhidos. Essas categorias relativas às dificuldades e aprendizagens dos alunos com as tarefas de investigação foram selecionadas tendo por base as competências apresentadas no programa de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade, publicado pelo Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação. No quadro 4.1 apresentam-se as categorias e subcategorias que emergiram da análise dos dados.

Quadro 4.1

Categorias e subcategorias de análise para as questões de estudo.

Questões de estudo	Recolha de dados	Categorias	Subcategorias	
Dificuldades que os alunos sentem com as tarefas de investigação	Entrevista em grupo focado	Competências do tipo conceptual	Conceitos científicos	
			Formular questões	
			Formular hipóteses	
			Planear atividades	
	Documentos escritos dos alunos	Competências do tipo processual	Pesquisar informação	
			Selecionar informação	
	Registos áudio das aulas		Selecionar material de laboratório	
	Notas de campo da professora	Competências do tipo social e atitudinal	Trabalhar em grupo	
			Gerir o tempo	
			Comunicar resultados	
	Aprendizagens que os alunos realizam com as tarefas de investigação e estratégias utilizadas	Entrevista em grupo focado	Competências do tipo conceptual	Conceitos científicos
				Planear atividades
Conhecimentos úteis no quotidiano				
Documentos escritos dos alunos		Competências do tipo processual	Pesquisar e selecionar informação	
			Trabalhar em grupo	
Registos áudio das aulas		Competências do tipo social e atitudinal	Gerir o tempo	
			Solicitar ajuda da professora	
Notas de campo da professora		Estratégias	Trabalhar em grupo	
			Tentativa e erro	

Avaliação que os alunos fazem do uso das tarefas de investigação	Entrevista em grupo focado	Modo como aprendem	---	
	Documentos escritos dos alunos	Interesse e gosto		

Síntese

Neste capítulo descreve-se a metodologia utilizada neste trabalho, qualitativa, de natureza descritiva e interpretativa. Segue-se a caracterização dos participantes, uma turma de 28 alunos, 16 rapazes e 12 raparigas do 10.º ano de escolaridade, pertencentes a uma escola do concelho de Lisboa. Ainda neste capítulo, apresentam-se e descrevem-se os instrumentos de recolha de dados utilizados neste trabalho: entrevista, observação e documentos escritos, assim como a triangulação de dados. De seguida, apresenta-se em que consiste o processo de análise de conteúdo. A partir dele surgiram uma série de categorias e subcategorias de análise, associadas às questões orientadoras deste trabalho, que foram organizadas num quadro que se apresenta no final deste capítulo.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos com este trabalho, e a sua respetiva análise, para cada uma das questões orientadoras. Este capítulo está dividido em três secções, cada uma correspondendo a uma questão orientadora. Na primeira secção, apresentam-se os resultados e a análise das dificuldades que os alunos sentem com as tarefas de investigação. Na segunda secção, são apresentados e analisados os resultados relativos às aprendizagens que os alunos realizam com as tarefas de investigação, e estratégias que recorrem para aprender. Na terceira secção são analisados os resultados referentes à avaliação que os alunos fazem do uso das tarefas de investigação.

Dificuldades que os alunos sentem com as tarefas de investigação

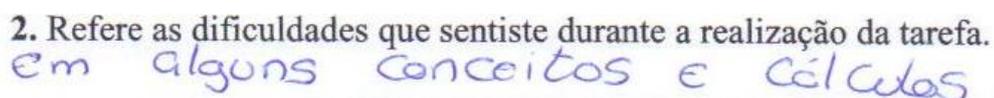
Nesta secção vão ser analisadas as dificuldades sentidas pelos alunos com a realização de tarefas de investigação. Esta abordagem corresponde à primeira questão orientadora deste trabalho. A partir da análise dos dados foram definidas três categorias para esta questão. As categorias são: competências do tipo conceptual, competências do tipo processual e competências do tipo social e atitudinal. De seguida são analisados os resultados para cada uma das categorias acima mencionadas.

Competências do tipo conceptual

Para esta categoria foram identificadas quatro subcategorias: conceitos científicos, formular questões, formular hipóteses e planear atividades. Vai agora proceder-se à análise de cada uma delas.

Conceitos científicos

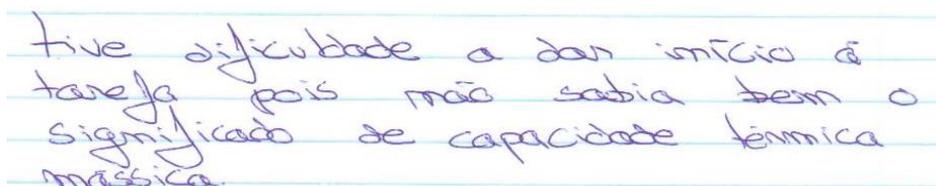
Através da análise dos dados recolhidos, verifica-se que grande parte dos alunos sente dificuldade na compreensão e utilização de conceitos científicos. Essa dificuldade é reconhecida pelos alunos, como se mostra no seguinte excerto:



2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
em alguns conceitos e cálculos

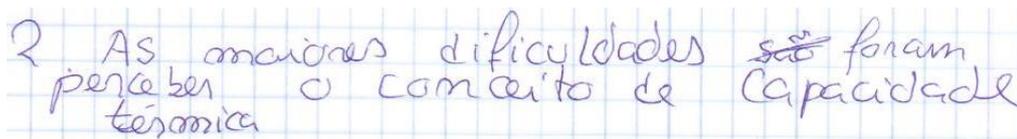
(Documento escrito, tarefa 2)

Mais especificamente surgem dúvidas acerca do conceito de capacidade térmica mássica, abordado na tarefa 2. Apresentam-se, de seguida, dois excertos de dois alunos que referem sentir dificuldade em compreender os conceitos de capacidade térmica mássica e capacidade térmica respetivamente:



tive dificuldade a dar início à
tarefa pois não sabia bem o
significado de capacidade térmica
mássica.

(Documento escrito, tarefa 2)



2 As maiores dificuldades são foram
perceber o conceito de capacidade
térmica

(Documento escrito, tarefa 2)

Apesar do conceito de capacidade térmica mássica ter já sido abordado anteriormente, ainda que pouco aprofundadamente, persistem as dúvidas nos alunos. Para além das dificuldades com este conceito, ocorreu ainda a confusão entre este e o conceito de condutividade térmica, abordado na tarefa 1. A professora, nas suas notas de campo, regista essa dificuldade sentida pelos alunos:

ainda vários alunos confundem condutividade térmica e capacidade térmica mássica.

(Notas de campo, tarefa 2)

O conceito de condutividade térmica foi abordado na tarefa 1, enquanto que o conceito de capacidade térmica mássica foi abordado na tarefa 2. A possível falta de estudo dos alunos, associada à dificuldade inerente a estes dois conceitos científicos conduziu a esta dificuldade nos alunos.

Na tarefa seguinte, surgem dificuldades na compreensão do conceito de trabalho, como se pode verificar no seguinte excerto de uma gravação da aula da tarefa 3:

Não percebi bem o que é trabalho.

(Registo áudio, tarefa 3, grupo 3)

Este aluno expressa a sua dúvida após ter consultado o livro durante a pesquisa para a resolução da tarefa. A professora registou também nas suas notas de campo as dificuldades sentidas pelos alunos, relativamente a conceitos científicos:

os alunos têm dificuldades em compreender os conceitos de trabalho, energia interna e o que mede a temperatura.

(Notas de campo, tarefa 3)

Estas dificuldades podem dever-se ao facto dos alunos estarem habituados ao conceito de trabalho da linguagem do senso comum e não na linguagem científica. Por isso, muitas vezes os alunos associam erroneamente trabalho a esforço físico. Também em relação à temperatura, os alunos conhecem esta grandeza do seu dia a dia, sabendo até como se mede, mas desconhecendo microscopicamente o que se passa. Daí terem também dificuldades na compreensão do conceito de energia interna. Os alunos não visualizam microscopicamente os fenómenos. Outra dificuldade que surgiu em grande parte dos alunos foi em distinguir transferência e transformação de energia. De seguida, apresentam-se dois excertos de gravações de aula de dois diferentes grupos que o comprovam:

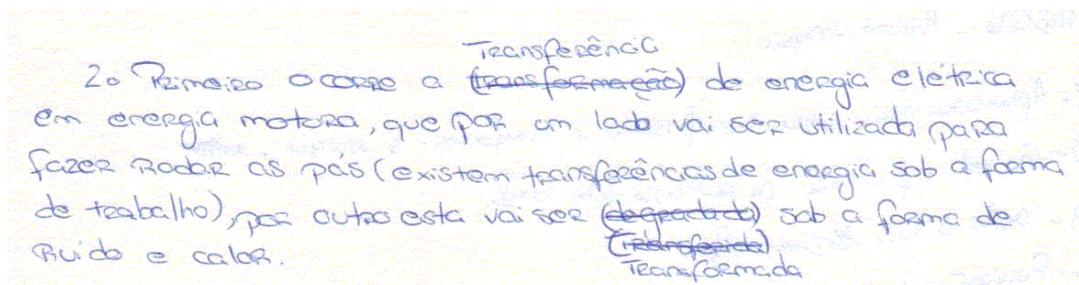
Transferências ou transformações é o mesmo?

(Registo áudio, tarefa 3, grupo 1)

Qual a diferença entre transformação e transferência?

(Registo áudio, tarefa 3, grupo 2)

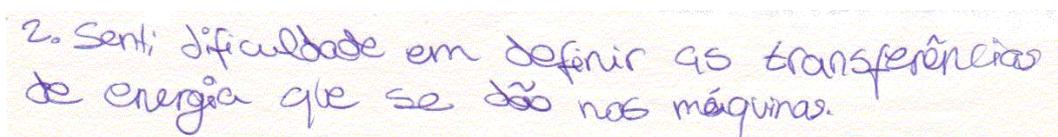
Esta dificuldade pode ser também observada em documentos escritos dos alunos, como o que se apresenta de seguida:



2. Primeiro ocorre a ^{Transferência} ~~(transformação)~~ de energia elétrica em energia motora, que por um lado vai ser utilizada para fazer rodar as pás (existem transferências de energia sob a forma de trabalho), por outro esta vai ser ~~(degradada)~~ ^(transformada) sob a forma de ruído e calor.

(Documento escrito, tarefa 5, grupo 6)

Os alunos escrevem e riscam, provando-se assim que estão confusos relativamente ao conceito que não sabem utilizar. Como forma de ultrapassar esta dificuldade, utilizam a tentativa e erro. Ainda relativamente à aula da tarefa 5, um aluno pertencente ao grupo que escreveu o excerto anterior escreve o seguinte:



2. Senti dificuldade em definir as transferências de energia que se dão nas máquinas.

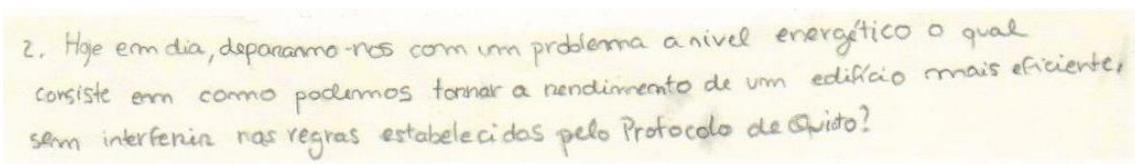
(Documento escrito, tarefa 5)

Aqui neste excerto, quando o aluno escreve transferências de energia pode ter a intenção de se referir a transformações de energia, uma vez que lhes era pedido para referirem todas as transformações de energia que ocorriam na batadeira elétrica. Portanto, este excerto demonstra não só a afirmação da dificuldade sentida pelo próprio aluno, como também demonstra que o mesmo não distingue estes dois conceitos. Este facto pode estar relacionado com a dificuldade em compreender que a quantidade total de energia no Universo é constante, e que apenas é transformada noutras formas de energia.

Formular questões

Outra dificuldade sentida pelos alunos que os dados recolhidos permitiram conhecer foi a formulação de questões. Muitas vezes, os alunos deparam-se com a

dificuldade em formular uma questão pertinente. No início da tarefa 1, foi pedido aos alunos que enunciassem o problema que emergia do texto fornecido. Com isso pretendia-se que os alunos formulassem uma questão que fosse posteriormente respondida através de pesquisa. Aqui pretendia-se que os alunos formulassem questões acerca da melhor forma de economizar energia nos edifícios, ou como construir edifícios de forma a diminuir os custos energéticos. Alguns alunos não conseguiram formular uma questão pertinente. Como exemplo, apresenta-se o seguinte excerto:



2. Hoje em dia, deparamo-nos com um problema a nível energético o qual consiste em como podemos tornar o rendimento de um edifício mais eficiente, sem interferir nas regras estabelecidas pelo Protocolo de Quito?

(Documento escrito, tarefa 1, grupo 7)

Esta questão não faz muito sentido, uma vez que os alunos questionam como aumentar o rendimento de um edifício sem interferir com as regras estabelecidas pelo Protocolo de Quito, quando este Protocolo tenta promover também a diminuição do consumo energético. Nessa mesma tarefa, outro grupo tem também dificuldades em formular uma questão, como se pode verificar no seguinte excerto de gravação da aula:

Qual é que é o problema?

(Registo áudio, tarefa 1, grupo 1)

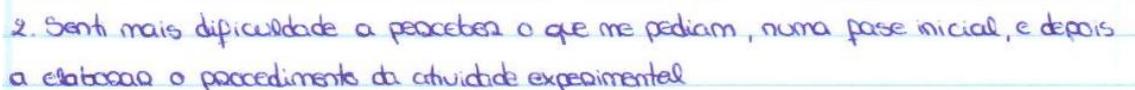
Esta dificuldade persiste, verificando-se noutras tarefas. Segue-se agora outro excerto de uma gravação de uma aula que evidencia novamente a dificuldade dos alunos em formular uma questão:

A questão é que nós não sabemos qual a questão.

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 4)

Os alunos estão habituados a realizar tarefas nas quais são fornecidas questões diretas, onde cabe ao aluno apenas responder. Deste modo, os alunos não desenvolveram a competência de formular questões, pois nas tarefas que habitualmente realizam, tal nunca lhes foi pedido. Devido à natureza das tarefas de investigação, que requerem uma maior autonomia da parte dos alunos, em virtude das suas questões

abertas, muitas vezes estes sentem-se perdidos. O seguinte excerto demonstra isso mesmo:



2. Senti mais dificuldade a perceber o que me pediam, numa fase inicial, e depois a elaborar o procedimento da atividade experimental

(Documento escrito, tarefa 2)

Os alunos têm dificuldade em se situar no contexto que lhes é fornecido. Por isso, apresentam dificuldade em formular questões, uma vez que não compreendem adequadamente o problema que lhes foi proposto, não conseguindo relacioná-lo com os conteúdos científicos.

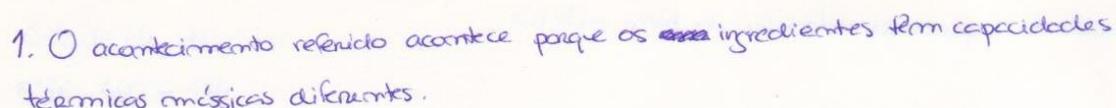
Formular hipóteses

Outra dificuldade encontrada a partir desta análise foi a formulação de hipóteses. Tal como já foi referido acima, os alunos por vezes sentem-se confusos com estas tarefas. Não compreendem o contexto do problema, como se pode verificar no seguinte excerto de uma entrevista em grupo focado:

A7- Uma das dificuldades que eu tive foi situar-nos no contexto, por exemplo, tínhamos um problema, e às vezes eu estava um pouco perdido porque não sabia bem onde é que no livro estava a matéria relacionada com a tarefa.

(Entrevista, grupo 2)

Pode então observar-se que os alunos têm dificuldade na compreensão dos contextos apresentados e em relacionar o problema proposto com os conteúdos a aprender. Consequentemente, têm dificuldade em formular hipóteses sem o auxílio do manual. Além disso, os alunos apresentam também dificuldade na redação das hipóteses. Nas tarefas 2 e 4 foi pedido aos alunos para preverem uma resposta para a situação colocada. Algumas das respostas apresentam-se de seguida:



1. O acontecimento referido acontece porque os ~~os~~ ingredientes têm capacidades térmicas místicas diferentes.

(Documento escrito, tarefa 2, grupo 5)

2- Para diminuir a temperatura da água da banheira, é mais eficaz deitar gelo: ~~porque~~ visto ~~que~~ este está no estado sólido, possui ligações intramoleculares difíceis de serem quebradas, logo, é necessária uma maior quantidade de energia para que ocorra mudança do estado físico. Conseguiamos concluir que se colocarmos água no estado sólido na banheira, esta diminui mais eficazmente a temperatura da água quente do que se colocarmos água líquida.

(Documento escrito, tarefa 4, grupo 6)

Como se pode verificar, apesar das hipóteses formuladas pelos alunos estarem corretas em termos científicos, a sua redação está mal construída. No primeiro exemplo, os alunos escrevem que “o acontecimento referido acontece” tornando a redação um pouco redundante. No segundo exemplo, os alunos acrescentam que podem concluir a sua hipótese, mesmo antes da realização da atividade laboratorial. Esta dificuldade pode dever-se possivelmente a uma conceção errada que os alunos tenham de hipótese.

Planear atividades

A partir dos dados analisados, pode-se verificar a dificuldade manifestada pelos alunos em planear atividades. O seguinte excerto evidencia essa mesma dificuldade:

Procedimento:

→ montar um circuito elétrico com a resistência de aquecimento, a fonte de alimentação e o interruptor e intercalá-lo

(Documento escrito, tarefa 2, grupo 4)

Os alunos copiam o procedimento do manual, da APL 1.3 pois escrevem-no tal como consta neste. Só depois se apercebem que nesta atividade o material que lhes foi disponibilizado não possui interruptor e riscam. Além disso, no procedimento do manual estava escrito para intercalar o amperímetro e o voltímetro. Era exatamente isso que os alunos estavam a começar a escrever. No entanto, a fonte de alimentação que foi disponibilizada aos alunos permitia a leitura da intensidade de corrente e da diferença de potencial, dispensando o uso de amperímetro e voltímetro. Os alunos não realizaram ainda as aprendizagens necessárias para conseguirem escrever um procedimento por eles próprios. Por isso, como têm dificuldade ao planear a atividade laboratorial, resolvem copiar o procedimento que está no manual. O seguinte excerto demonstra também a dificuldade dos alunos ao planear atividades:

- 5° - Medir a Massa da água a 0°C
6° - Medir a temperatura da água ambiente e da água a 0°C
7° - ~~Comparar os resultados obtidos.~~ Comparar os resultados obtidos.

(Documento escrito, tarefa 4, grupo 5)

Neste excerto, os alunos não registaram no procedimento que misturam a água à temperatura ambiente com a água à temperatura de 0° C. Referem apenas que medem a temperatura e a massa de cada uma. Deveriam ter escrito que medem a temperatura e a massa da água à temperatura ambiente, e depois que medem a temperatura e massa da água a 0° C. No final, esperava-se que escrevessem que adicionam essa massa de água a 0° C à massa de água à temperatura ambiente. Em vez disso, os alunos terminam o procedimento escrevendo que comparam os resultados obtidos, ocultando um passo importante e crucial, que é a mistura das duas massas de água. Também durante o planeamento dessa atividade, há alunos que pensam ser necessário aumentarem de temperatura a água a utilizar:

Tens de aquecer a água.

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 2)

No contexto da tarefa 4 é referida a necessidade de diminuir a temperatura de uma água de um banho que está demasiado elevada. Nesse sentido, os alunos pensam ser necessário aumentar de temperatura a água a utilizar na atividade. Os alunos supõem ter de reproduzir rigorosamente o contexto fornecido para comprovar as suas hipóteses. Por isso dizem que têm de “aquecer” a água. Tal demonstra a dificuldade dos alunos em planear uma atividade, pois não compreendem que podem utilizar uma água à temperatura ambiente para comparar a eficácia dos dois processos (adição de gelo a 0° C ou adição de água a 0° C). Além desta dificuldade, está presente também a dificuldade em utilizar a linguagem científica, pois o aluno diz “aquecer” em vez de dizer “aumentar de temperatura”.

A dificuldade em planear atividades pode dever-se ao facto de habitualmente ser fornecido aos alunos o procedimento para realizar uma atividade laboratorial. Os alunos seguem os passos dos procedimentos do manual, muitas vezes sem refletir sobre eles.

Conseqüentemente, não desenvolveram a autonomia necessária para planejarem eles próprios uma atividade.

Competências do tipo processual

Para esta categoria foram identificadas três subcategorias: pesquisar informação, selecionar informação e selecionar material de laboratório. Apresenta-se de seguida, a análise de cada uma delas.

Pesquisar informação

A pesquisa de informação foi uma das dificuldades sentidas em grande parte dos alunos. Os próprios o afirmam durante as entrevistas em grupo focado e documentos escritos:

A7- Acho que foi mais na pesquisa. Acho que a maior dificuldade foi a pesquisa.

(Entrevista, grupo 1)

A10- Não sabemos o que procurar.

(Entrevista, grupo 1)

P- Que dificuldades sentiram ao realizarem as tarefas de investigação? Porquê?

A8- [...] pesquisar o que nós deveríamos de pôr nas respostas [...]

(Entrevista, grupo 4)



Foi um pouco difícil encontrar respostas durante a pesquisa

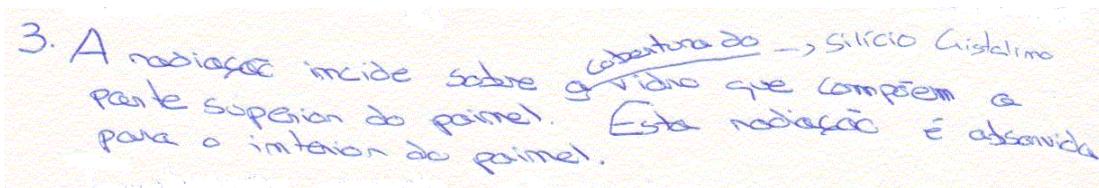
(Documento escrito, tarefa 1)

Os alunos têm dificuldade em procurar e encontrar a informação para as suas respostas. Também durante uma gravação de aula, se verifica essa dificuldade, quando um aluno refere não ser ter sido capaz de encontrar a informação:

Não consegui encontrar nada.

(Registo áudio, tarefa 3, grupo 1)

Os alunos sentem dificuldades ao pesquisar informação, provavelmente por se sentirem um pouco confusos, tal como já foi acima referido. Por vezes os alunos sentem que não sabem que informações hão-de pesquisar, porque também não compreenderam o problema que lhes foi proposto. A dificuldade na pesquisa de informação também se revela nos documentos escritos dos alunos, como se pode observar no seguinte excerto:



3. A radiação incide sobre a cobertura do silício cristalino que compõem a parte superior do painel. Esta radiação é absorvida para a interior do painel.

(Documento escrito, tarefa 6, grupo 6)

Os alunos escrevem informação desadequada, confundindo coletores solares com painéis fotovoltaicos, uma vez que afirmam que a cobertura do painel é de silício cristalino. Este facto mostra a dificuldade que os alunos têm em encontrar a informação que necessitam.

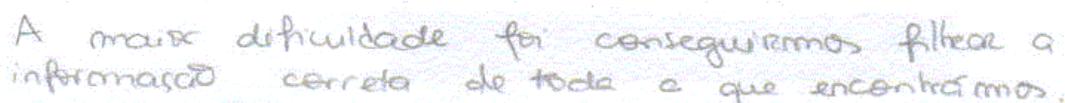
Selecionar informação

Para além da dificuldade em pesquisar informação, os alunos revelaram também ter dificuldade em selecionar a informação que pesquisaram. Tal pode verificar-se nos seguintes excertos de documentos escritos dos alunos, entrevista em grupo focado e gravação áudio:



Tive dificuldades em selecionar a informação mais correta.

(Documento escrito, tarefa 1)



A maior dificuldade foi conseguirmos filtrar a informação correta de toda a que encontramos.

(Documento escrito, tarefa 6)

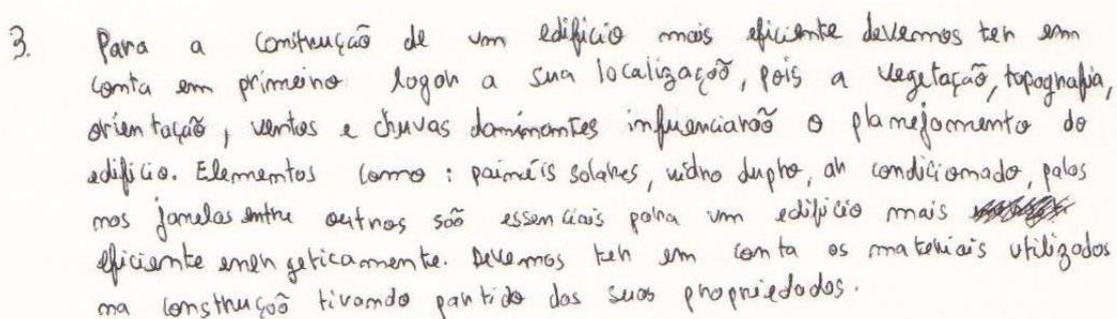
A8- Temos tantas ideias que é difícil pegar numa.

(Entrevista, grupo 4)

Não sei se isto é importante também.

(Registo áudio, tarefa 3, grupo 1)

Os alunos perante toda a informação que lhes é disponibilizada têm dificuldade em distinguir o essencial do que não é. Também lhes falta espírito crítico para verificar a veracidade da informação que pesquisam. De seguida, apresentam-se algumas respostas dos alunos onde se pode verificar a dificuldade manifestada por eles em selecionar informação:



3. Para a construção de um edifício mais eficiente devemos ter em conta em primeiro lugar a sua localização, pois a vegetação, topografia, orientação, ventos e chuvas dominantes influenciarão o planeamento do edifício. Elementos como: painéis solares, vidro duplo, ar condicionado, pelas mas janelas entre outras são essenciais para um edifício mais ~~eficiente~~ eficiente energeticamente. Devemos ter em conta os materiais utilizados na construção tirando partido das suas propriedades.

(Documento escrito, tarefa 1, grupo 2)

Na questão 3 da tarefa 1, era pedido aos alunos para fazerem uma pesquisa no manual e em alguns *sites* de modo a dar resposta ao problema que emergia do texto fornecido. Nesta questão pretendia-se que os alunos referissem a necessidade de utilizar materiais isolantes na construção de edifícios, de modo a diminuir o consumo de energia. Os alunos referem que se deve ter em conta a localização, topografia, orientação, portanto, aspetos difíceis de controlar. Só no final da questão se referem às propriedades dos materiais, no entanto, não fazem referência às propriedades isolantes dos mesmos. Apresenta-se mais um excerto da mesma aula, onde outro grupo manifesta a mesma dificuldade em selecionar informação:

4. Estratégias para aumentar a eficiência energética:
- Restringir a condução
 - Limitar as infiltrações
- Estratégias de aquecimento:
- Restringir as perdas por condução → Aplicação de materiais isolantes
 - Perdas por infiltração → Utilização de caixilharias de janelas com uma vedação eficiente, proteção dos ventos dominantes com vegetação e escolha de uma boa localização para o edifício
 - Promover os ganhos solares → Sistemas solares passivos para aquecimento
- Estratégias de arrefecimento:
- Promover a ventilação natural → Casas de inércia leve típicas de arquitetura vernacular
 - Restringir ganhos solares → Redução de envidraçados mais expostos à radiação solar

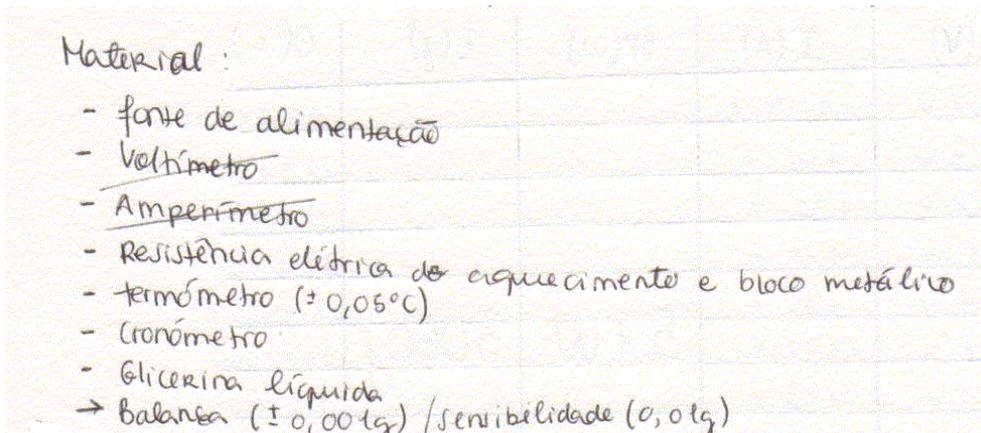
(Documento escrito, tarefa 1, grupo 6)

Na questão 4 da tarefa 1, era pedido aos alunos para indicarem os materiais mais adequados para a construção de uma casa e referir quais as grandezas físicas dos materiais de que depende a transmissão de energia por condução. Neste excerto, os alunos, em vez de se limitarem a referir estratégias para diminuir a perda de energia por condução, referem-se também a infiltrações e ganhos solares. E apesar de terem escrito uma resposta longa, não referiram a grandeza física condutividade térmica, que era pedida na questão.

Tal como se pode verificar, os alunos dispersam-se ao escrever, pois não se focam numa ideia, incluindo nas suas respostas ideias muito divergentes, que saem fora do âmbito da questão. Tal facto demonstra a dificuldade que os alunos têm em seleccionar a informação que pesquisam. No entanto, esta dificuldade é manifestada essencialmente nas primeiras tarefas, podendo afirmar-se que se vai verificando uma aprendizagem a esse nível.

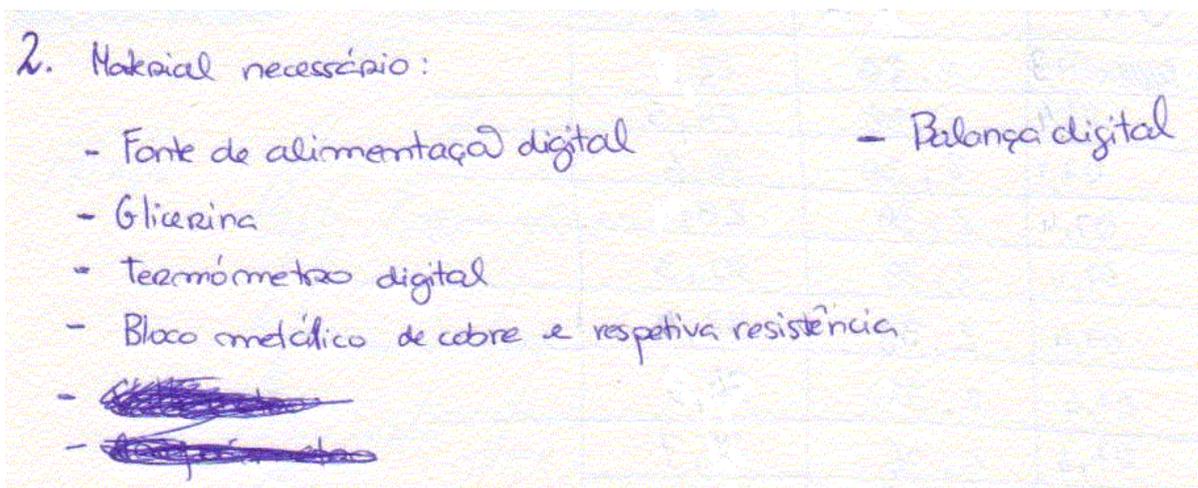
Selecionar material de laboratório

Os alunos revelam dificuldades em seleccionar material de laboratório, tal como se pode verificar no seguinte excerto:



(Documento escrito, tarefa 2, grupo 4)

Os alunos começam por copiar o material de laboratório necessário para a tarefa tal como consta no manual. Só depois verificam que a fonte de alimentação que lhes foi disponibilizada permite fazer a leitura da diferença de potencial e de intensidade de corrente. Quando percebem que não vão precisar de um voltímetro nem de um amperímetro riscam o que anteriormente escreveram. A dificuldade que têm em selecionar material de laboratório, conduziu-os a irem copiar o que está no manual. No seguinte excerto, outro grupo apresenta a mesma dificuldade, pois escreveram voltímetro e amperímetro e depois riscaram:



(Documento escrito, tarefa 2, grupo 5)

A dificuldade na seleção do material de laboratório mantém-se na aula seguinte, como se pode observar neste excerto:

A utilização do calorímetro não foi correta pois a balança não mediu a sua massa e a utilização do gelado para transporte dos líquidos trouxe muitos erros. Este erro levou a que a atividade não fosse concluída e não conseguimos obter resultados.

(Documento escrito, tarefa 4, grupo 4)

Os alunos utilizaram calorímetros demasiado grandes para as massas de água e gelo usadas, causando dificuldades na leitura das temperaturas, e obtendo com isso resultados absurdos. A balança utilizada também não tinha alcance para a massa dos calorímetros. Os alunos não foram portanto, capazes de selecionar o material mais adequado ao procedimento que iriam realizar. Um aluno desse grupo reconhece essa dificuldade afirmando durante a entrevista em grupo focado:

A8- [...] a dificuldade foi maior nessa [Tarefa 4], porque nós usámos os calorímetros e depois o que aconteceu foi que a balança não dava para aquilo, então tivemos que começar a tarefa toda de novo e perdemos grande parte da aula, por causa disso [...]

(Entrevista, grupo 2)

De seguida, apresenta-se mais um excerto, também da tarefa 4, onde os alunos escrevem placa de aquecimento e depois riscam:

Materiais: - Termómetro
~~- Placa de aquecimento~~ Papel absorvente
- Balança
- Matelo
- Gelo
- Água a temperatura ambiente
~~-~~ - Água a 0°C

(Documento escrito, tarefa 4, grupo 5)

Os alunos pensam ter de utilizar uma placa de aquecimento, pois pensam ter de aumentar a temperatura da água que vão usar. Também nesta subunidade, onde se estuda a termodinâmica, os alunos utilizam material ao qual não estão habituados, como material eléctrico ou calorímetros. Para além disso, os alunos estão também habituados a

que lhes seja fornecida a lista de material necessário à atividade. Uma vez mais se verifica a falta de autonomia da parte dos alunos.

Competências do tipo social e atitudinal

Para esta categoria foram identificadas três subcategorias: trabalhar em grupo, gerir o tempo e comunicar resultados. Irão ser analisadas de seguida cada uma destas três subcategorias.

Trabalhar em grupo

A análise dos dados recolhidos permitiu constatar que os alunos têm dificuldade a trabalhar em grupo. Durante as entrevistas em grupo focado, os alunos referiram ter dificuldade em chegar a um consenso quando trabalham em grupo:

A2- Então, para mim a parte mais difícil foi termos de chegar a um consenso entre o grupo, e não termos bem a certeza se o que estávamos a pensar estava certo ou errado.

(Entrevista, grupo 3)

A7- [...] o mais difícil em grupo, como somos vários é conseguir fazer uma síntese correta daquilo que estamos a observar, ou seja, da informação que conseguimos retirar [...] em grupo com diferentes opiniões fazer a síntese na minha opinião é o mais difícil.

(Entrevista, grupo 4)

Nas tarefas de trabalho em grupo, como é o caso das tarefas de investigação, há necessidade de existir colaboração entre todos os elementos do grupo. Quando tal não acontece, o trabalho fica comprometido. Alguns grupos, nas primeiras tarefas, sentiram dificuldade a trabalhar em grupo. O que mais frequentemente acontecia era que cada elemento partilhava de uma ideia diferente e o grupo não chegava a um acordo. Outras vezes, em vez de existir discussão entre o grupo, cada aluno chamava a professora para tirar dúvidas, tal como se pode verificar através das notas de campo da professora:

há grupos que não discutem as ideias e chamam a professora para um diálogo com ela em vez de o fazerem em grupo.

(Notas de campo, tarefa 3)

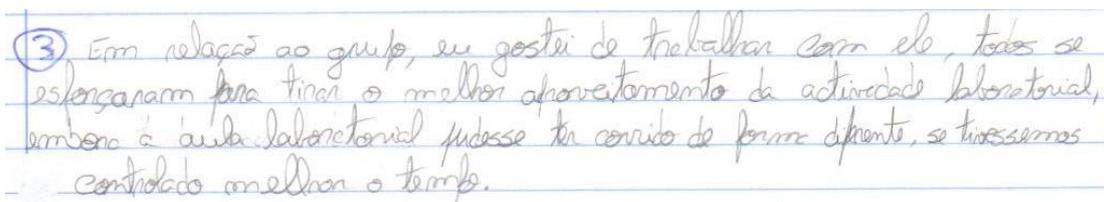
Verificou-se que ao longo das tarefas, esta dificuldade foi diminuindo. Os elementos começaram a partilhar e discutir as suas ideias, até chegarem a um acordo. Essencialmente, foi a discussão e partilha de ideias entre o grupo, assim como a ajuda, que permitiram ultrapassar esta dificuldade.

Gerir o tempo

A gestão do tempo foi outra dificuldade que a análise de dados permitiu encontrar, ao nível das competências de tipo social e atitudinal. Os alunos reconhecem que realizaram uma má gestão do tempo durante a realização das tarefas. Tal pode ser observado nos seguintes excertos de entrevista em grupo focado e documento escrito:

A7- Eu acho que no meu grupo [...] uma das maiores dificuldades [...] foi conseguirmos gerir como deve ser o tempo.

(Entrevista, grupo 4)



3 Em relação ao grupo, eu gostei de trabalhar com ele, todos se esforçaram para tirar o melhor aproveitamento da actividade laboratorial, embora a aula laboratorial pudesse ter corrido de forma diferente, se tivéssemos controlado melhor o tempo.

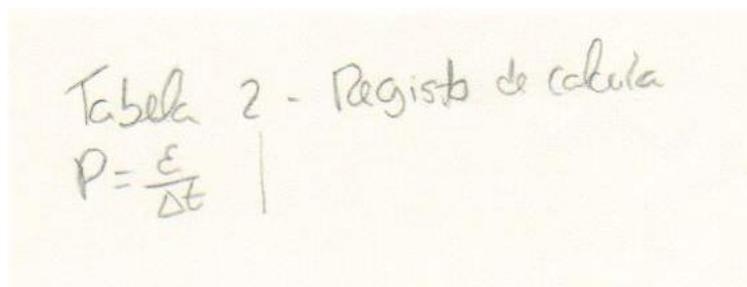
(Documento escrito, tarefa 4)

A professora, nas suas notas de campo, também verifica esta dificuldade, essencialmente nas primeiras tarefas:

os alunos perdem muito tempo nas pesquisas, por vezes dispersam-se e na apresentação só um grupo apresentou em *Powerpoint*. Os outros grupos acrescentaram algumas informações.

(Notas de campo, tarefa 1)

Neste excerto de documento escrito pode observar-se que os alunos deixaram por preencher a tabela de registo de cálculos, uma vez que não tiveram tempo de os realizar:

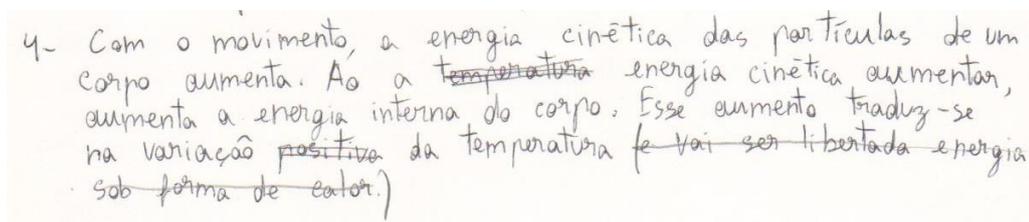


(Documento escrito, tarefa 2, grupo 2)

Os alunos não estão familiarizados com este tipo de tarefa, na qual têm um papel ativo, mais autónomo, sendo eles próprios a planificarem as atividades que vão realizar, a colocarem questões e a fazerem pesquisa para resolver problemas. Tal facto condiciona a gestão do tempo de realização da tarefa. Com o decorrer das mesmas, esta dificuldade vai diminuindo, pois os alunos vão-se adaptando a este tipo de trabalho. Ao longo das tarefas, vão aprendendo a gerir o tempo adequadamente, cumprindo assim os prazos estabelecidos para a sua realização.

Comunicar resultados

Outra dificuldade verificada no âmbito das competências do tipo social e atitudinal foi ao comunicar resultados. A dificuldade em comunicar resultados manifesta-se ao nível do registo escrito de ideias e conclusões. No excerto que a seguir se apresenta, verifica-se que os alunos escrevem, depois riscam, deixando a sua resposta confusa, demonstrando dificuldade em expressar as suas ideias na escrita:



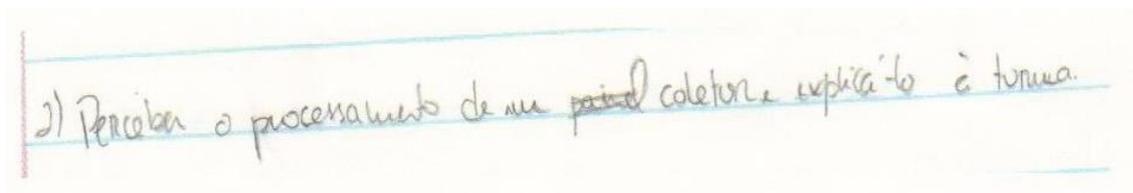
(Documento escrito, tarefa 3, grupo 4)

Também durante uma gravação áudio de uma aula, um aluno expressa essa mesma dificuldade:

Eu não sei o que hei-de escrever professora.

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 4)

Os alunos não estão habituados a registar o que pensam, possivelmente por ignávia. Deste modo, quando têm de o fazer, escrevem de uma forma confusa, não conseguindo organizar adequadamente o seu raciocínio. Esta dificuldade em comunicar resultados não se limita ao registo escrito. Também na comunicação oral de resultados essa dificuldade é sentida pelos alunos, como se pode observar no seguinte documento escrito:



(Documento escrito, tarefa 6)

O aluno afirma ter dificuldade em explicar à turma o processamento de um coletor solar, verificando-se uma vez mais a dificuldade em comunicar resultados.

Aprendizagens que os alunos realizam com as tarefas de investigação e estratégias utilizadas

No decurso da aplicação das tarefas de investigação, verificaram-se algumas aprendizagens realizadas pelos alunos. Nesta secção vão ser analisadas as aprendizagens que os alunos realizaram com estas tarefas, assim como as estratégias que utilizaram para as concretizar. Esta abordagem corresponde à segunda questão orientadora deste trabalho. A análise dos dados permitiu definir quatro categorias de análise para esta questão. As categorias são: competências do tipo conceptual, competências do tipo processual, competências do tipo social e atitudinal, e estratégias. Vai então seguir-se a análise dos resultados para cada uma das categorias acima mencionadas.

Competências do tipo conceptual

Para esta categoria, os dados analisados permitiram identificar três subcategorias: conceitos científicos, planear atividades e conhecimentos úteis no quotidiano. Segue-se agora a apresentação da análise de cada uma destas subcategorias.

Conceitos científicos

Através da análise dos dados recolhidos, pode-se verificar que os alunos consideraram que aprenderam conhecimentos científicos com as tarefas de investigação. Tal pode confirmar-se a partir dos seguintes excertos de entrevistas em grupo focado:

P- O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como?

A8- Então, eu acho que nós aprendemos os objetivos de cada parte da matéria que era preciso.

(Entrevista, grupo 2)

P- O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como?

A2- Sim, aprendemos a matéria que estava implícita no trabalho.

(Entrevista, grupo 3)

P- O que aprenderam com as tarefas que considerem importante para a Física e Química?

A7- Condutividade térmica, leis da termodinâmica.

A5- A condução, convecção.

A7- Condução, transferências.

A5- Transformações...

(Entrevista, grupo 2)

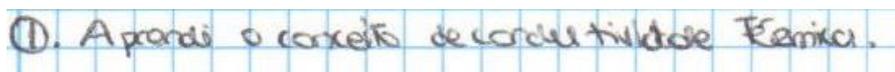
Os alunos ao referirem que “aprendemos os objetivos de cada parte da matéria” e “aprendemos a matéria que estava implícita no trabalho” querem dizer que aprenderam os conteúdos científicos inerentes a cada tarefa. Os alunos referem alguns dos conteúdos que consideram ter aprendido com as tarefas, como a condutividade térmica, condução, convecção, transferências e transformações de energia. Também em entrevista um aluno refere ter aprendido os conteúdos referentes à tarefa 4, relacionando o gosto com a aprendizagem:

A2- Nós aprendemos, gostei dessa matéria [Tarefa 4].

(Entrevista, grupo 3)

Portanto, os alunos sentem que aprenderam conhecimentos científicos, apesar de ter sido por uma estratégia de ensino diferente do qual estão habituados. Pode-se então afirmar que o ensino por tarefas de investigação não descarta de forma alguma a aprendizagem dos conhecimentos científicos referidos no Programa de Física e Química do 10.º ano de escolaridade. Também em termos de clarificação de conceitos

científicos, se revelaram aprendizagens como se pode constatar a partir do seguinte documento escrito e excerto de entrevista:



1. Aprendi o conceito de condutividade Térmica.

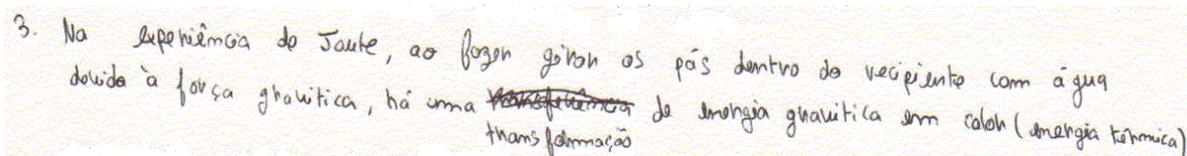
(Documento escrito, tarefa1)

P- O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como?

A7- O conhecimento que clarifiquei melhor foi relativamente às transferências de energia. Eu muitas vezes no início ou até a meio dizia que, por exemplo, transferência e até no “Vai mais além” escrevi transferência de energia por convecção, e depois percebi que a transferência é sob a forma de calor, o mecanismo é que é de convecção ou condução, pronto.

(Entrevista, grupo 4)

No primeiro excerto, o aluno afirma ter aprendido o conceito de condutividade térmica. No segundo excerto, o aluno afirma que clarificou os conceitos de transferência e mecanismo de transferência de energia. Depois ainda dá exemplos de cada uma. Outra clarificação que se observou foi a distinção entre os conceitos de transformação e transferência de energia, que anteriormente constituiu uma dificuldade para os alunos:



3. Na experiência do Jante, ao fazer girar os pás dentro do recipiente com água devido à força gravítica, há uma ~~transferência~~ transformação de energia gravítica em calor (energia térmica)

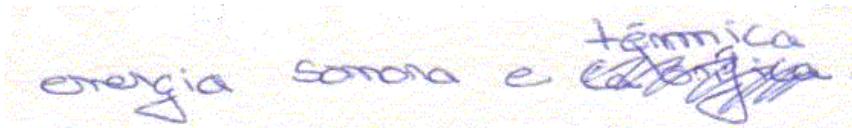
(Documento escrito, tarefa 3, grupo 2)

Neste excerto, pode-se observar que os alunos queriam referir-se à transformação de energia potencial gravítica em energia térmica, e em vez de utilizarem o termo “transformação”, utilizaram “transferência”. Depois aperceberam-se do seu erro, riscaram e escreveram por baixo “transformação”. Pode então afirmar-se que se verificou uma aprendizagem destes conceitos. Apresenta-se agora outro excerto, também da tarefa 3, onde se pode verificar novamente uma aprendizagem de conceitos e conteúdos científicos:

4. Hoje em dia, compreendemos que não existe a conversão de trabalho em calor como explicou Joule pois, nós sabemos que não existe propriamente uma conversão pois um corpo não tem trabalho nem calor mas sim transfere energia sob a forma calor e trabalho para outro corpo. Percebemos ainda que o trabalho não se converte em calor mas sim, origina calor pois a energia interna da água aumenta.

(Documento escrito, tarefa 3, grupo 7)

No presente excerto, podem-se observar diversas aprendizagens realizadas pelos alunos: não ocorre conversão de trabalho em calor, como antes se pensava, um corpo não contém trabalho nem calor, mas sim transfere-os para outros corpos. Posteriormente, na tarefa 5, os alunos voltam a demonstrar ter aprendido os conceitos e a linguagem científica. O excerto que de seguida se apresenta é exemplificativo dessa aprendizagem:



energia sonora e ~~calorífica~~ térmica.

(Documento escrito, tarefa 5, grupo 4)

Nesta resposta, os alunos escrevem as várias formas de energia que a batedeira elétrica converte. Os alunos querem referir-se à “energia térmica” e escrevem de início, “energia calorífica”. Mais tarde riscam, e corrigem para “energia térmica”. Os alunos parecem ter aprendido a utilizar corretamente a linguagem científica. De seguida, apresenta-se um excerto de entrevista onde demonstra essa aprendizagem:

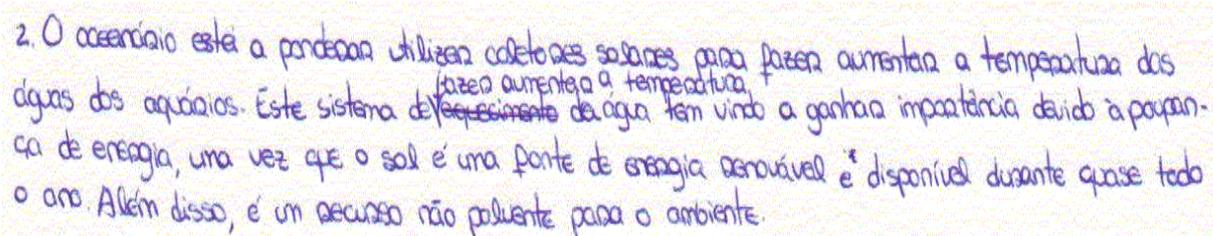
P- Consideram importante para o dia a dia o que aprenderam com as tarefas? Porquê?

A7- [...] nos termos normais é “aquece”, o “quente”, o “frio”, e nós agora dizemos aumento de temperatura, diminuição de temperatura, pronto, já é uma linguagem diferente [...].

(Entrevista, grupo 4)

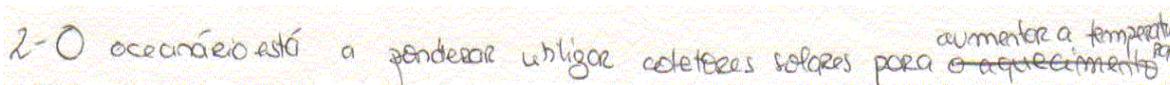
O aluno afirma ter aprendido que em linguagem científica se devem utilizar os termos “aumentar de temperatura” e “diminuir de temperatura”, em vez dos termos “aquecer” e “arrefecer”, usados na linguagem corrente. Também nos seguintes

documentos escritos se apresenta uma notícia reescrita pelos alunos, para linguagem científica:



2. O oceanário está a ponderar utilizar coletores solares para fazer aumentar a temperatura das águas dos aquários. Este sistema de aquecimento da água tem vindo a ganhar importância devido à poupança de energia, uma vez que o sol é uma fonte de energia renovável e disponível durante quase todo o ano. Além disso, é um recurso não poluente para o ambiente.

(Documento escrito, tarefa 6, grupo 5)



2- O oceanário está a ponderar utilizar coletores solares para o aquecimento

(Documento escrito, tarefa 6, grupo 4)

Pode verificar-se que os alunos utilizaram a linguagem científica para reescreverem a notícia. Aparece “aquecimento” riscado e escrito por cima “aumentar a temperatura”. Observa-se uma vez mais a aprendizagem da linguagem científica pelos alunos. Também a professora, nas suas notas de campo, faz essa mesma observação:

perante a apresentação da notícia aos alunos, estes não parecem ter dificuldades na distinção entre linguagem do senso comum e linguagem científica. Não têm dificuldades em reescrevê-la em linguagem científica.

(Notas de campo, tarefa 6)

Também durante o registo áudio da aula da tarefa 6, se pode observar essa aprendizagem:

O tubo está quente e a água aquece, aumenta de temperatura.

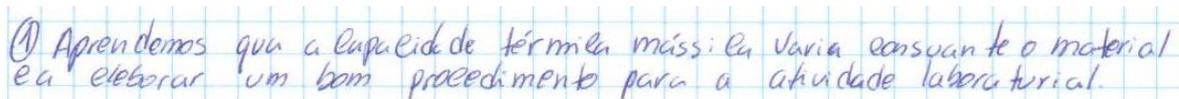
(Registo áudio, tarefa 6, grupo 5)

O aluno diz que “a água aquece”, depois apercebe-se que não é esse o termo científico e corrige imediatamente, dizendo “aumenta de temperatura”. Portanto, até na oralidade, os alunos fazem um esforço para utilizar a linguagem científica. Como se

pode verificar a partir da análise anterior, as tarefas de investigação serviram também para promover a aprendizagem e utilização da linguagem científica.

Planear atividades

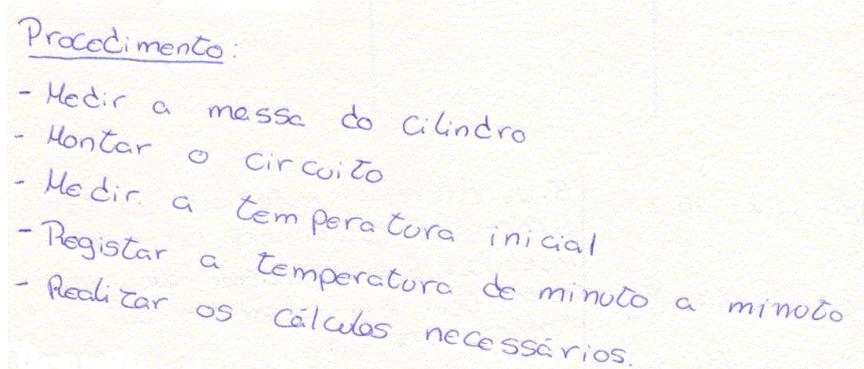
Através da análise dos dados recolhidos, pode-se constatar que os alunos aprenderam a planear atividades. Esta dificuldade, anteriormente sentida pelos alunos, parece ter sido ultrapassada, pelo menos por grande parte deles. Tal pode observar-se a partir do seguinte excerto:



① Aprendemos que a capacidade térmica mássica varia consoante o material e a elaborar um bom procedimento para a atividade laboratorial.

(Documento escrito, tarefa 2)

Neste excerto, o aluno afirma ter aprendido a elaborar um bom procedimento para a atividade laboratorial que realizou. Também no seguinte excerto se pode observar essa aprendizagem:



Procedimento:
- Medir a massa do cilindro
- Montar o circuito
- Medir a temperatura inicial
- Registrar a temperatura de minuto a minuto
- Realizar os cálculos necessários.

(Documento escrito, tarefa 2, grupo 1)

Neste excerto, os alunos escrevem no procedimento todos os passos que vão realizar. Apesar de curtos e resumidos, todos os passos do procedimento estão presentes e na ordem adequada. Os alunos acrescentam ainda que realizam no final todos os cálculos necessários, de forma a encontrarem a resposta ao objetivo do trabalho. Também no excerto que de seguida se apresenta, os alunos revelam ter aprendido a planear uma atividade experimental:

Procedimento:

- No 1.º ensaio (com água a 0°C), mistura-se a água à temperatura ambiente com a água a 0°C , num gabele, e observa-se qual é a temperatura mínima atingida pela mistura - temperatura final 1.
- No 2.º ensaio (com cubos de gelo), mistura-se a água à temperatura ambiente com cubos de gelo e observa-se qual é a temperatura mínima atingida pela mistura - temperatura final 2.
- Comparar as temperaturas finais atingidas nos dois processos
 - qual o menor foi a temperatura final atingida mais eficaz será o processo.

(Documento escrito, tarefa 4, grupo 2)

Os alunos têm o cuidado de referir que as temperaturas finais atingidas pelas duas misturas correspondem à temperatura mais baixa que atingem. Os alunos compreendem também que, a eficácia dos processos se traduz na mínima temperatura atingida por cada mistura. Também através das gravações áudio da mesma aula se pode afirmar que os alunos aprenderam a planear atividades. Segue-se um excerto que o demonstra:

Adicionas o gelo e a mesma quantidade de água a 0°C . É mais fácil adicionar depois a mesma quantidade de água a 0°C , igual à do gelo.

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 4)

Neste registo áudio verifica-se que os alunos compreendem que é mais fácil realizarem primeiro o procedimento com o gelo a 0°C . Com isso, pode-se afirmar que os alunos compreendem ser mais fácil medir uma determinada massa de água a 0°C do que igual massa de gelo. Os alunos revelam então já alguma facilidade em planear atividades. Noutro registo áudio, também da mesma aula, pode observar-se:

Temos de ver como baixa a temperatura ao longo do tempo.

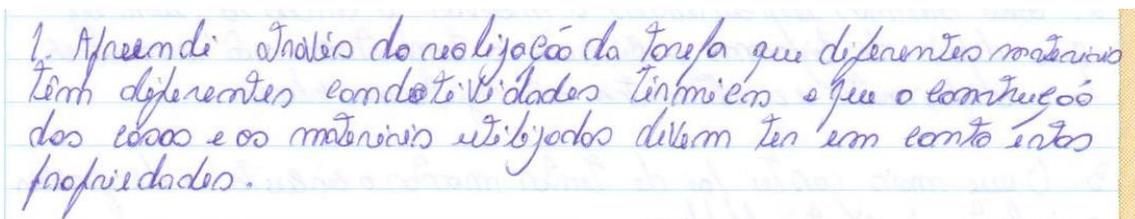
(Registo áudio, tarefa 4, grupo 3)

Os alunos compreendem que devem ir verificando ao longo do processo a diminuição da temperatura das misturas, revelando terem entendido que vai ocorrer uma diminuição de temperatura após a mistura, e que essa diminuição é importante para a conclusão do trabalho.

Observa-se então uma aprendizagem ao nível do planeamento de atividades. No início, os alunos revelaram dificuldades ao planearem atividades. Ao longo do desenvolvimento das tarefas de investigação, vai-se verificando uma progressiva aprendizagem a esse nível. Uma possível razão para tal aprendizagem poder-se-á dever ao facto de os alunos terem um papel mais ativo e autónomo nestas tarefas, permitindo-lhes realizar uma melhor aprendizagem.

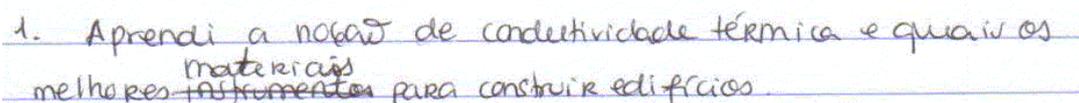
Conhecimentos úteis no quotidiano

Com a realização das tarefas de investigação, verifica-se também uma aprendizagem de conhecimentos úteis no quotidiano. Essa aprendizagem revela-se logo na tarefa 1, como se pode analisar a partir dos seguintes excertos:



1. Aprendi a analisar a realização da tarefa que diferentes materiais têm diferentes condutividades térmicas e que a construção dos casas e os materiais utilizados devem ter em conta estas propriedades.

(Documento escrito, tarefa 1)



1. Aprendi a noção de condutividade térmica e quais os melhores ^{materiais} ~~instrumentos~~ para construir edifícios.

(Documento escrito, tarefa 1)

Nestes dois excertos, os alunos afirmam ter aprendido além do conceito de condutividade térmica, qual a sua importância para a construção de edifícios energeticamente mais eficientes. Também durante as entrevistas, os alunos revelam ter aprendido muitos conhecimentos úteis para o quotidiano. No excerto que a seguir se apresenta, o aluno revela ter aprendido a resolver problemas:

P- O que aprenderam com as tarefas que considerem importante para a Física e Química?

A1- Além do próprio conteúdo da tarefa, aprendemos a lidar com a situação. Com aquela situação, a situação-problema, aprender a resolver o problema também é importante [...] aprendemos a resolver o problema a partir do que aprendemos.

(Entrevista, grupo 3)

Neste excerto, o aluno afirma que além dos conteúdos da tarefa, aprendeu a resolver problemas e que essa aprendizagem também é importante. Esta aprendizagem foi realizada visto que a natureza das tarefas de investigação consiste no método de resolução de problemas, possibilitando esta importante aprendizagem nos alunos. Os alunos declararam também ter aprendido conhecimentos úteis para o seu dia a dia:

P- Consideram importante para o dia a dia o que aprenderam com as tarefas? Porquê?

A2- [...] eu estive a fazer gelatina e pus gelo em vez de pôr água.
(Entrevista, grupo 3)

P- O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como?

A8- Agora já sei que se quiser que seja eficaz arrefecer água, ponho gelo.
(Entrevista, grupo 4)

Através destes excertos de entrevistas, pode observar-se que os alunos aprenderam que o gelo a 0° C é mais eficaz a diminuir a temperatura do que igual quantidade de água também a 0° C. Um dos alunos refere ter utilizado gelo em vez de água ao confeccionar gelatina, o que demonstra que aprendeu e utilizou esse mesmo conhecimento na sua vida quotidiana. Segue-se outro exemplo, no seguinte excerto de entrevista:

A8- Ainda no outro dia expliquei à minha mãe, ela estava com a batedeira...
(Entrevista, grupo 4)

Neste excerto, o aluno mostra que aprendeu os conhecimentos da tarefa 5, onde se estudaram as transferências e transformações de energia numa batedeira elétrica. Também afirmam ter aprendido a utilidade dos painéis solares como se mostra no seguinte excerto:

P- O que gostaram mais nestas tarefas? Ou qual a tarefa que mais gostaram e porquê?

A8- Eu gostei de saber por causa dos coletores solares, assim quando tiver, no futuro, quando for mais velha, ter uma casa rentável.
(Entrevista, grupo 4)

Neste excerto, pode-se afirmar que o aluno aprendeu as vantagens de um coletor solar e que utilizará esses mesmos conhecimentos para poupar energia. Os alunos

consideram ainda que o que aprenderam com estas tarefas lhes permite explicar os fenómenos à sua volta:

P- Consideram importante para o dia a dia o que aprenderam com as tarefas? Porquê?

A8- Acho que sim, porque, não sei, vemos as coisas de uma maneira diferente, já sabemos o que é que está a acontecer, já dá para explicar, parecemos mais inteligentes e tal...

A7- [...] nós por exemplo, com os mais velhos em casa, o pai vai no carro e “Olha pai está ali um coletor solar, sabes o que é que aquilo é?”, pronto, explicar um bocadinho. Acho que isso também é importante.

A8- Já sabemos como explicar as coisas.

(Entrevista, grupo 4)

Os alunos sentem que já conseguem explicar muitos fenómenos do seu quotidiano a partir do que aprenderam com as tarefas. Consideram-se inclusivamente à vontade para os explicar a outras pessoas. Todas as tarefas de investigação foram iniciadas com um contexto, conhecido do quotidiano dos alunos. Esse contexto tinha como objetivo motivar os alunos para a tarefa e relacionar os conteúdos a aprender com o mesmo. Através desta análise, pode concluir-se que os alunos aprenderam não só os conteúdos científicos, como aprenderam também a utilizá-los para explicarem o que os rodeia.

Competências do tipo processual

Para esta categoria foi apenas identificada uma subcategoria: pesquisar e selecionar informação. Estas duas competências foram associadas uma vez que as aprendizagens observadas nos dados recolhidos englobam ambas as competências. Assim sendo, a análise que de seguida se apresenta vai incidir simultaneamente na pesquisa e seleção de informação.

Pesquisar e selecionar informação

Na tarefa 6, última tarefa concretizada, os alunos realizam uma pesquisa sobre os coletores solares, para posteriormente apresentarem as suas conclusões em *Powerpoint*. No seguinte excerto, os alunos escreveram o resultado das pesquisas que realizaram:

3- Um coletor solar absorve os raios solares, não os deixando sair, tornando assim um ~~feito~~ e feito de estufa no seu interior. Tem como objetivo concentrar e manter o calor para aumentar a temperatura da água que circula nos seus tubos condensadores.

É composto:

- Coberturas de vidro (que deixa passar a radiação e a radiação)
- Tubos condensadores no interior (que a absorvem) de alumínio ^{ou cobre}
- Depósito de água
- Placa Negra

Como funciona?

- A superfície ~~de vidro~~ absorve a radiação solar
- Esta é ^{transmitida} ~~transferida~~ para os tubos sob a forma de calor ~~por condução~~ ^{de condução}
- Por estes tubos passa a água ~~que~~ ^{que} ~~protege~~ ^{protege} o sistema de congelação da água, ao passar ~~pelos~~ ^{pelos} tubos a água ~~aumenta~~ ^{aumenta} a sua ~~tem~~ ^{tem} a energia sob a forma de a água ~~aumenta~~ ^{aumenta} a temperatura da água ~~faz-se~~ ^{faz-se} por condução.

(Documento escrito, tarefa 6, grupo 4)

Como se pode averiguar, os alunos registam as informações essenciais dos coletores solares, relativamente ao objetivo, constituição e funcionamento. Os alunos referem inicialmente que o objetivo de um coletor solar é fazer aumentar a temperatura da água. De seguida, referem que é constituído pela placa de vidro, os tubos condensadores e o reservatório de água. Terminam com uma breve explicação das transferências de energia que nele ocorrem. Portanto, os alunos pesquisaram e selecionaram as principais informações sobre os coletores solares.

Pode então afirmar-se que se verificou uma aprendizagem ao nível da pesquisa e seleção de informação. Também durante a entrevista em grupo focado, os alunos referem ter aprendido a selecionar informação:

P- O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como?

A8- [...] selecionar informação. Selecionar informação é importante.

(Entrevista, grupo 4)

O aluno refere ter aprendido a selecionar informação, e salienta a sua importância. Com todos estes exemplos apresentados, pode-se concluir que os alunos aprenderam a pesquisar informação com os recursos fornecidos, assim como a

selecionar a informação pretendida. Esta aprendizagem foi concretizada possivelmente devido à maior autonomia exigida nas tarefas de investigação.

Competências do tipo social e atitudinal

Para esta categoria foram identificadas duas subcategorias: trabalhar em grupo e gerir o tempo. Vão de seguida ser analisadas cada uma delas.

Trabalhar em grupo

Verificou-se que os alunos ultrapassaram a dificuldade anteriormente manifestada de trabalhar em grupo. Durante as entrevistas em grupo focado, foi possível obter informações importantes e interessantes da opinião dos alunos:

P- Consideram importante realizarem tarefas deste género mais vezes?
Porquê?

A3- Eu acho que sim porque ajuda-nos a trabalhar em grupo.
(Entrevista, grupo 3)

Neste excerto de entrevista, o aluno revela ser importante realizarem tarefas de investigação mais vezes, justificando que estas os ajudam a trabalhar em grupo. No seguinte excerto, outro aluno refere também aprender a trabalhar em grupo com estas tarefas:

A2- [...] há uma parte boa que é aprender a trabalhar em grupo [...].
(Entrevista, grupo 3)

No excerto de entrevista que se segue, novamente se pode verificar essa aprendizagem:

A7- Não só neste grupo de laboratório, mas também com o grupo da M., da C. e da B. acho que nós também tivemos uma evolução positiva, porque, eu pelo menos nunca tinha trabalhado com elas e não me dava muito com elas em sala de aula e mesmo fora da sala de aula também não, pronto, fiquei a conhecê-las um bocadinho melhor. Acho que no início, não nos estávamos a conseguir entender. A meio fomos conseguindo compreender-nos uns aos outros, é normal, e depois acabámos por conseguir fazer as coisas bem, as últimas tarefas muito mais organizadas e tudo.

(Entrevista, grupo 4)

O aluno refere no final do excerto, que ao início o seu grupo não se estava a conseguir entender. A meio começaram a conseguir compreender-se, terminando com o grupo mais coeso, e com as tarefas mais organizadas. O próprio aluno reconhece que aprender a trabalhar em grupo é essencial para realizar um trabalho de qualidade. Os alunos reconhecem também que podem aprender mais uns com os outros:

A8- [...] ouvimos as ideias dos outros, acabamos por aprender mais um bocadinho [...] aprendemos mais uns com os outros [...].

(Entrevista, grupo 2)

Os alunos consideram que ao partilharem ideias aprendem uns com os outros. Portanto, trabalhar em grupo não é só uma aprendizagem em si, proporciona também uma melhor aprendizagem de conteúdos. Apresenta-se de seguida, outro excerto de entrevista em grupo focado, que revela também aprendizagens em grupo:

P- O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como?

A7- Eu acho que, como foi em grupos, [...] também nos compreendemos um bocado melhor uns aos outros, como é que cada um trabalha, ou seja, não queremos impôr só o nosso método de trabalho [...]

A8- Perceber como nos ajudar mutuamente.

(Entrevista, grupo 4)

Um aluno considera que o trabalho em grupo proporciona a compreensão dos vários elementos e dos métodos de trabalho de cada um. Outro aluno acrescenta que permite a ajuda mútua dos vários elementos do grupo. E o aluno A7 acrescenta ainda:

A7- [...] eu no meu grupo, às vezes fazia um bocadinho de porta-voz e tentava puxar por eles, se calhar às vezes até demais, não dando em algumas vezes tanto espaço aos outros colegas, mas isso se calhar foi um erro meu e aprendi com ele também, mas acho que, por exemplo, na nossa última tarefa, dos coletores solares, como eu me apercebi disso, dei-lhes um bocado mais de espaço para eles também falarem [...].

(Entrevista, grupo 4)

Este aluno reconheceu que no início dava pouco espaço aos seus colegas para falarem. No entanto, reconheceu esse erro e aprendeu com ele. Refere que na última tarefa deu mais espaço aos seus colegas. Portanto, podemos retirar deste excerto que o aluno aprendeu a trabalhar com o seu grupo. Também a professora, nas suas notas de campo, verificou que os grupos, inicialmente com dificuldades a trabalhar em grupo, as ultrapassam facilmente:

alguns grupos dividem as tarefas, discutem o trabalho, estando de início em desacordo, mas acabando por chegar a um consenso depois de discutirem.
(Notas de campo, tarefa 2)

Ao início, alguns grupos estavam em desacordo e não se conseguiam entender. Depois de discutirem em grupo, os alunos acabam por chegar a um consenso. Portanto, logo na segunda tarefa, se começam a verificar algumas aprendizagens de trabalho em grupo. Na última tarefa, essa aprendizagem estava já totalmente concretizada:

durante a etapa da pesquisa, cada grupo discutia entre si, solicitando muito poucas vezes a professora, possivelmente por estarem já mais habituados a este tipo de tarefa, tendo adquirido ao longo destas uma maior autonomia.
(Notas de campo, tarefa 6)

Durante a tarefa 6, última tarefa, a professora observa que os alunos já a solicitam muito poucas vezes. A professora conclui nas suas notas de campo, que tal se poderá dever ao facto das tarefas de investigação lhes terem proporcionado uma aprendizagem de trabalho em grupo, e uma maior autonomia.

Gerir o tempo

A gestão do tempo foi outra aprendizagem realizada pelos alunos com as tarefas de investigação, no âmbito das competências do tipo social e atitudinal. Ao longo das tarefas, a professora, nas suas notas de campo, foi registando essa aprendizagem:

todos os grupos conseguiram terminar as tarefas no tempo pretendido. Um grupo terminou todas as questões muito antes do tempo.
(Notas de campo, tarefa 3)

A partir da tarefa 3, começam a observar-se aprendizagens ao nível da gestão do tempo, por parte dos vários grupos. Na tarefa 5, já mais do que um grupo termina a tarefa antes do tempo fornecido:

alguns grupos terminaram a tarefa antes do tempo cedido.
(Notas de campo, tarefa 5)

Na tarefa 6, última tarefa, a professora faz a seguinte observação:

todos os grupos conseguiram apresentar o seu trabalho durante o tempo definido.

(Notas de campo, tarefa 6)

Também durante a apresentação oral do trabalho na última tarefa, se verifica uma boa gestão do tempo, por parte de todos os grupos. Todos eles conseguem apresentar o seu trabalho durante o tempo que lhes foi fornecido. Nas gravações áudio das aulas também se pode observar a preocupação dos alunos em cumprir os prazos estipulados para as tarefas:

Temos que nos despachar.

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 6)

Um aluno no grupo, chama a atenção dos restantes, dizendo-lhes que têm de se despachar, mostrando que está preocupado com a gestão do tempo.

Estratégias

De forma a concretizarem todas as aprendizagens acima mencionadas, os alunos adotaram várias estratégias. Para esta categoria foram definidas três subcategorias: solicitar ajuda da professora, trabalhar em grupo e tentativa e erro. De seguida vão ser apresentados e analisados alguns exemplos de cada uma destas subcategorias.

Solicitar ajuda da professora

Solicitar a ajuda da professora foi uma forma que os alunos encontraram para ultrapassar as dificuldades que foram surgindo. Durante as entrevistas, os alunos referem a solicitação de ajuda da professora uma estratégia que utilizaram para ultrapassarem as dificuldades, e desta forma, concretizarem a aprendizagem:

P- Que estratégias utilizaram para ultrapassar essas dificuldades?

A3- Chamar a professora.

(Entrevista, grupo 1)

P- Que estratégias utilizaram para ultrapassar essas dificuldades?

A2- Pedir ajuda.

(Entrevista, grupo 3)

Nestes dois excertos de entrevista em grupo focado, os alunos referem chamar a professora ou pedir a ajuda da professora para ultrapassar as dificuldades que vão surgindo. Também se pode verificar, em registos áudio, essa solicitação:

Professora, pode chegar aqui por favor?

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 4)

Professora, pode vir aqui?

(Registo áudio, tarefa 4, grupo 1)

Como se pode verificar nestes dois excertos apresentados, os alunos chamam a professora, para que, com a sua ajuda, consigam ultrapassar as suas dificuldades, e assim, se realizem as aprendizagens. Esta foi uma das estratégias adotadas pelos alunos, de forma a realizarem as aprendizagens. Perante este tipo de tarefa, os alunos consideravam que não tinham ainda a autonomia suficiente para ultrapassarem todas as dificuldades sem ajuda. No entanto, após o auxílio e questionamento da professora, acabam por ultrapassar as dificuldades e aprender.

Trabalhar em grupo

Trabalhar em grupo foi outra estratégia adotada pelos alunos para realizar as aprendizagens. Tal pode verificar-se a partir do seguinte excerto de entrevista em grupo focado:

P- Sentiram que as dificuldades foram sendo ultrapassadas? Como? Porquê?
A5- O grupo também ajudava muito, cada um tem a sua ideia, cada membro discutia.

(Entrevista, grupo 1)

O aluno refere que cada elemento do grupo, ao partilhar a sua ideia com os restantes, estava a ajudar na aprendizagem. Portanto, o grupo todo ajudava-se mutuamente. Apresentam-se mais dois exemplos semelhantes:

P- Que estratégias utilizaram para ultrapassar essas dificuldades?
A2- Trabalhar em grupo.
A3- Discutir em grupo.

(Entrevista, grupo 2)

P- Que estratégias utilizaram para ultrapassar essas dificuldades?

A4- Tentamos ouvir as ideias uns dos outros e tentar chegar a um consenso.
(Entrevista, grupo 3)

No primeiro exemplo acima apresentado, os alunos também referiram utilizar o trabalho e discussão em grupo como estratégias para alcançar as aprendizagens. No segundo exemplo, o aluno refere que utilizaram como estratégia ouvirem-se uns aos outros, tentando chegar a um consenso, ou seja, trabalhar em grupo. Apresenta-se mais um excerto de entrevista em grupo focado:

A3- [...] Discutimos em grupo as ideias e então conseguimos.

(Entrevista, grupo 3)

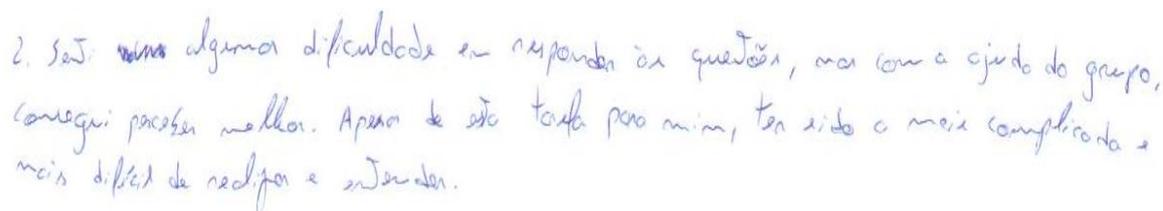
Este aluno ao dizer “e então conseguimos” quer dizer que a discussão em grupo lhes permite efetuar as aprendizagens. Uma vez mais se observa que os alunos utilizaram a estratégia de trabalhar em grupo de forma a concretizarem as aprendizagens. Apresenta-se mais um excerto exemplificativo:

P- Sentiram que as dificuldades foram sendo ultrapassadas? Como? Porquê?

A7- [...] Relativamente às dificuldades, eu acho que a entreaajuda também foi uma coisa positiva [...]

(Entrevista, grupo 4)

Este aluno refere que a entreaajuda foi um aspeto positivo, considerando desta forma que o trabalho estabelecido em grupo lhes permite mais facilmente conciliar a aprendizagem. Apresenta-se de seguida um excerto de documento escrito, que revela também a importância dada ao trabalho em grupo por parte dos alunos:



2. Sei que tinha alguma dificuldade em responder às questões, mas com a ajuda do grupo, consegui perceber melhor. Apesar de isto ter sido para mim, tem sido a mais complicada e mais difícil de realizar e entender.

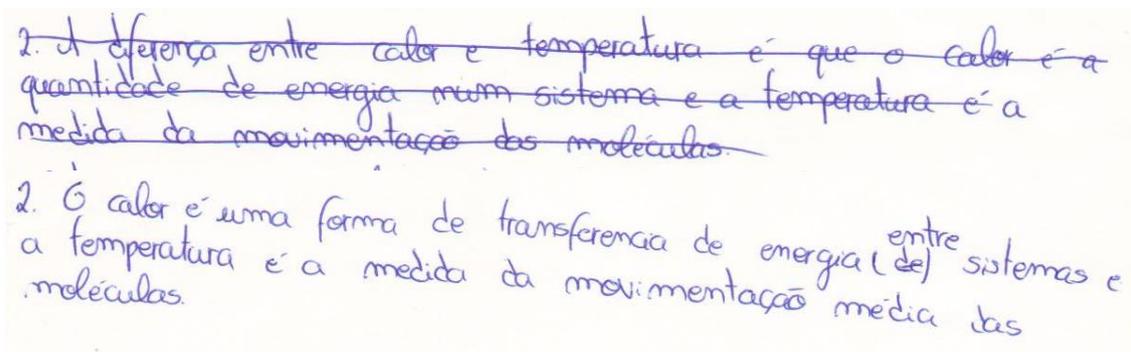
(Documento escrito, tarefa 3)

Como se pode observar neste documento escrito, o aluno considera que com a ajuda do grupo conseguiu perceber melhor, apesar das dificuldades antes sentidas. O

trabalho em grupo proporciona uma partilha de ideias, onde cada elemento comunica aquilo que pensa ao grupo, permitindo enriquecer o conhecimento de todos. A colaboração e a ajuda que se estabelece no grupo permite ultrapassar as dificuldades sentidas por todos. Prova-se assim ter sido uma estratégia eficaz para realizar aprendizagens.

Tentativa e erro

Por diversas vezes os alunos adotaram a tentativa e erro como estratégia para efetuar as aprendizagens. Nos seguintes documentos escritos pode constatar-se que os alunos escreveram e depois riscaram, voltando a escrever de novo:

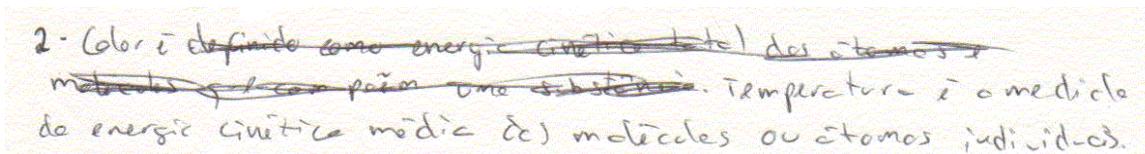


2. A diferença entre calor e temperatura é que o calor é a quantidade de energia num sistema e a temperatura é a medida da movimentação das moléculas.

2. O calor é uma forma de transferência de energia ^{entre} sistemas e a temperatura é a medida da movimentação média das moléculas.

(Documentos escritos, tarefa 3, grupo 3)

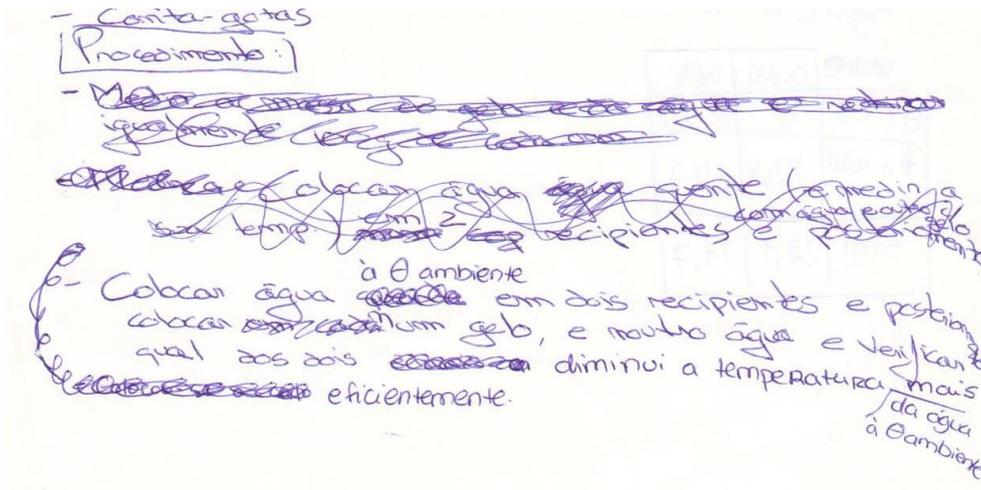
Os alunos começam por escrever a definição de calor. Depois percebem que esta está errada, riscam o que antes escreveram e reescrevem a definição de calor. No excerto que se segue, os alunos adotaram a mesma estratégia:



2. Calor é definido como ~~energia cinética total~~ das ~~átomos e~~ ~~moléculas~~ ~~que~~ ~~compõem~~ ~~uma~~ ~~substância~~. Temperatura é a medida da energia cinética média de) moléculas ou átomos individuais.

(Documento escrito, tarefa 3, grupo 4)

Os alunos escrevem a definição de calor, depois reconsideram, riscando o que antes escreveram. Os alunos pensam primeiro erradamente que o calor é a energia que está contida nas substâncias. Apresenta-se mais um excerto no qual se pode observar novamente a adoção da estratégia tentativa e erro:



(Documento escrito, tarefa 4, grupo 6)

Os alunos escrevem o procedimento, e por duas vezes riscam aquilo que escreveram. Numa das vezes os alunos escrevem que vão utilizar água “quente”, corrigindo depois para água à temperatura ambiente. Nestes excertos, os alunos escreveram a sua resposta, a qual consideraram não ser a adequada, pelo que decidiram riscar e refazer a sua resposta. Os alunos vão procurando ultrapassar as suas dificuldades e aprendendo por tentativas. Também em registos áudio das aulas se pode verificar a adoção desta estratégia pelos alunos. O seguinte excerto, recolhido na aula da tarefa 2, representa outro exemplo da tentativa e erro por parte dos alunos. Passa-se quando os alunos estão a realizar os cálculos para encontrar o valor da capacidade térmica mássica que obtiveram com a atividade experimental:

Vês, agora deu, há bocado não.

(Registo áudio, tarefa 2, grupo 4)

Com este excerto pode afirmar-se que o aluno só à segunda tentativa conseguiu obter um valor aceitável para o resultado. Portanto, os alunos sentem dificuldades, reconhecem o seu erro, e por tentativas vão procurando chegar às soluções. E com esta estratégia vão aprendendo.

Avaliação que os alunos fazem do uso das tarefas de investigação

Nesta secção vai ser analisada a avaliação que os alunos fizeram do uso das tarefas de investigação, que constitui a terceira questão orientadora deste trabalho. A análise dos dados recolhidos permitiu definir duas categorias para esta questão. As categorias são: o modo como aprendem, e o interesse e gosto. De seguida, são analisados os resultados para cada uma das categorias acima mencionadas.

Modo como aprendem

Os alunos sentiram que ao realizarem tarefas de investigação, trabalharam de uma forma diferente das aulas mais tradicionais. E, por isso, consideram importante realizarem tarefas deste género mais vezes:

P- Gostaram de realizar estas tarefas? Porquê?

A6- Permitiu-nos trabalhar de uma maneira diferente.

(Entrevista, grupo 1)

P- Consideram importante realizarem tarefas deste género mais vezes? Porquê?

A1- Eu acho importante. Às vezes é bom porque é diferente, para não ser sempre uma aula teórica.

(Entrevista, grupo 1)

Os alunos reconhecem que as tarefas de investigação proporcionam um tipo de trabalho diferente, considerando importante realizarem-nas com alguma frequência, alternando-as com as aulas mais tradicionais. Muitos alunos referiram como uma das razões pelas quais gostaram deste tipo de tarefa, o facto de esta ter sido realizada em grupo:

P- Gostaram de realizar estas tarefas? Porquê?

A8- Eu gostei, porque trabalhamos em grupo e sempre foi mais divertido do que passar uma hora e meia a ouvir uma professora a falar.

A3- É bom ter aulas dinâmicas.

A7- Acho que é bom trabalhar em grupo.

(Entrevista, grupo 2)

P- Consideram importante realizarem tarefas deste género mais vezes? Porquê?

A2- Sim, por ser em grupo e discutir em grupo.

(Entrevista, grupo 2)

Os alunos referem gostar de aulas dinâmicas, nas quais têm um papel mais ativo. Consideram que aprendem através das discussões em grupo e com a partilha de ideias. Consideram também que a entreaajuda do grupo facilita a aprendizagem. De seguida apresentam-se dois excertos de entrevista em grupo focado, nos quais se pode verificar essa avaliação dos alunos:

A3- Eu acho que é mais fácil aprendermos a realizar as tarefas como realizámos porque discutimos em grupo as ideias e então conseguimos. Se uma pessoa não está a perceber, não é só o professor que está lá para explicar uma turma inteira, são várias pessoas e tentamos todos explicar. E acho que isso é importante.

(Entrevista, grupo 3)

A8- [...] assim é mais fácil, ouvimos as ideias dos outros, acabamos por aprender mais um bocadinho. Porque se estivermos uma hora e meia a ouvir sempre a mesma coisa, às vezes acabamos por não apanhar nada, eu falo por mim. Acho que é isso. E assim é sempre mais, aprendemos mais uns com os outros. Acho que é isso.

(Entrevista, grupo 2)

No primeiro excerto, o aluno refere que é a discussão em grupo que permite a aprendizagem dos alunos. Refere ainda que além do professor, todos se podem entreaajudar. No segundo excerto, o aluno refere que aprende melhor com este tipo de aulas, justificando que aprende com as ideias dos colegas. Acrescenta também que em aulas mais expositivas, há a tendência para se distraírem. Uma vez mais aqui se pode verificar a importância do trabalho em grupo para o interesse e a aprendizagem dos alunos. Este tipo de tarefa mantém os alunos atentos e empenhados no trabalho durante toda a aula. Além disso, a partilha de ideias facilita a aprendizagem.

Os alunos também consideram importante a aprendizagem de outras competências que estas tarefas possibilitam, além da aprendizagem de conteúdos:

P- O que aprenderam com as tarefas que considerem importante para a Física e Química?

A1- Além do próprio conteúdo da tarefa, aprendemos a lidar com a situação. Com aquela situação, a situação-problema, aprender a resolver o problema também é importante.

(Entrevista, grupo 3)

A1- A diferença nestas atividades é que em vez de nos darem a informação, dão-nos um problema. E nós temos que chegar lá.

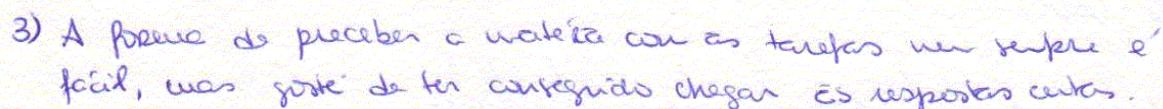
A3- E temos de funcionar com a informação que temos de procurar.

A1- Isso é melhor, aprendes mais e fazes melhor do que se fosse uma aula normal.

(Entrevista, grupo 3)

O aluno refere que além dos conteúdos inerentes da tarefa, aprende a resolver problemas. E salienta a importância de aprender a resolver problemas. Acrescenta ainda que com estas tarefas, em vez de lhe ser fornecida a informação, é fornecido um problema. E são os próprios alunos que têm de ir pesquisar a informação que necessitam para resolver o problema proposto. Os alunos referem ainda que, desta forma, aprendem melhor do que numa aula tradicional.

Os alunos reconhecem que estas tarefas podem à partida ter um grau de dificuldade maior que as aulas menos dinâmicas. No entanto, no final, reconhecem também que esta proporciona uma melhor aprendizagem. Tal pode verificar-se a partir do seguinte excerto de documento escrito e entrevista:



3) A forma de perceber a matéria com as tarefas nem sempre é fácil, mas gostei de ter conseguido chegar às respostas certas.

(Documento escrito, tarefa 5)

P- Consideram importante realizarem tarefas deste género mais vezes? Porquê?

A3- Eu acho que sim porque ajuda-nos a trabalhar em grupo.

A1- E eu acho que aprendemos melhor. Fundamentalmente, as coisas ficam melhor do que se fosse só uma aula teórica. E aprendemos mais.

A2- Sim, eu também acho que é importante nós desenvolvermos outras competências do que só propriamente adquirirmos a matéria, mas acho que também podiam ser intercaladas com aulas normais, sem ser sempre esse tipo de tarefa.

A6- Eu também acho.

A4- Eu acho que é importante, porque quando nós fazemos estas tarefas, nós temos de nos esforçar mais para compreender, temos de estar mais concentrados, e mesmo que as coisas não façam logo sentido enquanto estamos a fazer, depois quando a gente ouvir a síntese, as coisas já fazem mais sentido do que se for só ouvir o professor a falar. Se nós fizermos desta maneira, eu gosto mais assim. Depois com a síntese, percebo melhor as coisas. É isso.

(Entrevista, grupo 3)

No primeiro excerto, o aluno escreve que a forma de compreender os conteúdos com estas tarefas nem sempre é fácil, mas ainda assim gostou de chegar às respostas corretas. No excerto de entrevista, os alunos realçam de novo a importância do trabalho em grupo. Acrescentam ainda que também é importante o desenvolvimento de outras competências além dos conteúdos científicos. Afirmam que aprendem melhor do que com aulas mais teóricas. No final, o aluno A4 refere que este tipo de tarefa exige uma maior concentração e esforço. E que mesmo que não compreendam logo os conteúdos, ao longo da tarefa vão conseguindo aprender e acabam por compreender ainda melhor do que numa aula tradicional. E termina dizendo que prefere então este tipo de aulas.

Os alunos não estavam habituados a este tipo de tarefa. Reconhecem que é um tipo de trabalho diferente do qual habitualmente fazem em sala de aula. À medida que foram realizando as tarefas de investigação, os alunos foram ganhando prática neste tipo de trabalho. Apesar de reconhecerem as eventuais dificuldades que este tipo de tarefa possa trazer, tal como a maior exigência de autonomia, os alunos consideram que aprendem melhor do que nas aulas mais expositivas. Acrescentam que este tipo de tarefa possibilita um desenvolvimento de competências além da aprendizagem de conteúdos. Os alunos salientam também o gosto que tiveram de trabalhar em grupo, e a melhor aprendizagem que o grupo lhes proporcionou.

Interesse e gosto

A maioria dos alunos considerou as tarefas bastante interessantes e afirmaram ter gostado de as realizar. O interesse e o gosto pelas tarefas foram associados numa só categoria, uma vez que em diversos exemplos se verificou que os alunos tendencialmente associam o interesse ao que mais gostam, revelando alguma imaturidade para distinguir as diferenças entre o que tem interesse e o que gostam. De seguida, apresentam-se alguns exemplos de documentos escritos, nos quais os alunos revelam ter considerado estas tarefas interessantes:

3. Achei tudo, igualmente, interessante.

(Documento escrito, tarefa 1)

A tarefa foi bastante interessante.

(Documento escrito, tarefa 3)

Gostei de tudo, foi esclarecedora e interessante.

(Documento escrito, tarefa 6)

No primeiro excerto, o aluno considera todos os aspetos da tarefa igualmente interessantes. Não salienta, portanto, nenhum aspeto que se destaque. No segundo excerto, o aluno considera a tarefa bastante interessante. No terceiro excerto, o aluno considera que a tarefa além de interessante é esclarecedora. Tal pode dever-se ao facto de essa ter sido a última tarefa a ser realizada, e o aluno estar já mais familiarizado com este tipo de tarefa, e por isso se tenha tornado mais esclarecedora. Associado ao interesse manifestado pelas tarefas, está o gosto de ter realizado as mesmas. Apresentam-se de seguida, dois excertos de entrevistas e um excerto de documento escrito, nos quais os alunos revelam ter gostado de realizar as tarefas de investigação:

P- Gostaram de realizar estas tarefas? Porquê?

A5- Eu gostei.

(Entrevista, grupo 1)

P- O que gostaram mais nestas tarefas? Ou qual a tarefa que gostaram mais e porquê?

A8- Eu gostei de tudo, essencialmente, gostei de tudo [...].

(Entrevista, grupo 2)

3- Gostei de realizar a tarefa.

(Documento escrito, tarefa 6)

No segundo excerto de entrevista, o aluno não consegue dizer de qual tarefa gostou mais, ou o que mais gostou nestas tarefas, dizendo que gostou de tudo. No documento escrito apresentado, o aluno revela também que gostou de realizar a tarefa. Perante a questão “Qual a tarefa que mais gostaram?” destacou-se o número de alunos

que selecionou a tarefa 4. A título de exemplo, apresentam-se os seguintes excertos de entrevista em grupo focado:

P- O que gostaram mais nestas tarefas? Ou qual a tarefa que mais gostaram? E porquê?

A7- Eu gostei mais da do gelo e da água [Tarefa 4], porque acho que todos nós aprendemos bastante com essa tarefa. Demorou mas acho que chegámos lá todos.

(Entrevista, grupo 1)

P- O que gostaram mais nestas tarefas ou qual a tarefa que mais gostaram e porquê?

A2- Eu gostei mais da da banheira [Tarefa 4].

A5- Eu também.

A3- Eu também.

A2- Nós aprendemos, gostei dessa matéria.

A3- Acho que foi a mais gira.

A1- Sim, também, concordo.

(Entrevista, grupo 3)

No primeiro excerto de entrevista, o aluno justifica a sua escolha argumentando que foi nessa tarefa que os alunos mais aprenderam. E que apesar do grau considerável de exigência da tarefa, todos a compreenderam bem. No segundo excerto de entrevista, também vários alunos consideram ter gostado mais da tarefa 4. Um deles justifica a sua escolha referindo que foi nesta tarefa que os alunos mais aprenderam, além de ter gostado dos conteúdos científicos relacionados. Portanto, mais uma vez se verifica a associação entre o interesse da tarefa e a sua importância para a aprendizagem com o gosto despertado nos alunos.

Muitos alunos referem que o que mais gostaram nestas tarefas foi o trabalho em grupo, a discussão que daí resulta e a partilha de ideias. Apresentam-se alguns excertos exemplificativos de respostas dos alunos:

Gostei de ter estado a trabalhar em grupo

(Documento escrito, tarefa 1)

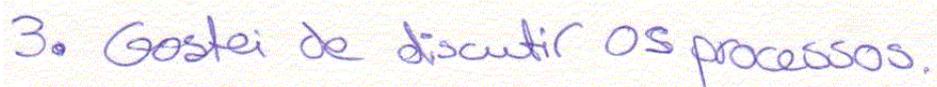
Gostei muito do grupo e da atividade em si

(Documento escrito, tarefa 2)

No primeiro excerto acima apresentado, o aluno declarou que o que mais gostou nestas tarefas foi de trabalhar em grupo. No segundo excerto, o aluno afirmou que gostou muito de trabalhar em grupo e também da atividade em si. Com esta afirmação, o aluno quer dizer que gostou da atividade laboratorial, uma vez que a tarefa 2 foi uma atividade de laboratório. Mais uma vez se verifica o gosto dos alunos por tarefas que os coloquem com um papel mais ativo. Apresentam-se agora dois excertos de documentos escritos exemplificativos do gosto manifestado pelos alunos na discussão e partilha de ideias:



(Documento escrito, tarefa 5)



(Documento escrito, tarefa 5)

Salienta-se deste modo a importância da realização de tarefas nas quais se proponham problemas aos alunos. Como já se analisou anteriormente, este tipo de tarefas de resolução de problemas proporciona uma melhor aprendizagem nos alunos, além do gosto que desperta nestes. Concluindo, a maioria dos alunos gostou de realizar estas tarefas, considerando-as interessantes e que deveriam ser realizadas mais vezes. Uma das razões apontadas foi o facto de serem realizadas em grupo.

Síntese

Neste capítulo foram apresentados os resultados de forma a dar resposta às três questões orientadoras deste trabalho. Estas questões consistiam nas dificuldades sentidas pelos alunos com as tarefas de investigação, as aprendizagens que os alunos realizaram com as tarefas de investigação, bem como as estratégias utilizadas para aprenderem, e ainda a avaliação que os alunos fizeram das tarefas de investigação.

Em relação à primeira questão, os alunos sentiram dificuldades na compreensão e utilização de conceitos científicos, ao formular questões e hipóteses, ao planejar atividades, ao pesquisar e selecionar informação, ao selecionar material de laboratório, a trabalhar em grupo, a gerir o tempo, e em comunicar resultados. Relativamente à segunda questão, os alunos aprenderam conceitos científicos, a planejar atividades, conhecimentos úteis no quotidiano, a pesquisar e selecionar informação, a trabalhar em grupo e a gerir o tempo. As estratégias que utilizaram para aprender foram a solicitação de ajuda da professora, o trabalho em grupo e a tentativa e erro. Quanto à avaliação que os alunos fizeram das tarefas de investigação, salienta-se o modo como aprendem (que proporciona uma melhor aprendizagem) e o interesse e gosto despertado pelas tarefas.

CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL

Este trabalho teve como finalidade conhecer de que forma as tarefas de investigação podem promover a aprendizagem dos alunos, na lecionação da subunidade “A energia no aquecimento / arrefecimento de sistemas”, parte integrante da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. Mais concretamente, pretendiam-se conhecer as dificuldades sentidas pelos alunos ao realizarem estas tarefas, as aprendizagens que realizam, as estratégias que utilizam para aprender, e ainda a avaliação que fazem do uso destas tarefas.

Como forma de concretizar estes objetivos, foi utilizada uma metodologia de investigação qualitativa, recolheram-se alguns dados, como os registos escritos dos alunos, as notas de campo da professora, os registos áudio das aulas e entrevistas aos alunos em grupo focado. Foi realizada uma análise de conteúdo aos dados recolhidos, tendo emergido categorias e subcategorias de análise que facilitaram a obtenção das respostas às questões orientadoras deste trabalho. Este capítulo está organizado em três secções. Na primeira realiza-se a discussão dos resultados obtidos, expostos no capítulo anterior. Na segunda secção apresentam-se as conclusões deste trabalho, e na terceira secção, elabora-se uma reflexão final acerca da relevância deste trabalho para o meu desenvolvimento profissional.

Discussão dos resultados

Com a primeira questão orientadora deste trabalho pretendia-se conhecer as dificuldades sentidas pelos alunos ao realizarem tarefas de investigação. Verificaram-se algumas dificuldades ao nível das competências do tipo conceptual, processual e social e atitudinal. Relativamente às competências do tipo conceptual, constatou-se que os alunos tiveram dificuldade em usar e compreender alguns conceitos científicos. Cunha (2009) refere que os currículos portugueses devem possibilitar a compreensão e interpretação da informação científica. Esta é uma forma de colmatar as dificuldades ao nível da linguagem científica. Outra dificuldade encontrada nos alunos foi ao formular

questões e hipóteses. Estas parecem dever-se à dificuldade dos alunos em se situarem no contexto do problema proposto e relacionar o mesmo com os conteúdos científicos. Estas dificuldades parecem dever-se à falta de autonomia dos alunos. De acordo com Bennett (2003), é importante fomentar a aprendizagem ativa, através de tarefas que exijam um grau significativo de autonomia ao longo delas, de forma a tornar os alunos mais autónomos. Além disso, a dificuldade na formulação de hipóteses parece também ser influenciada pela dificuldade dos alunos em compreender como funciona a ciência. Muitos alunos desconhecem que “não existe um método científico geral e universal” (McComas, 2000, p. 57). Também Heinemann (1981) afirma que por vezes há falhas no sistema educativo, ao considerar que a ciência é sempre lógica. Deve-se antes “mostrar aos alunos que a ciência constitui uma atividade humana e social carregada de valores, crenças e convenções, situada num tempo histórico particular, contexto e cultura” (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994 citados por Freire, 2005, p.147). Ainda relativamente às competências de tipo conceptual, os alunos manifestaram também a dificuldade em planear atividades. Uma vez mais esta parece dever-se à falta de autonomia e ao hábito de se limitarem a seguir os passos das atividades do manual.

Relativamente às competências do tipo processual, verificou-se que os alunos exibem dificuldades ao pesquisar informação. Esta parece dever-se à falta de hábito de tarefas que exijam trabalho de pesquisa. Como já se observou, os alunos nem sempre compreendem o contexto do problema e por vezes não sabem o que pesquisar. O facto dos alunos não estarem habituados a este tipo de tarefa que exige uma maior autonomia, obriga-os a terem de quebrar a rotina (Loughran, Berry & Mulhall, 2006 citados por Baptista et al., 2013). Além das dificuldades na pesquisa, foram também observadas dificuldades ao selecionar informação, manifestada essencialmente nas primeiras tarefas. Os alunos necessitam de desenvolver espírito crítico de forma a distinguirem o que é essencial do acessório. Por isso, Martins et al. (2001) defendem que o ensino das ciências deve “desenvolver a capacidade de selecionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas” (p. 7). Os alunos evidenciam ainda dificuldade ao selecionar material de laboratório. Esta dificuldade parece dever-se à falta de contacto com o laboratório, de hábito com tarefas laboratoriais, e de autonomia.

No que concerne às competências do tipo social e atitudinal, os alunos apresentaram dificuldades em trabalhar em grupo, nas primeiras tarefas. Ao início, não havia consenso no grupo, não se dava a discussão e partilha de ideias. Os alunos manifestaram também dificuldade em gerir o tempo, apenas nas primeiras tarefas. Estas

dificuldades devem-se uma vez mais, à falta de hábito com este tipo de tarefa. É necessário disponibilizar algum tempo para os alunos realizarem a pesquisa ou investigação que se processa nestas tarefas, requerendo estas mais tempo que a exposição de conteúdos. Contudo, se o tempo que é disponibilizado é demasiado, pode-se perder a motivação e correr o risco de ocorrer dispersão (Baptista et al., 2013). Os alunos manifestaram ainda dificuldade em comunicar resultados. Estes sentem dificuldades em expressar as suas ideias, uma vez que não estão habituados a tarefas que exijam comunicar resultados. Daí, segundo Galvão e Freire (2004), torna-se importante para a formação dos indivíduos realizar tarefas onde desenvolvam projetos, argumentem e comuniquem.

Relativamente à segunda questão orientadora, pretendiam-se conhecer as aprendizagens realizadas pelos alunos com as tarefas de investigação, para além das estratégias por eles utilizadas para aprenderem. Verificaram-se aprendizagens ao nível das competências do tipo conceptual, processual e social e atitudinal. Em relação às competências do tipo conceptual, constataram-se aprendizagens ao nível da compreensão e utilização de conceitos científicos. Os alunos aprenderam a utilizar a linguagem científica. De acordo com Wellington e Osborne (2001), os alunos devem realizar tarefas nas quais falem sobre ciência, usem linguagem científica, partilhem as suas ideias e construam assim os seus próprios significados dessa linguagem. Os alunos aprenderam também a planear atividades, uma vez que têm um papel mais ativo e autónomo nestas tarefas. Os alunos aprenderam ainda conhecimentos úteis no quotidiano, aprendendo a relacionar os conteúdos científicos com o mundo que os rodeia. Esta aprendizagem deveu-se ao facto de todas as tarefas realizadas se iniciarem com um contexto do quotidiano. Estes contextos, segundo Bennett (2003), funcionam como ponto de partida para o desenvolvimento dos conteúdos científicos. Segundo um estudo de Campbell et al. (2000), os alunos consideram que estes contextos introdutórios funcionam como pontes úteis para os conteúdos, tornando as aulas mais interessantes (Bennett, 2003). Este autor acrescenta ainda que, por sua vez, o aumento da motivação dos alunos conduz a uma melhoria da sua compreensão. Também Martins et al. (2001) enfatizam o papel da Física e da Química na explicação dos fenómenos do mundo bem como a sua relação com a tecnologia. Estes autores também defendem um ensino da ciência em torno da escolha de “situações-problema do quotidiano, familiares aos alunos, a partir das quais se organizam estratégias de ensino e de aprendizagem que irão refletir a necessidade de esclarecer conteúdos e processos da ciência e da

tecnologia, bem como das suas inter-relações com a sociedade” (p. 5). Também Bransford, Brown e Cocking (1999 citados por Bybee, 2002) defendem que as ideias são melhores aprendidas quando os estudantes veem uma necessidade ou razão para o seu uso. Acrescentam também que tal faz com que o conhecimento tenha sentido e faça explicar o mundo à sua volta.

Relativamente às competências do tipo processual, comprovou-se que os alunos aprenderam a pesquisar e seleccionar informação. Provavelmente, deve-se à maior autonomia que estas tarefas requerem. Em relação às competências do tipo social e atitudinal, os alunos aprenderam a trabalhar em grupo. Tal deveu-se ao facto de os alunos terem aprendido a estabelecer métodos de trabalho em grupo e a compreender-se mutuamente. A pouco e pouco, começou a haver espírito de equipa e entreajuda. De acordo com Baptista et al. (2012), o facto de estarem em grupo facilita a tarefa, pois leva os alunos a saberem ouvir o ponto de vista dos colegas. Os alunos aprenderam ainda a gerir o tempo, pois foram-se habituando a este tipo de trabalho, e como tal, foram desenvolvendo a capacidade para gerir o tempo. A verificação de todas estas aprendizagens é corroborada por Bybee (2002), que defende que o ensino e a aprendizagem da ciência podem ser realizados sob a forma de discussão, interação social, reflexão pessoal e confrontação com situações novas e diferentes.

Como estratégias que os alunos adotaram para aprender, identificaram-se entre outras, a solicitação de ajuda da professora. Como isto, os alunos demonstraram ainda ter falta de confiança, ao solicitar ajuda. Baptista et al. (2013) defendem que é importante o professor fazer o acompanhamento dos alunos de forma a transmitir confiança a estes, para que se sintam aptos para prosseguirem com a tarefa. Oliveira et al. (1999) consideram que também o *feedback* que se dá aos alunos é importante para o desempenho do trabalho destes. Trabalhar em grupo foi outra estratégia adotada pelos alunos para aprenderem. Uma vez mais se destaca aqui a importância da colaboração e entreajuda no grupo para a aprendizagem. Foi ainda utilizada a estratégia tentativa e erro. Os alunos vão então aprendendo por tentativas.

Em relação à terceira questão orientadora, pretendia-se saber que avaliação os alunos fazem do uso de tarefas de investigação. Constatou-se que os alunos consideram distinto o modo como aprendem com estas tarefas. Sentem que com estas tarefas têm um papel mais ativo, salientando a importância do trabalho em grupo para a sua aprendizagem. Os alunos consideram que com estas tarefas aprendem a resolver problemas. Tal é corroborado com o facto de a abordagem CTSA destas tarefas implicar

“desenvolver pensamento crítico, tomada de decisão e resolução de problemas” (Aikenhead, 1994; Solomon, 1994 citados por Freire, 2005, p. 147). Os alunos consideram ainda que com estas tarefas desenvolvem outras competências, além dos conteúdos científicos. Esta afirmação está de acordo com Baptista et al. (2013), que defendem que as tarefas de investigação além de permitirem a compreensão dos fenómenos, concorrem ainda para o desenvolvimento de várias competências. Wellington (2000), refere como exemplos de competências que se podem desenvolver com estas tarefas, as estratégias de investigação e a capacidade de resolução de problemas, o trabalho em equipa e a comunicação. Como já se viu, todas estas competências foram desenvolvidas pelos alunos neste trabalho.

Os alunos afirmaram ainda que estas tarefas lhes proporcionam uma melhor aprendizagem. De facto, Bybee et al. (2006), referem que a integração de estratégias à qual obedece o modelo dos cinco E's usado nestas tarefas, promove melhorias nos conhecimentos, raciocínio e motivação dos alunos. As tarefas de investigação são assim estratégias de ensino-aprendizagem com grandes potencialidades, que conduzem a aprendizagens mais profundas de ciência e sobre ciência (Lederman, 2006; NRC, 2000 citados por Baptista et al., 2013).

Os alunos revelaram interesse e gosto pela realização destas tarefas, enfatizando a satisfação que sentiram pelo trabalho em grupo. De acordo com Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial, e Palincsar (1991 citados por Cunha, 2009), um dos objetivos da investigação científica é promover a motivação dos alunos para aprender ciência, não só no contexto de sala de aula, mas como uma área de interesse e prazer.

Após esta abordagem, pode-se afirmar que estas tarefas concorreram para promover a literacia científica dos alunos, pois de acordo com Reis (2006), esta pode ser promovida colocando o aluno em familiaridade com factos, conceitos e processos científicos e fornecendo-lhe conhecimentos acerca de métodos e procedimentos de investigação científica.

Conclusões

Com a implementação desta proposta didática, foi possível desenvolver nos alunos as principais competências preconizadas pelo programa da disciplina de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade. Ao longo da realização de seis tarefas de

investigação, os alunos tiveram um papel ativo, onde pesquisaram e selecionaram informação, planejaram atividades, discutiram em grupo, comunicaram resultados e refletiram sobre o trabalho realizado. Os conteúdos científicos abordados nas tarefas estiveram sempre relacionados com um contexto do quotidiano, obedecendo a uma abordagem CTSA.

Ao início, nas primeiras tarefas, os alunos sentiam muitas dificuldades. Não estavam habituados a este tipo de tarefa, pois sentiam-se mais confortáveis com um papel mais passivo, ao ouvir o professor. Os alunos sentiam-se um pouco “perdidos”, pois não sabiam como começar estas tarefas, devido à falta de hábito com este tipo de atividades e à falta de autonomia. Contudo, ao longo das tarefas, os alunos foram adquirindo autonomia e foram-se adaptando a este tipo de trabalho investigativo. Apesar das dificuldades iniciais, que progressivamente foram sendo ultrapassadas, estas tarefas, permitiram realizar diversas aprendizagens.

Foram-se então verificando aprendizagens em vários níveis, nomeadamente em termos de compreensão e utilização de conceitos e linguagem científicos, planeamento de atividades, pesquisa e seleção de informação, trabalho em grupo e gestão do tempo. Nestas aulas, a professora teve o papel de orientadora, acompanhando o trabalho dos vários grupos, que os ia questionando e dando sugestões. Para aprenderem, os alunos adotaram várias estratégias, tais como solicitar ajuda, discutir em grupo e tentativa e erro.

Relativamente à avaliação que os alunos fizeram destas tarefas, o balanço é muito positivo, pois estas proporcionaram situações de aprendizagem diferentes e muito ricas, onde o aluno tem um papel ativo na aprendizagem. Os alunos reconheceram que estas tarefas possibilitaram o desenvolvimento de várias competências, como a resolução de problemas, além da aprendizagem de conteúdos. Os alunos enfatizaram também a importância do trabalho em grupo para a aprendizagem. Este foi muito do agrado dos alunos e permitiu enriquecer o conhecimento além de concorrer também para o desenvolvimento de competências de comunicação e argumentação.

Todos estes aspetos contribuíram para uma melhor aprendizagem dos alunos. Além disso, estes manifestaram também um grande interesse e gosto pelas tarefas, enaltecendo a sua importância na aplicação no dia a dia. A maioria dos alunos gostou mais deste tipo de tarefa do que do ensino tradicional, dizendo: “se nós fizermos desta maneira, eu gosto mais assim” e “eu gostei de tudo, essencialmente, gostei de tudo”.

Em suma, pode afirmar-se que as tarefas de investigação constituem estratégias

de ensino com grandes potencialidades, que concorrem para o desenvolvimento das competências preconizadas no programa de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade, promovendo uma aprendizagem significativa e a literacia científica dos alunos, tão importante na educação em ciência para o século XXI. Além disso, são tarefas motivadoras para os alunos, despertando-lhes o gosto pela ciência.

Reflexão final

O desejo de ser professora e o gosto que sempre tive pelo ensino, foram as razões que me trouxeram para este Mestrado. Nunca tinha lecionado, pelo que foi na proposta didática que me iniciei como professora. Devido à minha falta de experiência profissional, as dificuldades com que me deparei ao início foram diversas, desde a conceção de tarefas de investigação até à comunicação e interação com os alunos. No entanto, estas dificuldades foram sendo ultrapassadas aula a aula, com a prática. A colaboração das professoras e colegas, durante a partilha de ideias nas aulas também me ajudou bastante. Penso que esta partilha de experiências e ideias permitiu que todos aprendessem com todos.

Todas as fases da proposta didática constituíram um desafio, desde a conceção das tarefas e planificação das aulas, à leção das aulas e reflexão das mesmas. Porém, todos esses desafios, que de início os encarei como dificuldades, constituíram aprendizagens que realizei. À medida que cada tarefa era realizada, eu sentia-me mais à vontade e confiante. A reflexão que eu fazia no final de cada aula, permitia-me poder melhorar na medida do possível, a seguinte. O gosto que os alunos manifestavam com as tarefas, satisfazia-me imenso e dava-me força para continuar a empenhar-me ao máximo neste meu desafio. É gratificante constatar as aprendizagens que os alunos efetuaram com estas tarefas, assim como o gosto e empenho com que as realizaram.

Apesar de não ter ainda prática profissional, a visão que eu tinha de ensino, como aluna, era bastante distorcida da visão de ensino que este Mestrado me proporcionou e que hoje tenho. O ensino não se limita à mera transmissão de conhecimentos. É necessário desenvolver várias competências. Um professor é acima de tudo, um educador, que além da sua disciplina ensina outros conhecimentos, atitudes, valores, conduzindo os alunos à procura e construção do seu próprio conhecimento. É esse o perfil que eu considero de um bom professor e que no futuro tentarei ser.

Outra aprendizagem que realizei foi a investigação sobre a própria prática. Esta consiste em delinear um plano de investigação, como forma de averiguar sobre a causa de uma situação problemática. Além de contribuir para a resolução dos problemas, proporciona ainda o desenvolvimento profissional de quem investiga (Ponte, 2004). Esta é uma competência que considero essencial a um professor, pois permite refletir acerca das nossas ações, ponderando os aspetos mais e menos positivos, e desta forma alterar as estratégias metodológicas utilizadas, com vista à sua adequação aos nossos alunos, promovendo assim uma melhor aprendizagem.

Gostei imenso de ter percorrido este grande percurso desde o início do Mestrado, passando pela proposta didática, até à elaboração deste relatório. Olhando agora para o longo percurso que efetuei, sinto que evolui imenso profissionalmente e pessoalmente. Sinto-me perfeitamente à vontade e terei todo o gosto em conceber e implementar nas minhas aulas, tarefas de investigação. Este Mestrado proporcionou-me construir as bases essenciais para a formação de um bom professor, capaz de responder às exigências da Escola atual. No entanto, a nossa formação deve continuar ao longo da vida e, como tal, pretendo continuar a fazê-lo ao longo da minha prática profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrantes, P. (2000). Princípios sobre currículo e avaliação. In *Proposta de reorganização curricular do ensino básico* (documento de trabalho). Lisboa: ME – Departamento de Educação Básica.
- Acúrcio, M., Costa, C., & Rocha, G. (2004/2005). *A entrevista*, recuperado Dezembro 28, 2012 de <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/entrevistat2.pdf>
- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação. Um guia prático e crítico*. Lisboa: Edições ASA.
- Atkins, P., & De Paula, J. (2010). *Physical Chemistry*. 9th Edition. Oxford : W. H. Freeman and Company.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A.M. (2012). Ensinando Astronomia nas Aulas de Física: A Investigação como Motor de Mudança no Professor. In V.L.B. Tiburcio, & A.P. Bossler (Org.), *Boas práticas docentes: Histórias de Sucesso e Superação de Dificuldades* (pp 51-77). Curitiba/PR: Honoris Causa.
- Baptista, M., Freire, S., & Freire, A.M. (2013). Tarefas de investigação em aulas de física: um estudo com alunos do 8.º ano. *Caderno pedagógico, Lajeado, 10*(1), 137-152.
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. (Trabalho originalmente publicado em francês em 1997).
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal.
- Bauer, W., Westfall, G.D., & Dias, H. (2013). *Física para Universitários: relatividade, oscilações, ondas e calor*. McGrawHill.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science. A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.

- Bogdan, R., & Biklen, S. (1992). *Qualitative research for education*. London: Allyn and Bacon.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Burton, D., & Bartlett, S. (2005). *Practitioner Research for Teachers*. London: Paul Chapman.
- Bybee, R. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. R. Bybee (Ed.), *Learning Science and the Science of Learning*. Arlington, VA: NSTA.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), 363-381.
- Caldeira, H., & Bello, A. (2013). *Ontem e hoje – Física 10.º ano*. Porto: Porto Editora.
- Chagas, I. (n.d.). Literacia Científica. O Grande Desafio para a Escola. Comunicação apresentada no 1.º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor. Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Cohen D., & Crabtree B. (2006, July). *Qualitative Research Guidelines Project*, recuperado em Junho 28, 2013 de <http://www.qualres.org/HomeTria-3692.html>.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2005). *Research Methods in Education*. 5th edition. London: Routledge Falmer.
- Coutinho, C. (2005). *Investigação qualitativa passos fundamentais*, recuperado em 2013, Maio 25, de <http://claracoutinho.wikispaces.com/Investiga%C3%A7%C3%A3o+qualitativa+passos+fundamentais>

- Cunha, M. (2009). *Atividades de investigação no ensino da química: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade*. Tese de mestrado não publicada. Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- DeBoer, G.E. (2011). The Globalization of Science Education. *Journal of research in science teaching*, 48 (6), 567–591.
- Decreto-lei nº240/2001, de 30 de Agosto. Diário da República nº201/2001 – I Série A.
- Feynman, R., Leighton, M., & Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics Vol. 1*. Addison-Wesley Publishing Company, California Institute of Technology.
- Fiolhais, M. (2010). *Aulas de termodinâmica 2010/2011*. Documento não publicado. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Flick, U. (2005). *Métodos qualitativos na investigação científica*. Lisboa: Monitor.
- Fonseca, H., Brunheira, L., & Ponte, J. P. (1999). As atividades de investigação, o professor e a aula de Matemática. *Projeto Matemática para Todos*. Lisboa: APM.
- Freire, A. M. (2005, Novembro). Ensino da física para os alunos da escolaridade obrigatória. *Encontro de Educação em Física: Do Ensino Básico ao Superior do Século XXI*. Braga: Universidade do Minho.
- Freire, A. M., & Galvão, C. (2004). O Petróleo como exemplo de um assunto CTSA no Currículo. *Boletim da APPBG*, 23, 5-12.
- Galvão, C., & Freire, A. M. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e naturais em Portugal. In I. Martins, F. Paixão & R. Vieira (Org.). *Perspetivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 31-38). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Macedo, G., Neves, I., Encarnação, L., Matos, M., Pinho, M., Oliveira, M. T. & Pereira, M. (2001). Ciências Físicas e Naturais. In Ministério da Educação (Ed.), *Currículo nacional do ensino*

- básico. Competências essenciais* (pp. 127-146). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: ASA Editores.
- Heinemann, (1981). *Nature of Science. Science in Society*. London: book J..
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham/Philadelphia: Open University Press.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 6th Edition. USA: Wiley.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., & Erduran, S. (2007). *Argumentation in Science Education*. New York: Springer.
- Kosky, V. (2005). *Action research for improving practice. A practical guide*. London: Paul Chapman Publishing.
- Lei nº49/2005, de 30 de Agosto (Lei de Bases do Sistema educativo Português). Versão nova consolidada.
- Ludke, M., & André, M. (1986). *A pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- McComas, W.F. (2000). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Netherlands: Springer.
- Martins, I. (Coord.), Costa, J., Lopes, J., Magalhães, M., Simões, M., Simões, T., Bello, A., San-Bento, C., Pina, E., & Caldeira, H. (Coord.). (2001). *Programa de Física e Química A: 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- NRC (National Research Council) (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council) (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D.C: National Academy Press.

- Nunes, F., Peniche, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (1998). A construção da ciência e o ensino da Ciência. Problemas da aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade. *Revista de Educação*, VII (1), 152-155.
- Oliveira, M. J. (2005). *Termodinâmica*. São Paulo: Livraria da Física Editora.
- Oliveira, H., Ponte, J. P., Santos, L., & Brunheira, L. (1999). Os professores e as actividades de investigação. In P. Abrantes, J. P. Ponte, H. Fonseca, & L. Brunheira (Orgs.), *Investigações matemáticas na aula e no currículo* (pp. 97-110). Lisboa: Grupo “Matemática Para Todos Investigações na sala de aula”, FCUL e APM.
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. London: Sage Publications.
- Perrenoud, P. (1999). *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Pinto, J., & Santos, L. (2006). *Modelos de Avaliação das Aprendizagens*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P. (2004). Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. In E. Castro & E. Torre (Eds.), *Investigación en educación matemática* (pp.61-84). Coruña: Universidad da Coruña. Republicado em 2008, *PNA - Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(4), 153-180.
- Ponte, J.P., Quaresma, M., & Branco, N. (2011). *Tarefas de exploração e investigação na aula de Matemática*. Paraíba: UEPB.
- Praia, J., & Cachapuz, A. (2005). Ciência-tecnologia-sociedade: um compromisso ético. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnologia y Sociedad*, 6(2), 173-194.
- Praia, J., Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13(2), 141-156.
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: que relação? *Interacções*, 3, 160-187.

- Ricardo, E. (2007). Educação CTSA: Obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino, 1*, 1-12.
- Roberts, D.A. (2007). Scientific Literacy/ Science Literacy. In S. Abell, & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Roldão, M.C. (2003). *Gestão do Currículo e Avaliação de Competências*. Lisboa: Editorial Presença.
- Santos, L. (2002). *Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como?* Departamento do Ensino Básico: Lisboa.
- Sawhney, G. S. (2010). *Heat and Mass Transfer*. 2nd Edition. IK: International Publishing House.
- Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and social sciences*. New York, NY: Teachers College Press.
- Serway R.A., & Jewett, J.W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*, 6th Edition. CA: Thomson Brooks/Cole.
- Serway R.A., & Jewett, J.W. (2008). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, 7th Edition. CA: Thomson Brooks/Cole.
- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing Qualitative Research*. London: Sage Publications.
- Stringer, E.T. (2007). Think: Interpreting and Analyzing. In Curtin University of Technology (3 Ed.), *Action Research* (pp. 95-122). Australia: Sage Publications.
- Tuckman, B. W. (2000). *Manual de investigação em Educação. Como conceber e realizar o processo de investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (Trabalho original publicado em inglês em 1994).
- Vidal, J. (2003). *Thermodynamics - Applications in Chemical Engineering and the Petroleum Industry*. Paris: Tecnip Editions.

- Vieira, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciência. Dois Objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10. p.97-108. Centro de Estudos e Intervenção em Educação e Formação. Lisboa.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

APÊNDICES

APÊNDICE A

PLANIFICAÇÕES DAS AULAS

Planificação de aula de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade Unidade Temática: Do Sol ao aquecimento Subunidade: A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas.				
Aula n.º1 Data: 28/03/2014 Duração: 90 minutos		2.º Período Professora: Sumário: Materiais mais adequados na eficiência energética dos edifícios.		
Conteúdos	Competências a desenvolver	Momentos da aula	Avaliação	Recursos
Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica.	<ul style="list-style-type: none"> -Relacionar quantitativamente a condutividade térmica de um material com a taxa temporal de transmissão de energia como calor. -Distinguir materiais bons e maus condutores do calor com base em valores tabelados de condutividade térmica. -Pesquisar, interpretar e selecionar fontes de informação. -Desenvolver competências de trabalho colaborativo e capacidades argumentativas. -Utilizar a língua portuguesa na comunicação oral e escrita. -Utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação. 	1.º momento – introdução da tarefa: - A aula inicia-se com a apresentação e distribuição da tarefa aos alunos. São referidos os objetivos da tarefa, bem como as indicações necessárias para a resolver e respetiva avaliação. São formados grupos de trabalho. (10 min.) 2.º momento – desenvolvimento da tarefa: - Os alunos leem um texto e resolvem a questão 2. (10 min.) - Cada grupo realiza uma pesquisa e escreve as suas conclusões num suporte adequado. (20 min.) - São comunicadas à turma as conclusões de cada grupo. (40 min.) 3.º momento – discussão coletiva da tarefa: - Discussão em turma e síntese final acerca dos conceitos abordados ao longo de toda a tarefa. (10 min.) 4.º momento – reflexão da tarefa: - Resolução das questões de autoavaliação. (Caso os alunos não tenham tempo de responder a estas questões, podem fazê-lo mais tarde e entregar na aula seguinte.)	Grelhas de avaliação. Registos escritos dos alunos.	Computadores com acesso à internet Videoprojetor Tarefa (em suporte digital e papel) Apresentação em <i>Powerpoint</i> Manual escolar

Planificação de aula de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade Unidade Temática: Do Sol ao aquecimento Subunidade: A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas.				
Aula n.º2 Data: 31/03/2014 Duração: 135 minutos		2.º Período Professora: Sumário: Atividade experimental sobre capacidade térmica mássica.		
Conteúdos	Competências a desenvolver	Momentos da aula	Avaliação	Recursos
Capacidade térmica mássica. Balanço energético.	<ul style="list-style-type: none"> -Analisar transferências e transformações de energia num sistema. -Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos, identificando as parcelas que correspondem à energia útil e à energia dissipada no processo. -Associar o valor (alto ou baixo) da capacidade térmica mássica ao comportamento térmico do material. -Aplicar o conceito de capacidade térmica mássica à interpretação de fenómenos do dia a dia. - Competências do tipo processual. -Competências do tipo social, atitudinal e axiológico. 	<p>1.º momento – introdução da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A aula inicia-se com a apresentação e distribuição da tarefa aos alunos. São referidos os objetivos da tarefa, bem como as indicações necessárias para a resolver e respetiva avaliação. São formados grupos de trabalho. (10 min.) <p>2.º momento – desenvolvimento da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os alunos preveem uma resposta para a questão colocada. (10 min.) - Os grupos planificam uma atividade experimental. (25 min.) - Os grupos realizam a atividade experimental planificada. (50 min.) - Os grupos discutem resultados e tiram conclusões. (30 min.) <p>3.º momento – discussão coletiva da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão em turma e síntese final para toda a turma acerca dos conceitos abordados ao longo de toda a tarefa. (10 min.) <p>4.º momento – reflexão da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolução das questões de autoavaliação. (Caso os alunos não tenham tempo de responder a estas questões, podem fazê-lo mais tarde e entregar na aula seguinte.) 	Grelhas de avaliação. Registos escritos dos alunos.	Computador e Videoprojetor Tarefa (em suporte digital e papel) Apresentação em <i>Powerpoint</i> Manual escolar Material de laboratório

Planificação de aula de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade Unidade Temática: Do Sol ao aquecimento Subunidade: A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas.				
Aula n.º3 Data: 22/04/2014 Duração: 90 minutos		3.º Período Professora: Sumário: Experiência de Joule. 1.ª Lei da Termodinâmica.		
Conteúdos	Competências a desenvolver	Momentos da aula	Avaliação	Recursos
1.ª Lei da Termodinâmica.	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar a 1.ª Lei da Termodinâmica a partir da Lei Geral da Conservação da Energia. - Interpretar situações em a variação de energia interna se faz à custa de trabalho, calor ou radiação. - Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos. - Pesquisar, interpretar e selecionar fontes de informação. - Desenvolver competências de trabalho colaborativo e capacidades argumentativas. - Utilizar a língua portuguesa na comunicação oral e escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> 1.º momento – introdução da tarefa: - A aula inicia-se com a apresentação e distribuição da tarefa aos alunos. São referidos os objetivos da tarefa, bem como as indicações necessárias para a resolver e respetiva avaliação. São formados grupos de trabalho. (10 min.) 2.º momento – desenvolvimento da tarefa: - Os alunos visualizam e analisam um vídeo. (10 min.) - Os alunos resolvem as questões 2 e 3. (25 min.) - Os alunos realizam uma pesquisa e resolvem a questão 4. (35 min.) 3.º momento – discussão coletiva da tarefa: - Discussão em turma e síntese final para toda a turma acerca dos conceitos abordados ao longo de toda a tarefa. (10 min.) 4.º momento – reflexão da tarefa: - Resolução das questões de autoavaliação. (Caso os alunos não tenham tempo de responder a estas questões, podem fazê-lo mais tarde e entregar na aula seguinte.) 	Grelhas de avaliação. Registos escritos dos alunos.	Computador e Videoprojetor Tarefa (em suporte digital e papel) Apresentação em <i>Powerpoint</i> Manual escolar

Planificação de aula de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade Unidade Temática: Do Sol ao aquecimento Subunidade: A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas.				
Aula n.º4 Data: 28/04/2014 Duração: 135 minutos		3.º Período Professora: Sumário: Atividade experimental sobre o balanço energético num sistema termodinâmico.		
Conteúdos	Competências a desenvolver	Momentos da aula	Avaliação	Recursos
Mudanças de estado físico. Energia necessária para fundir uma certa massa de uma substância. Balanço energético.	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar mudanças de estado físico: fusão, vaporização, condensação, solidificação e sublimação. -Identificar a quantidade de energia necessária à mudança de estado físico de uma unidade de massa de uma substância como uma característica desta. -Associar o valor, positivo ou negativo, da quantidade de energia envolvida na mudança de estado físico, às situações em que o sistema recebe energia ou transfere energia para as vizinhanças, respetivamente. -Estabelecer um balanço energético, aplicando a Lei da Conservação da Energia. - Competências do tipo processual. -Competências do tipo social, atitudinal e axiológico. 	1.º momento – introdução da tarefa: - A aula inicia-se com a apresentação e distribuição da tarefa aos alunos. São referidos os objetivos da tarefa, bem como as indicações necessárias para a resolver e respetiva avaliação. São formados grupos de trabalho. (10 min.) 2.º momento – desenvolvimento da tarefa: - Os alunos preveem respostas para a dúvida colocada na situação apresentada. (10 min.) - Os grupos planificam uma atividade experimental. (25 min.) - Os grupos realizam a atividade experimental planificada. (50 min.) - Os grupos discutem resultados e tiram conclusões. (30 min.) 3.º momento – discussão coletiva da tarefa: - Discussão em turma e síntese final para toda a turma acerca dos conceitos abordados ao longo de toda a tarefa. (10 min.) 4.º momento – reflexão da tarefa: - Resolução das questões de autoavaliação. (Caso os alunos não tenham tempo de responder a estas questões, podem fazê-lo mais tarde e entregar na aula seguinte.)	Grelhas de avaliação. Registos escritos dos alunos.	Computador e Videoprojetor Tarefa (em suporte digital e papel) Apresentação em <i>Powerpoint</i> Manual escolar Material de laboratório Gelo

Planificação de aula de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade				
Unidade Temática: Do Sol ao aquecimento				
Subunidade: A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas.				
Aula n.º5 Data: 02/05/2014 Duração: 90 minutos		3.º Período Professora: Sumário: 2.ª Lei da Termodinâmica. Rendimento.		
Conteúdos	Competências a desenvolver	Momentos da aula	Avaliação	Recursos
Degradação da energia. 2.ª Lei da Termodinâmica. Rendimento.	<ul style="list-style-type: none"> - Explicitar que os processos que ocorrem espontaneamente na Natureza se dão sempre num determinado sentido, o da diminuição da energia útil do Universo. -Calcular o rendimento de processos de aumento/diminuição de temperatura. -Pesquisar, interpretar e seleccionar fontes de informação. -Desenvolver competências de trabalho colaborativo e capacidades argumentativas. -Utilizar a língua portuguesa na comunicação oral e escrita. 	<p>1.º momento – introdução da tarefa: - A aula inicia-se com a apresentação e distribuição da tarefa aos alunos. São referidos os objetivos da tarefa, bem como as indicações necessárias para a resolver e respetiva avaliação. São formados grupos de trabalho. (10 min.)</p> <p>2.º momento – desenvolvimento da tarefa: - Os alunos leem um texto e resolvem a questão 2. (20 min.) - Os alunos resolvem a questão 3. (30 min.) - Os alunos resolvem a questão 4. (20 min.)</p> <p>3.º momento – discussão coletiva da tarefa: - Discussão em turma e síntese final para toda a turma acerca dos conceitos abordados ao longo de toda a tarefa. (10 min.)</p> <p>4.º momento – reflexão da tarefa: - Resolução das questões de autoavaliação. (Caso os alunos não tenham tempo de responder a estas questões, podem fazê-lo mais tarde e entregar na aula seguinte.)</p>	<p>Grelhas de avaliação.</p> <p>Registos escritos dos alunos.</p>	<p>Computador e Videoprojetor</p> <p>Tarefa (em suporte digital e papel)</p> <p>Apresentação em Powerpoint</p> <p>Manual escolar</p>

Planificação de aula de Física e Química A do 10.º ano de escolaridade Unidade Temática: Do Sol ao aquecimento Subunidade: A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas.				
Aula n.º6 Data: 05/05/2014 Duração: 135 minutos		3.º Período Professora: Sumário: Coletores solares: transferências de energia.		
Conteúdos	Competências a desenvolver	Momentos da aula	Avaliação	Recursos
Coletores solares. Transferências de energia no coletor: radiação e calor. Mecanismos de transferência de energia como calor: condução e convecção.	<ul style="list-style-type: none"> -Distinguir os mecanismos de condução e convecção. -Compreender as propriedades termodinâmicas dos materiais. -Pesquisar, interpretar e selecionar fontes de informação. -Desenvolver competências de trabalho colaborativo e capacidades argumentativas. -Utilizar a língua portuguesa na comunicação oral e escrita. -Utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação. 	<p>1.º momento – introdução da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A aula inicia-se com a apresentação e distribuição da tarefa aos alunos. São referidos os objetivos da tarefa, bem como as indicações necessárias para a resolver e respetiva avaliação. São formados grupos de trabalho. (10 min.) <p>2.º momento – desenvolvimento da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os alunos leem uma notícia, reescrevem-na, seguindo-se a sua discussão. (20 min.) - Cada grupo realiza uma pesquisa sobre transferências de energia nos coletores solares, e seu funcionamento, preparando de seguida uma apresentação sobre a mesma. (50 min.) - Cada grupo apresenta o trabalho que realizou (30 min.) - Os alunos resolvem a questão “Vai mais além...” seguindo-se a sua discussão (15 min.) <p>3.º momento – discussão coletiva da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão em turma e síntese final para toda a turma acerca dos conceitos abordados ao longo de toda a tarefa. (10 min.) <p>4.º momento – reflexão da tarefa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolução das questões de autoavaliação. (Caso os alunos não tenham tempo de responder a estas questões, podem fazê-lo mais tarde e entregar na aula seguinte.) 	Grelhas de avaliação. Registos escritos dos alunos.	Computadores com acesso à internet Videoprojetor Tarefa (em suporte digital e papel) Apresentação em <i>Powerpoint</i> Manual escolar

APÊNDICE B

RECURSOS EDUCATIVOS DE APOIO ÀS AULAS: TAREFAS

Materiais



1. Leiam com atenção o seguinte texto:

A eficiência energética dos edifícios – revolução no setor da construção e aumento do custo das casas novas: é o que promete a transposição da diretiva de eficiência energética.

O crescimento do consumo energético, os compromissos relacionados com o protocolo de Quioto (diminuição das emissões de dióxido de carbono) e a questão de garantir o fornecimento de energia suficiente para satisfazer as nossas necessidades, levou a União Europeia a apostar na eficiência energética dos edifícios. Para tal foi lançada uma diretiva que obriga os estados membros a definir linhas concretas de ação. O governo português transpôs estas diretivas para um pacote legislativo que aplica parcialmente as exigências da diretiva, criando o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade dos Edifícios. Este será utilizado para garantir a construção de edifícios que consumam uma menor energia.

Os peritos qualificados, que passam os certificados energéticos e de conformidade, e a Agência para a Energia (ADENE), entidade que vai gerir o processo, são essenciais na nova estrutura.

Existirão também mecanismos de inspeção periódica de instalações de climatização. Tal aplica-se a edifícios com caldeiras de aquecimento com potência superior a 20kW ou com instalações de ar condicionado de potência superior a 12 kW, abrangendo muitas instalações domésticas.

Alguns pontos do novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos edifícios (RCCTE) são explicados na ilustração. Mas aspetos como a emissão das licenças de construção e de habitação, que passam a acautelar os aspetos da eficiência energética são cruciais.

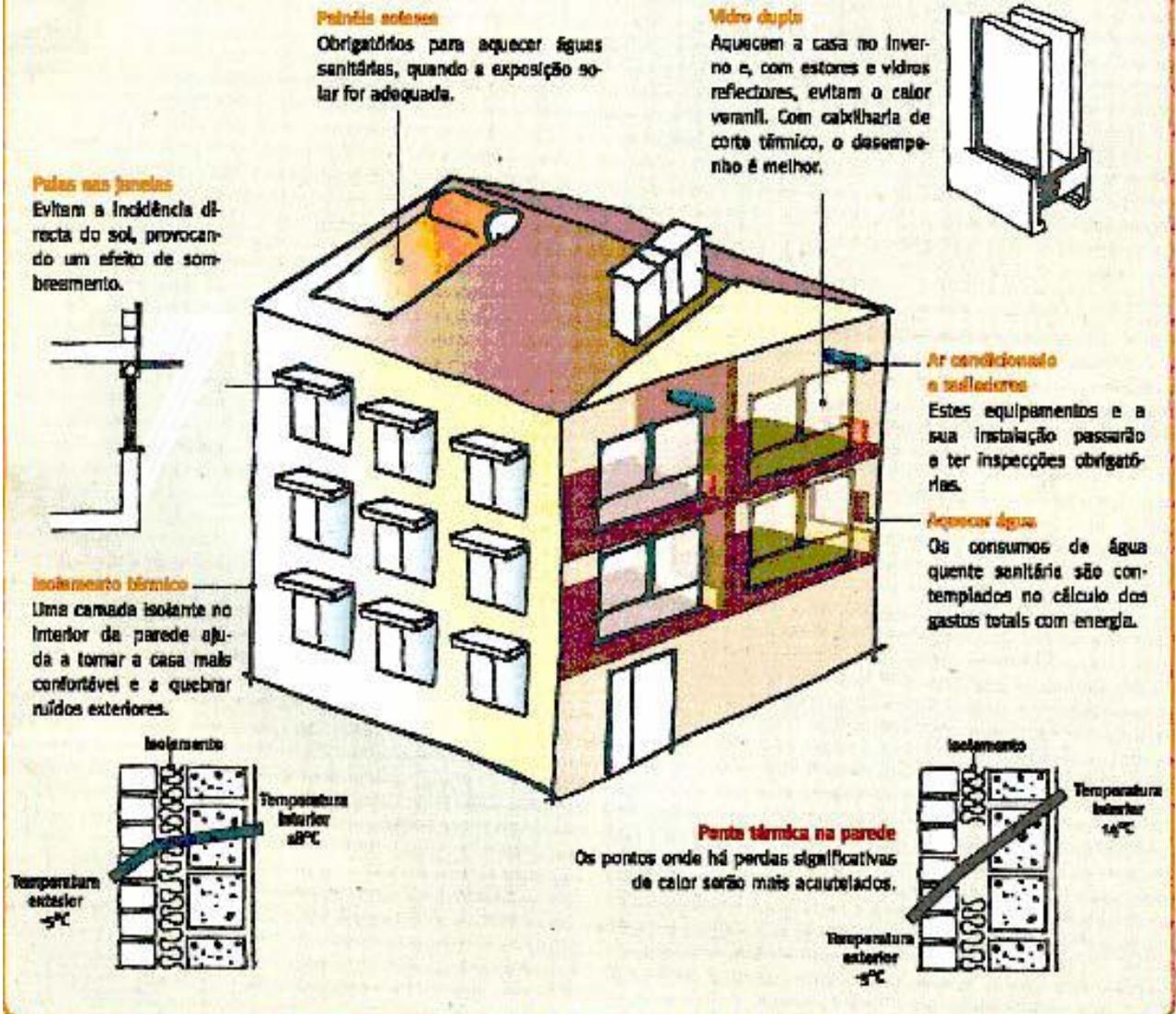
A previsão de condições mínimas de qualidade do ar interior é uma das novidades do Regulamento de Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (RSECE). Além das necessidades de ventilação, criam-se limites para microrganismos e poluentes, consoante o tipo de edifícios.

(Adaptado de *Proteste* 271 Julho/Agosto 2006)

NOVAS REGRAS TÉRMICAS NA CONSTRUÇÃO PORTUGUESA

A partir de Janeiro de 2007, os edifícios novos vão ser construídos com base em regras mais rígidas. O objectivo principal é um maior rigor quanto aos níveis de exigência para a construção, de modo a consumir-se menos energia para aquecimento, arrefecimento e águas quentes. Nas janelas, por exemplo, o vidro duplo terá uma utilização quase obrigatória. A orientação e tamanho das janelas serão aspectos fundamentais. O isolamento térmico obedecerá a critérios mais inflexíveis. Os aspectos construtivos terão em conta

as obstruções à entrada da radiação solar devido à existência de outros edifícios ou por força do relevo. Contemplada está ainda a utilização obrigatória de energia solar para o aquecer água. Pretende-se assim dar um impulso ao Programa Água Quente Solar, cujo objectivo é instalar 1 milhão de m² de painéis solares até 2010. As pontas térmicas, ou seja, os pontos de junção entre materiais diferentes e locais onde o isolamento térmico é deficiente, serão mais acautelados.



Tarefa adaptada de: Freire, A. M., Baptista, M., Cruz, M. N., & Vilela, C. (2008). *Professores Europeus de Ciências: Conhecimento científico, competências linguísticas e meios digitais - CD do Professor* (Projecto PEC. Projecto financiado pela Comissão Europeia 226641-CP-1-2005- ES-COMENIUS-C21), [CD-ROM]. Universidade de Lisboa.

2. Identifiquem o problema que emerge do texto.
3. Façam uma pesquisa no vosso manual e nos seguintes *sites*:
<http://www.energiasrenovaveis.com/>
http://www.aipex.es/faq_po.php?idioma=po&s=9,
de modo a dar resposta ao problema acima referido.
4. Escrevam os resultados da vossa pesquisa, indicando os materiais mais adequados para a construção de uma casa, e referindo quais as grandezas físicas dos materiais de que depende a transmissão de energia por condução. Justifiquem as vossas decisões.
5. Apresentem as vossas conclusões num suporte adequado e comuniquem à turma.

VAI MAIS ALÉM...

Lê com atenção a seguinte receita de “gelado no forno”:

Corte em fatias um bolo tipo pão de ló e cubra o fundo e as laterais de uma forma funda. Retire o gelado do congelador e deixe amolecer por 15 minutos. Na batedeira, bata as claras em castelo e acrescente o açúcar, batendo até ficar bem firme. Distribua o gelado sobre o bolo e cubra rapidamente com o restante das fatias de bolo. Cubra todo o doce com o suspiro, fazendo picos com uma colher. Leve imediatamente ao forno alto, por 2 minutos até dourar o suspiro. Sirva em seguida.

Retirado e adaptado de: <http://www.comidaereceitas.com.br/sorvetes/sorvete-assado.html>



Responde agora às seguintes questões*:

1. Por que razão o gelado não derrete no forno, mesmo quando sujeito a elevadas temperaturas?
2. Por que razão o procedimento deve ser realizado rapidamente?

REFLETE...

1. Menciona o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Refere o que mais gostaste e o que menos gostaste nesta tarefa.
4. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? ...)

*Adaptado de: Caldeira, H., Bello, A. (2013). *Ontem e hoje – Física 10.º ano*. Porto: Porto Editora.

Qual a razão para a diferença de temperaturas?

Quando comemos uma *pizza* apercebemo-nos da diferença de temperaturas dos vários ingredientes que a constituem. Por que é que isso acontece, uma vez que todos os ingredientes da *pizza* estiveram no forno durante o mesmo tempo?



1. Prevejam uma resposta para a questão colocada.
2. Planifiquem uma atividade experimental que vos permita responder à questão.
Nota: consultem o vosso manual para planificarem uma atividade experimental. Não se esqueçam de registar todo o material necessário, o procedimento a realizar e identificar as variáveis que vão controlar. Construam uma tabela para registarem os vossos resultados.
3. Realizem a atividade experimental proposta.
4. Discutam os vossos resultados, comparando os valores obtidos experimentalmente, com os valores tabelados. Calculem o desvio percentual, analisando causas e modos de o minimizar.
5. Tirem conclusões e registem a vossa resposta.

VAI MAIS ALÉM...



De forma a consumir menos energia, devo utilizar tachos de cobre ou de alumínio para cozinhar?

Ajuda a cozinheira na sua decisão, justificando a tua resposta.*

Dados: $c_{\text{cobre}} = 0.39 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ $c_{\text{alumínio}} = 0.90 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

REFLETE...

1. Menciona o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Refere o que mais gostaste e o que menos gostaste nesta tarefa.
4. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? ...)

*Adaptado de: Caldeira, H., Bello, A. (2013). *Ontem e hoje – Física 10.º ano*. Porto: Porto Editora.

1.^a Lei da Termodinâmica

1. Visualizem com atenção o seguinte vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=mRu4Wdi5IP8>

2. Respondam à questão colocada no vídeo: “qual é a diferença entre calor e temperatura?”

3. Indiquem que transformações e/ou transferências de energia ocorrem na experiência de Joule.

4. Explicitem as conclusões que se podem retirar da experiência de Joule e expliquem que interpretação é dada hoje em dia a esta experiência.

(Façam uma pesquisa no vosso manual para responderem a esta questão.)

VAI MAIS ALÉM...

Observa a seguinte situação, passada num churrasco ao ar livre:



Descreve que transferências de energia ocorrem, e como varia a energia interna do sistema constituído pelos alimentos ao lume.

REFLETE...

1. Menciona o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Refere o que mais gostaste e o que menos gostaste nesta tarefa.
4. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? ...)

Balanço energético num sistema termodinâmico

1. Observem com atenção a seguinte situação:



Enchi a banheira com água para tomar um banho, mas está a uma temperatura demasiado elevada. Quero diminuir a sua temperatura, mas não sei se é melhor deitar gelo ou água a 0° C.

2. Prevejam uma resposta para a dúvida da Mónica.

3. Planifiquem uma atividade experimental que vos permita responder a essa dúvida, tendo em conta o material disponível no laboratório.

Nota: consultem o vosso manual para planificarem a atividade experimental. Escrevam uma breve fundamentação teórica do vosso trabalho. Não se esqueçam de registar todo o material necessário, o procedimento a realizar e identificar as variáveis que vão controlar. Construam uma tabela para registarem os vossos resultados.

4. Realizem a atividade experimental proposta.

5. Discutam os resultados obtidos, confrontando os valores da temperatura final da água obtidos experimentalmente, com os valores obtidos por resolução teórica da mesma situação, usando valores tabelados.

6. Tirem conclusões e registem a vossa resposta.

VAI MAIS ALÉM...

Num posto médico encontram-se dois doentes com queimaduras. Um com água a ferver e outro com vapor de água. Qual deles terá sofrido uma queimadura mais grave?



Responde à questão anterior, justificando a tua resposta.

REFLETE...

1. Menciona o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Refere o que mais gostaste e o que menos gostaste nesta tarefa.
4. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? ...)

2.^a Lei da Termodinâmica. Rendimento.

1. Leiam com atenção a seguinte situação:

O Nuno ouviu um grande barulho vindo da cozinha. Era a sua mãe que estava a utilizar a batedeira elétrica para fazer a massa de um bolo.

- “Que barulheira!” exclamou o Nuno para a mãe. Ela respondeu-lhe: “É mesmo assim, a batedeira faz barulho a trabalhar.”

Quando terminou de bater a massa do bolo, a mãe do Nuno desligou a batedeira. O Nuno prontificou-se a ir arrumar a batedeira à mãe.

- “Está tão quente!” exclamou o Nuno, ao que a mãe lhe responde: “Foi de ter estado a trabalhar.”



2. Indiquem que transferências e/ou transformações de energia estão presentes nesta situação.

3. Discutam se será possível reaproveitar a energia sob todas as formas. Indiquem o que se pode concluir acerca do sentido dos processos naturais.

(Façam uma pesquisa no vosso manual para responderem a esta questão.)

4. Tendo como base a definição de rendimento, expliquem por que razão este nunca pode ser igual a 100%.

VAI MAIS ALÉM...

Observa com atenção a seguinte banda desenhada:



Explica em que medida se pode aplicar a 2.^a Lei da termodinâmica à situação acima descrita.

REFLETE...

1. Menciona o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Refere o que mais gostaste e o que menos gostaste nesta tarefa.
4. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? ...)

Coletores solares

1. Leiam com atenção a seguinte notícia:

O oceanário está a ponderar utilizar coletores solares para o aquecimento das águas dos aquários. Este sistema de aquecimento de água tem vindo a ganhar importância devido à poupança de energia, uma vez que o sol é uma fonte gratuita e disponível durante quase todo o ano. Além disso, é um recurso limpo para o ambiente.

No entanto, este sistema requer uma instalação e manutenção dispendiosas. Há ainda a referir que, muitas vezes, este sistema, por si só, pode não ser suficiente para aquecer a água, nos dias em que a energia solar que chega aos coletores é inferior.

Retirado e adaptado de: <http://www.deco.proteste.pt/casa/eletricidade-gas/dicas/esquentadores-solares-escolher-e-instalar>



2. A notícia não tem em conta a linguagem científica. Reescrevam-na utilizando uma linguagem científica.

3. O objetivo dos coletores solares é o aumento de temperatura da água. Para que tal aconteça, é necessário que se processem várias transferências de energia. Refiram essas transferências de energia, explicando o modo de funcionamento de um coletor solar.

(Para responderem à questão, façam uma pesquisa no vosso manual e nos seguintes sites:

<http://www.portal-energia.com/funcionamento-paineis-solares-termicos-para-aquecimento/>

http://www.jn.pt/multimedia/infografia.aspx?content_id=1179426)

4. Apresentem à turma os resultados da vossa pesquisa num suporte adequado.

VAI MAIS ALÉM...

Elabora uma conclusão, onde conste o que aprendeste relativamente a coletores solares.



REFLETE...

1. Menciona o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
3. Refere o que mais gostaste e o que menos gostaste nesta tarefa.
4. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade? ...)

APÊNDICE C

RECURSOS EDUCATIVOS DE APOIO ÀS AULAS:
DIAPOSITIVOS DA APRESENTAÇÃO *POWERPOINT*

POWERPOINT 1

Materiais



- 2 sistemas a diferentes temperaturas, quando colocados em contacto térmico

transfere-se energia das partículas do sistema com temperatura mais elevada (maior E_c interna) para as do sistema com temperatura mais baixa (menor E_c interna), por interação partícula a partícula

↓

Condução térmica: um processo de transferência de energia como calor

Materiais



- ✓ Bons condutores térmicos: recebem ou cedem energia como calor muito rapidamente (ex: metais).
- ✓ Maus condutores térmicos (isolantes térmicos): recebem ou cedem energia como calor muito lentamente (ex: madeira).

↓

Condutividade térmica (K_T): quantidade de calor, que atravessa, por segundo, a espessura de 1 metro entre 2 superfícies paralelas com 1 m^2 de área, quando a diferença de temperatura entre essas superfícies é de 1 K.

- Unidade SI: $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Materiais

$Q/\Delta t$:

- diretamente proporcional à área A das superfícies
- diretamente proporcional à diferença de temperaturas (ΔT)
- inversamente proporcional à espessura d entre as superfícies
- depende dos materiais de que são feitas



Material	K_T (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Prata	427
Cobre	398
Madeira	0.11-0.14
Ar	0.026

- Metais (K_T elevado): são os elétrons livres que efetuam a transferência de energia como calor
- Líq. e gases (K_T baixo)

Retirado de: Caldeira, H., & Bello, A. (2013). *Ontem e hoje – Física 10.º ano*. Porto: Porto Editora.

POWERPOINT 2

Síntese:

$$\Delta\theta$$
 (°C) = ΔT (K)



$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

→ quantidade de energia necessária para fazer variar a temperatura de $\Delta\theta$ °C de uma massa m de um dado material.

Q diretamente proporcional:

- à massa (m) de substância
- à variação de temperatura ($\Delta\theta$)

Capacidade térmica mássica (c)

$$c = Q / (m \cdot \Delta\theta)$$



→ caracteriza a maior ou menor facilidade que uma substância tem para absorver ou ceder energia.

▪ Unidade SI: $J \cdot Kg^{-1} \cdot K^{-1}$



Corresponde à quantidade de energia que é necessário fornecer a 1 Kg de massa da substância para que a sua temperatura varie (aumente ou diminua) $1^{\circ}C$.

Capacidade térmica mássica

Materiais	Capacidade térmica mássica ($J \cdot Kg^{-1} \cdot K^{-1}$)
Alumínio	900
Chumbo	159
Água	4186

Retirado de: Caldeira, H., & Bello, A. (2013). *Ontem e hoje – Física 10.º ano*. Porto: Porto Editora.



Significado Físico do valor $c(\text{água}) = 4186 J \cdot Kg^{-1} \cdot K^{-1}$:

São necessários 4186J de energia para variar em 1K a massa de 1Kg de água.

Água → c elevado, relativamente a outras substâncias:
Pode ceder ou receber grandes quantidades de energia sem que a sua temperatura se altere significativamente.



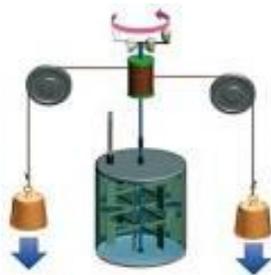
Daí a importância da água como regulador do clima.

→ Capacidade térmica (C), para um corpo de massa m :
quantidade de energia que é necessário fornecer a esse corpo para que a sua temperatura aumente 1K.

- $C = m \cdot c$
- Unidade SI: $J \cdot K^{-1}$

POWERPOINT 3

Experiência de Joule



O peso dos corpos faz girar as roldanas.

As pás vão rodar, transferindo energia sob a forma de trabalho para a água.

Aumenta a E_c interna da água.

A energia interna da água aumenta.

A temperatura da água aumenta.

Há conservação da energia

A vizinhança transferiu energia para o sistema.

1.ª Lei da Termodinâmica

Conservação da energia

O sistema apenas sofre alteração da sua **energia interna (ΔU)** (sistema termodinâmico).

$$\Delta U = W + Q + R \quad \longrightarrow \quad 1.ª \text{ Lei da Termodinâmica}$$

W – transferência de energia sob a forma de trabalho
Q - transferência de energia sob a forma de calor
R - transferência de energia sob a forma de radiação

- W, Q ou R > 0: energia recebida pelo sistema
- W, Q ou R < 0: energia cedida pelo sistema

POWERPOINT 4

Balço energético num sistema termodinâmico

Energia
Grandeza física cujo valor algébrico é sempre **positivo**



Sistema termodinâmico
(apreciável variação de energia interna - ΔU)

Transferências de energia: calor, (Q); radiação, (R); trabalho, (W)

Convenção:

- Entradas de energia no sistema: $E > 0$
- Saídas de energia no sistema: $E < 0$

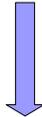


Balanço energético num sistema termodinâmico



Balanço energético

Conservação da energia



Neste trabalho ocorrem transferências de energia como calor

Energia que **entra** no sistema (sob a forma de calor) é **igual** e de **sinal contrário** à energia que **sai** do sistema

$$Q_{\text{recebido}} = -Q_{\text{cedido}}$$



Balanço energético num sistema termodinâmico

Quando um sistema sofre uma **mudança de estado físico**:

fusão, solidificação, vaporização, condensação, sublimação;



Apesar de estar a receber / ceder energia

→ Temperatura mantém-se constante.

Variação de entalpia (ΔH)

→ **calor latente de fusão (L_f), vaporização (L_v),...**

- Quantidade de energia recebida ou cedida por uma unidade de massa de uma substância, para que sofra uma mudança de estado físico.

$Q = m \cdot L$ m - massa do sistema que sofre a mudança de estado

É característica de cada substância.

Unidade SI: $J \cdot Kg^{-1}$

Balço energético num sistema termodinâmico

$$L_f_{\text{gelo}} = 3.33 \times 10^5 \text{ J.Kg}^{-1}$$



➔ É necessário fornecer $3.33 \times 10^5 \text{ J}$ de energia a 1 Kg de gelo a 0°C (temperatura de fusão) para que este funda, originando água líquida a 0°C .

- $L_{\text{fusão}} > 0$: energia fornecida ao sistema (ex. fusão)
- $L_{\text{solidificação}} < 0$: energia cedida pelo sistema (ex. solidificação)

POWERPOINT 5

2.ª Lei da Termodinâmica

Máquinas:



- Transferências de energia;
 - Parte da energia não é aproveitada para realizar trabalho (atrito entre as peças das máquinas) → aumento de energia interna;
- 
- Degradação de energia (perda de capacidade de realização de trabalho);
 - Rendimento inferior a 100%;
 - Lei da conservação da energia;

Natureza:



- Processos ocorrem, em geral, à custa da **degradação da energia** (Ex: desenvolvimento de um embrião);
- A **evolução natural** dos fenómenos tende para a degradação da energia;
- Fenómenos **irreversíveis**, realizam-se num só sentido;
- Transformações de energia **espontâneas** (sem recurso a ação exterior);



2.ª Lei da Termodinâmica:

No Universo, ou outro sistema isolado, a quantidade de energia útil nunca aumenta.

Sistema termodinâmico



- Tende para o equilíbrio e uniformidade;
- Só ocorrem mudanças quando há desequilíbrios;
- As mudanças ocorrem na tentativa de restabelecer o equilíbrio;
- Ex: misturar sumo em água.

Conclusão

- ❖ **1.ª Lei Termodinâmica:** a quantidade total de energia no Universo mantém-se constante.
- ❖ **2.ª Lei Termodinâmica:** transferências e transformações de energia conduzem a uma sucessiva degradação da energia útil do Universo, de forma **irreversível**.

POWERPOINT 6

Coletores solares



Transferências de energia no **coletor**:

- R (radiação)
- Q (calor)

Mecanismos de transferência de energia como **calor**:

- ❖ Condução
- ❖ Convecção

Radiação solar incide no coletor, sendo **transmitida** pela tampa de vidro:

- ✓ Vidro transparente à rad. visível, mas não à rad. IV
- ✓ Fundo e laterais da **caixa do coletor** pintados de negro mate
→ aumentar a absorção da radiação



Aumento de temperatura no interior da caixa do coletor e seus constituintes

Tubos absorvedores:

- ✓ Cobre (elevada condutividade térmica)
- ✓ Pintados de negro mate (elevada absorção)



Bons absorvedores, aumentam de temperatura



Transferência de energia como calor, pelo mecanismo de **condução**, para o fluido em contacto com os tubos

Aumento da temperatura do **fluido**, junto aos tubos que neles circula

✓ Então o fluido entra no tubo do coletor a uma temperatura mais baixa, e vai **aumentando de temperatura**.



✓ O fluido que está a uma **temperatura mais elevada aumenta de volume, tornando-se menos denso e movimenta-se no sentido ascendente**, dentro dos tubos.

✓ Simultaneamente, o fluido que está a uma **temperatura mais baixa diminui de volume, tornando-se mais denso e movimenta-se no sentido descendente**, dentro dos tubos.

A estes movimentos de fluido (ascendentes e descendentes), que ocorrem com transferência de energia, dá-se o nome de: **correntes de convecção**.

O fluido circulante com uma temperatura mais elevada chega, assim, à **serpentina** colocada no fundo do **reservatório de água**.



✓ Ocorre transferência de energia para os tubos da serpentina e depois para a película de **água** mais próxima dos tubos. Esta transferência de energia ocorre por **Condução** (partícula a partícula, sem transporte de massa), verificando-se um
⇒ **aumento da temperatura da água** próxima da serpentina.



aumento de volume



diminuição da densidade da água



a água ascende no reservatório.

✓ À medida que algumas moléculas de água vão **ascendendo**, **transferem energia** para outras a temperatura inferior, levando a que as primeiras diminuam a temperatura, aumentando a densidade e voltando a descer (**movimentos descendentes**).



Correntes de convecção na água do reservatório (tal como acontece com o fluido do coletor):

- ❑ 2 sentidos: ascendente e descendente (a água a uma temperatura inferior tem maior densidade e tendência a descer enquanto que a água a uma temperatura superior tem menor densidade e tendência a subir)



aumento de temperatura da água do reservatório.

- ✓ Reservatório deve ser constituído por um **material isolante**
➡ minimizar as perdas de energia.

Esquema de um coletor solar



Retirado de: Caldeira, H., & Bello, A. (2013). *Ontem e hoje – Física 10.º ano*. Porto: Porto Editora.

Síntese:

Mecanismos de transferência de energia como **calor**:



- ❖ **Condução** – interação partícula a partícula, não existe transporte de matéria. Mecanismo predominante nos sólidos.
- ❖ **Convecção** – há deslocamento de matéria. Mecanismo predominante nos fluidos (líquidos e gases).

Outro exemplo:



- A fonte térmica transfere energia como calor pelo mecanismo de condução para a placa metálica aumentando a temperatura desta. Por sua vez, a placa transfere energia também por condução para o vidro do balão. Este, transfere energia pelo mecanismo de condução para a película de água mais próxima do balão.
- O fluido próximo da fonte de energia, aumenta de temperatura, ficando **menos denso do que o restante** e, por essa razão, sobe no reservatório (**movimento ascendente**).
- À medida que sobe, vai transferindo energia para as regiões vizinhas, pelo que vai diminuindo a temperatura. A sua densidade vai assim aumentar de novo, voltando o fluido a descer (**movimento descendente**), até à base do reservatório, onde volta a receber energia.
- Este mecanismo repete-se ao longo do tempo, originando as **correntes de convecção**.

APÊNDICE D

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Grelha de avaliação de uma tarefa de investigação não laboratorial*					
Critérios	Descritores de desempenho				Pontos
	1	2	3	4	
Correção científica	Apresenta incorreções frequentes ao nível dos conceitos e das informações recolhidas.	Apresenta algumas incorreções ao nível dos conceitos e das informações recolhidas.	Não apresenta incorreções ao nível dos conceitos e das informações recolhidas.	Apresenta, relaciona e explica os conceitos de uma forma correta.	___/ 4
Qualidade dos conhecimentos	Não revela ter adquirido conhecimentos com a tarefa.	Revela alguns conhecimentos elementares, mas tem dificuldade com conhecimentos mais complexos.	Evidencia conhecimentos de natureza diferente, embora tenha dificuldade na aplicação a situações novas.	Domina com facilidade os conhecimentos científicos envolvidos.	___/ 4
Sistematização da informação recolhida	Tem dificuldade em organizar a informação que se encontra dispersa.	Organiza a informação em geral, mas tem dificuldade em categorizá-la.	É capaz de interpretar os dados e apresentar conclusões corretas, mas não compreende os limites e os constrangimentos da generalização.	Organiza facilmente a informação usando-a sem dificuldade.	___/ 4
Organização conceptual	Não é capaz de relacionar os conceitos envolvidos na tarefa.	Relaciona genericamente os conceitos envolvidos, mas tem dificuldades em compreender o significado dessa relação.	Relaciona os diferentes conceitos e compreende o significado dessas relações, embora tenha dificuldade em explicá-las.	Relaciona os diferentes conceitos envolvidos e explica o significado das relações que estabelece.	___/ 4
Participação oral	Não interage ou está sempre a falar, e não permite que mais ninguém fale.	Está quase sempre a falar, e raramente permite que mais alguém fale.	Ouve, mas em algumas situações, fala demasiado.	Ouve e fala de forma equilibrada.	___/ 4
Total					___/ 20

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Grelha de avaliação de uma tarefa laboratorial*					
Critérios	Descritores de desempenho				Pontos
	1	2	3	4	
Planificação	Não tem grande ideia como resolver o problema. Necessita de grande ajuda.	Plano pouco eficaz, a necessitar de grande reformulação. Não considera importantes variáveis.	Plano bem apresentado, mas a necessitar de reformulações. Compreende a formulação geral do problema, mas não discute criticamente.	Plano de investigação claro, conciso e concreto. Capaz de discutir o plano criticamente.	___/ 4
Concretização experimental	Não faz observações nem medições de forma correta, mesmo quando lhe é dada orientação para tal. Aluno a necessitar de grande acompanhamento.	É capaz de observar e medir apenas quando tem orientação explícita para o que tem de fazer.	Observações e medições corretas, mas com alguma dificuldade em utilizar os instrumentos, precisando de orientação.	Faz observações e medições de forma consistente, com correção de precisão e unidade. Utiliza corretamente os instrumentos necessários.	___/ 4
Análise da situação de aprendizagem	É incapaz de ir além dos dados recolhidos.	É capaz de organizar os dados quando tem indicações explícitas e apenas dá respostas específicas e estabelece questões estritas.	É capaz de interpretar os dados e apresentar conclusões corretas, mas não compreende os limites e os constrangimentos da generalização.	Sintetiza observações e dados de forma correta e consistente. Estabelece relações e faz generalização dentro dos limites aceitáveis.	___/ 4
Aplicação da situação a outros assuntos e contextos	É incapaz de qualquer aplicação, estender a investigação ou relacionar com outras situações. Precisa de grande orientação.	Só é capaz de relacionar as conclusões com outros assuntos e áreas quando questionado especificamente.	Relaciona conclusões com outros temas e estudos anteriores, mas propõe aplicações apenas a áreas relacionadas.	Relaciona as conclusões com outros temas ou modelos. Sugere aplicações apropriadas e propõe outras investigações.	___/ 4
Total					___/ 16

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Grelha de avaliação de desempenho do aluno no grupo*					
Critérios	Descritores de desempenho				Pontos
	1	2	3	4	
Responsabilização pelos papéis/tarefas atribuídos	Não desempenha nenhum dos papéis/tarefas que lhe foram atribuídos, tendo os colegas de realizar a sua parte.	Raramente desempenha os papéis/tarefas que lhe foram atribuídos; precisa, frequentemente que lhe recordem os seus deveres.	Normalmente, cumpre o seu trabalho; raramente precisa que lhe recordem os seus deveres.	Cumpr sempre os seus papéis/tarefas sem precisar que lhe recordem os seus deveres.	___/ 4
Tipo de intervenção pessoal	Raramente apresenta ideias úteis durante o trabalho em grupo. Não acompanha a evolução do trabalho.	Colabora esporadicamente, embora por vezes se distraia das tarefas do grupo.	Colabora, sendo responsável pelas tarefas que lhe são atribuídas.	Colabora em todas as tarefas e estimula a participação dos seus colegas. Contribui de forma decisiva para o sucesso do trabalho.	___/ 4
Relação que estabelece com os outros	Demonstra apatia ou liderança autoritária, contribuindo negativamente para o grupo.	Demonstra algum interesse, embora não interfira na dinâmica do grupo.	Demonstra interesse pela dinâmica do grupo, contribuindo para o trabalho.	Interage com os outros ou lidera de forma a valorizar o trabalho do grupo.	___/ 4
Tomada de decisões	Não tenta resolver os problemas nem ajuda os seus colegas a resolvê-los.	Não sugere nem melhora soluções, mas está disposto a experimentar as soluções propostas pelos seus colegas.	Melhora as soluções apresentadas pelos colegas.	Procura ativamente e propõe soluções para os problemas em causa.	___/ 4
Participação oral	Não interage ou está sempre a falar e não permite que mais ninguém fale.	Está quase sempre a falar e raramente permite que mais alguém fale.	Ouve, mas em algumas situações, fala demasiado.	Ouve e fala de forma equilibrada.	___/ 4
Gestão do tempo	Não conclui as tarefas propostas no prazo estabelecido.	Tende a prolongar a conclusão das tarefas, pondo em causa a qualidade do trabalho final.	Tende a prolongar a conclusão das tarefas, mas consegue cumprir os prazos.	Gere bem o tempo, assegurando a conclusão das tarefas no prazo estabelecido.	___/ 4
Total					___/ 24

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

Grelha de avaliação de comunicação à turma*					
Critérios	Descritores de desempenho				Pontos
	1	2	3	4	
Correção científica	Apresentação com várias incorreções ao nível dos conceitos e/ou das informações.	Apresentação com algumas incorreções ao nível dos conceitos e/ou das informações.	Apresentação sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos e/ou das informações.	Apresentação reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações.	___/ 4
Justificação da argumentação	Os elementos do grupo não estão suficientemente preparados para defender aspetos do seu trabalho. Não possuem conhecimentos suficientes e/ou as competências necessárias.	Vários elementos do grupo têm um conhecimento deficiente do conteúdo do seu trabalho ou são incapazes de justificar os argumentos.	A maioria dos elementos do grupo revela um bom conhecimento do conteúdo do seu trabalho e de justificação da argumentação.	Todos os elementos do grupo revelam um conhecimento profundo do conteúdo do seu trabalho e justificação da argumentação.	___/ 4
Correção do discurso	Dificuldade de discurso e incorreções gramaticais, de pronúncia e de linguagem científica.	Lapsos gramaticais e dificuldades de pronúncia e de linguagem científica.	Discurso razoavelmente bem articulado, e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e de linguagem científica.	Discurso muito bem articulado, e sem incorreções gramaticais ou de pronúncia e de linguagem científica.	___/ 4
Articulação entre os elementos do grupo	Não existe qualquer articulação entre os vários elementos do grupo. A apresentação é desorganizada.	Fraca articulação entre os vários elementos do grupo. Torna-se evidente que alguns elementos não prepararam a apresentação.	Boa articulação entre a maioria dos elementos do grupo.	Excelente articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação lógica e muito bem organizada.	___/ 4
Clareza e objetividade	Exposição pouco clara, pouco objetiva e sem evidenciação dos aspetos fundamentais.	Exposição clara, mas pouco objetiva. Foram apresentados muitos aspetos supérfluos.	Exposição clara, mas com alguns aspetos supérfluos.	Exposição clara, objetiva e com evidenciação dos aspetos fundamentais.	___/ 4
Apresentação da informação	A informação é lida em vez de ser apresentada.	A maior parte da informação é lida em vez de ser apresentada.	A informação é apresentada mas acompanhada da leitura de algumas notas.	A informação é apresentada e não lida.	___/ 4
Capacidade de suscitar interesse	Apresentação com percalços e ineficaz na captação da atenção ou interesse da audiência.	Apresentação com alguns percalços e nem sempre eficaz na captação da atenção ou interesse da audiência.	Apresentação com alguns percalços mas eficaz na captação da atenção ou interesse da audiência.	Apresentação bem ensaiada, sem percalços e eficaz na captação da atenção e do interesse da audiência.	___/ 4

Suporte audiovisual	Não utiliza qualquer elemento audiovisual para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas, gráficos, vídeos).	Utiliza alguns elementos audiovisuais de fraca qualidade.	Utiliza elementos audiovisuais de qualidade mas não os explora adequadamente.	Utiliza elementos audiovisuais de qualidade e explora-os de forma adequada para realçar o conteúdo da apresentação.	___/ 4
Gestão do tempo	Não respeita o tempo estipulado, ou por excesso ou por defeito.	A apresentação ultrapassa consideravelmente o tempo que lhe estava destinado.	A apresentação ultrapassa ligeiramente o tempo que lhe estava destinado.	Ótima gestão do tempo disponível.	___/ 4
Utilização da voz	Discurso inaudível, com voz monótona e sem expressividade.	Discurso com grandes oscilações no volume de voz, mas sem expressividade.	Discurso audível durante a maior parte da apresentação e com expressividade.	Discurso audível durante toda a apresentação, boa articulação de voz e com expressividade.	___/ 4
Total					___/ 40

*Adaptado de Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA.

APÊNDICE E

GUIÃO DA ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO

Dimensão	Objetivos	Questões
Dificuldades e estratégias para as ultrapassar	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as dificuldades sentidas pelos alunos ao realizarem tarefas de investigação - Conhecer as estratégias utilizadas pelos alunos para ultrapassarem as dificuldades sentidas 	<ul style="list-style-type: none"> - Que dificuldades sentiram ao realizarem as tarefas de investigação? Porquê? - Em qual tarefa sentiram mais dificuldades? Porquê? - Que estratégias utilizaram para ultrapassar essas dificuldades? - Sentiram que as dificuldades foram sendo ultrapassadas? Como / Porquê?
Aprendizagens realizadas	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as aprendizagens realizadas pelos alunos com as tarefas de investigação 	<ul style="list-style-type: none"> - O que aprenderam com as tarefas de investigação? Como? - O que aprenderam com as tarefas que considerem importante para a Física e Química? - Consideram importante para o dia a dia o que aprenderam com as tarefas? Porquê?
Avaliação dos alunos relativamente às tarefas de investigação	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a opinião dos alunos face às tarefas de investigação (se gostaram ou não, o que gostaram mais, se consideram importante para a aprendizagem) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gostaram de realizar estas tarefas? Porquê? - O que gostaram mais nestas tarefas? Qual a tarefa que mais gostaram? Porquê? - O que gostaram menos nestas tarefas? Qual a tarefa que menos gostaram? Porquê? - Consideram importante realizarem tarefas deste género mais vezes? Porquê?

