

UNIVERSIDADE DE LISBOA



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

**Tarefas que valorizam uma abordagem CTSA no ensino do tema
“Energia - Do Sol para a Terra”.**

Ana Patrícia Bento Neto

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário

2013

UNIVERSIDADE DE LISBOA



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

**Tarefas que valorizam uma abordagem CTSA no ensino do tema
“Energia - Do Sol para a Terra”.**

Ana Patrícia Bento Neto

Orientadora: Professora Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário

2013

Agradecimentos

À professora Mónica Baptista, mais do que uma professora, uma amiga. Muito obrigada por estar sempre ao nosso lado, emparar as nossos momentos menos bons e ouvir as nossas alegrias.

À professora Dulce Campos pelo apoio e simpatia. Aprendi muito ao seu lado e sei que levo um pouco de si para as minhas aulas futuras.

Aos meus alunos que permitiram que todo este trabalho fosse desenvolvido. A sua colaboração foi fundamental e a forma como me trataram também, ainda os estou a ver nas aulas assistidas, olhavam para mim e sussurraram: “boa sorte”.

Aos meus colegas de mestrado, Rui, Ana, Iva e Margarida, obrigada por ouvirem os meus desabafos. Não teria sido a mesma coisa sem vocês.

Às minhas amigas de sempre, Raquel e Diana e às de ginásio, Luísa e Teresa, por nos últimos tempos estar mais distante e mesmo assim compreenderem que o tempo não estica. Apesar de tudo, estão sempre comigo.

Aos meus tios e simultaneamente padrinhos, em especial à minha madrinha. Parece que segui as suas pisadas, primeiro no curso e agora como opção profissional. Foi e continua a ser uma inspiração. Obrigada por estar sempre ao meu lado.

Às minhas primas, Rita e Laura, se tivesse de escolher a minha família, escolhia esta e não a trocava por nada.

E sobretudo, aos meus pais que “aturaram” o meu mau feitio. Eu assumo que tenho dias muito difíceis. Ainda assim, estiveram sempre comigo, incentivaram-me até ao último dia, ajudaram-me em tudo e sei que vão continuar ao meu lado, qualquer que sejam as minhas escolhas. Reconheço que este trabalho só é possível porque eles foram o meu “suporte”, a minha “âncora”, o meu tudo...

Resumo

Este trabalho tem como objetivo conhecer, de que forma, a realização de tarefas, que valorizam uma abordagem CTSA, sobre a subunidade “Energia- Do Sol para a Terra”, contribui para o desenvolvimento das competências preconizadas no Programa da disciplina de Física e Química do 10.º ano de escolaridade. Neste sentido, procura-se identificar que dificuldades revelam os alunos, que aprendizagens realizam e que avaliações fazem relativamente ao uso deste tipo de tarefas.

Para atingir as finalidades apresentadas optou-se por utilizar uma metodologia de investigação qualitativa, uma vez que, se pretende conhecer e descrever as reações dos alunos, em ambiente de sala de aula, ao serem implementadas tarefas de cariz CTSA. Os dados são recolhidos utilizando vários instrumentos, nomeadamente, a observação participante, a entrevista em grupo focado, os questionários e os documentos escritos. Da análise de conteúdo emergiram categorias e subcategorias do estudo que facilitaram a apresentação, interpretação e compreensão dos dados recolhidos.

Os resultados revelaram que os alunos usaram como estratégias para a resolução das tarefas a pesquisa e síntese de informação, o trabalho em grupo, a exposição e defesa de ideias. Os alunos sentiram dificuldades na mobilização de competências processuais, conceptuais, sociais, atitudinais e axiológicas. No entanto, à medida que as tarefas foram aplicadas, os alunos conseguiram superar algumas dificuldades. Os resultados mostraram ainda que os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física e Química foram importantes para a compreensão do tema “energia” nos meios de comunicação social e na resolução de problemas do dia-a-dia.

Palavras-chave: Abordagem CTSA, Ensino e aprendizagem da “Energia”, Desenvolvimento de competências, Literacia científica.

Abstract

This work aims to know how the performance of tasks, which enhance a STSE approach about the subunit “Energy - Sun to Earth” -, contribute to the development of competences recommended in Curriculum of Physics and Chemistry to 10th grade. In this sense, it is intended to identify the difficulties face by pupils when performing the tasks, their learning when are accomplishing these tasks and their evaluation about the tasks.

The work was conducted in a 10th grade class, from the Sciences and Humanities degree of Sciences and Technologies. Six lessons were taught, one having the duration of 135 minutes, and the others having the duration of 90 minutes. 27 students participated in this work, 11 females and 16 males, with a mean age of about 15 years old. Data collection was done through the use of focus group interviews, written documents and naturalistic observation.

The results revealed that pupils used as strategies to search and summarize information, to work collaboratively and to expose and discuss ideas. The pupils felt some difficulties, namely in development of procedural, conceptual, social, behavioral and axiological competences. However, over the tasks these are being overcome. The results also show that the knowledge acquired in Physics and Chemistry subject were important for the comprehension of “energy” in the media and in the resolution of daily problems.

Keywords: STSE approach, “Energy” teaching and learning, competences development, scientific literacy.

Índice Geral

ÍNDICE DE QUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO	1
Organização do trabalho	3
CAPÍTULO 2	
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
Educação em Ciência	5
Movimento CTSA: história e objetivos	8
Estratégias de ensino	10
Síntese	15
CAPÍTULO 3	
PROPOSTA DIDÁTICA	17
Fundamentação Científica	17
Fundamentação Didática	28
Síntese	38
CAPÍTULO 4	
MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	39
Método de investigação	39
Participantes	40
Recolha de dados	41
Análise de dados	45
Síntese	47
CAPÍTULO 5	
RESULTADOS	49

Dificuldades Enfrentadas pelos Alunos durante a Implementação de tarefas que valorizam uma abordagem CTSA	49
Aprendizagens Realizadas pelos Alunos Durante o seu Envolvimento em Estratégias de Ensino Promotoras da Interação CTSA	59
Avaliação que os alunos fazem em relação às tarefas que realizaram	67
Síntese	71
CAPÍTULO 6	
DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL	73
Discussão dos Resultados	73
Conclusões	77
Reflexão final	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICES	87
APÊNDICE A – Planificações das Aulas	89
APÊNDICE B – Recursos Educativos de apoio às aulas: Tarefas	97
APÊNDICE C – Instrumentos de Avaliação	113
APÊNDICE D – Recursos Educativos de apoio às aulas: Diapositivos das projeções em PowerPoint	123
APÊNDICE E – Guião da Entrevista em Grupo Focado	137

Índice de Quadros

Quadro 2.1	11
<i>Competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de atividades práticas</i>	
Quadro 3.1	34
<i>Competências mobilizadas em cada tarefa</i>	
Quadro 4.1	40
<i>Idade dos participantes</i>	
Quadro 4.2	46
<i>Categorias e subcategorias de análise para as questões de estudo.</i>	

Índice de Figuras

<i>Figura 2.1.</i> Dimensões das atividades de investigação	12
<i>Figura 2.2.</i> Perspetiva cíclica das fases que uma tarefa de investigação deve apresentar, segundo o Modelo dos Cinco <i>E's</i>	13
<i>Figura 3.1.</i> Representação esquemática da Lei Zero da Termodinâmica.	19
<i>Figura 3.2.</i> Representação dos mecanismos de transferência de energia, sob a forma de calor.	20
<i>Figura 3.3.</i> Representação esquemática de uma onda eletromagnética	20
<i>Figura 3.4.</i> Diagrama com as faixas de comprimento de onda e frequência da radiação eletromagnética	21
<i>Figura 3.5.</i> Representação esquemática da radiação incidente a dividir-se em radiação refletida, radiação absorvida e radiação transmitida	22
<i>Figura 3.6.</i> Distribuição percentual da radiação solar incidente.	23
<i>Figura 3.7.</i> Espectro da radiação de três corpos negros a 5000 K, 4000 K e 3000 K.	24
<i>Figura 3.8.</i> Modelo de um corpo negro	26
<i>Figura 3.9.</i> Espectro da radiação de um corpo negro e de um corpo real.	26
<i>Figura 3.10.</i> Comparação do espectro de emissão do Sol e da Terra.	27
<i>Figura 3.13.</i> Esquema organizador da subunidade “Energia – Do Sol para a Terra.	29
<i>Figura 3.12.</i> Esquema da sequência das aulas e respetivas atividades desenvolvidas em cada tarefa.	33

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) tem sido amplamente estudada por apresentar inúmeras potencialidades, na formação de indivíduos, científica e tecnologicamente preparados, para participar no processo democrático de tomada de decisões e, por tudo isto, promover a ação cidadã na resolução de problemas do quotidiano (Membiela, 2001).

Segundo Galvão e Freire (2004), a ciência integrada para a orientação CTSA apresenta cinco objetivos que traduzem as grandes preocupações do movimento CTSA na escola, nomeadamente (i) despertar a curiosidade dos alunos para a aprendizagem da ciência, tornando-a cativante, humanizada, mais próxima dos alunos, alargando-a para além da escola; (ii) desenvolver o pensamento crítico e a autonomia intelectual dos alunos; (iii) estabelecer limites entre a ciência e as metaciências (o que faz a ciência ser ciência), promovendo uma visão social da ciência; (iv) examinar os aspetos políticos, económicos, éticos e sociais da ciência e da tecnologia, como auxílio para uma melhor formação científica; e (v) tornar os alunos aptos a tomar decisões fundadas e eticamente responsáveis, promovendo a literacia científica.

O termo literacia científica tem sido largamente debatido com diversas tentativas de clarificar o seu significado. Em 1989, o documento *Science for all Americans: Project 2061*, produzido pela *American Association for the Advancement of Science*, AAAS, apresentou uma definição que incluía praticamente todos os objetivos do ensino das ciências que haviam sido identificados. Para a AAAS,

os alunos devem estar familiarizados com o mundo natural no que respeita à sua unidade, estar conscientes de algumas interdependências relevantes entre matemática, tecnologia e ciência, compreender alguns conceitos-chave e alguns princípios da ciência, ter a capacidade de raciocinar cientificamente, saber que a ciência, a matemática e a tecnologia são empreendimentos humanos, estando

conscientes das suas virtudes e limitações; e por fim, devem ser capazes de utilizar o conhecimento científico para fins pessoais e sociais (AAAS, 1989, pp. xvii - xviii).

O conceito de “ciência para todos” surgiu na década de 70 e veio substituir um método convencional de ensino. A metodologia utilizada, até então, consistia na apresentação da matéria, seguindo o manual no qual estava quase tudo o que se considerava ser necessário. O ensino das ciências centrava-se, essencialmente, na transmissão de conceitos, factos, princípios e leis e favorecia, sobretudo, aqueles alunos com aptidões e motivação específica para a ciência. Todavia, nos últimos 30 anos, mudanças reais, ao nível dos currículos, ocorreram muito por força da evolução social e económica (Roldão, 1999). Hoje, o que se espera de um professor é que surja como um orientador, que conduz os alunos a refletirem sobre as questões colocadas e sobre as estratégias de resolução, respeitando os ritmos de aprendizagem de cada um e assegurando que todos têm oportunidade para participar em experiências educativas que contribuam para uma aprendizagem significativa (Papert, 2001; Tobbin, & Tippins, 1993 citados por Almeida & César, 2006).

Neste sentido, o Programa de Física e Química A para o 10.º ano de escolaridade, a par do que acontece noutros níveis de ensino, permite ao professor escolher as tarefas e as estratégias de exploração, tudo isto, conforme os interesses e o desenvolvimento dos alunos. Sem nunca esquecer, que as opções didáticas devem ser orientadas para a autonomia do aluno na procura de informação, na sua organização, análise e sistematização, explorando “temas atuais com valor social, nomeadamente, problemas globais que preocupam a humanidade” (Martins et al., 2001, p. 5). Para tal, sugere-se, que se privilegie a realização de atividades práticas de sala de aula ou de laboratório, onde podemos encontrar experiências sensoriais, experiências de verificação/ilustração, exercícios práticos e tarefas de investigação.

Assim sendo, este trabalho apresenta como finalidade conhecer de que forma a realização de tarefas, que valorizam uma abordagem CTSA, influencia a aprendizagem dos alunos, durante a leção da subunidade 1, intitulada “Energia – Do Sol para a Terra” incluída na unidade 1 “Do Sol ao aquecimento”. Esta unidade insere-se na componente de Física do 10.º ano de escolaridade.

No âmbito deste problema, foram identificadas três questões que orientam este trabalho:

- ↳ Que dificuldades revelam os alunos durante a realização de tarefas que valorizam uma abordagem CTSA? Como as ultrapassam?
- ↳ Que aprendizagens realizam os alunos quando estão envolvidos no desenvolvimento das tarefas promotoras da interação CTSA?
- ↳ Qual é a avaliação que os alunos fazem sobre o uso dessas tarefas nas aulas sobre o tema “Energia – Do Sol para a Terra”?

Organização do trabalho

Este trabalho encontra-se organizado em seis capítulos. No primeiro, encontra-se a introdução do trabalho, onde se contextualiza a sua problemática e as questões que o orientam. No segundo capítulo, faz-se o enquadramento teórico, apresentando as finalidades do ensino das ciências, a importância da integração do contexto CTSA nas aulas de Física e Química, o papel que o aluno desempenha na resolução das tarefas de investigação, discussão e role-play e quais as competências que se espera que os alunos desenvolvam. No terceiro capítulo procede-se à apresentação e descrição da proposta didática e à abordagem dos conteúdos científicos, considerados relevantes para a lecionação da unidade. No quarto capítulo destaca-se a metodologia usada neste trabalho, caracteriza-se os participantes, indica-se o modo como os dados são recolhidos e procede-se à análise dos dados. No quinto capítulo, encontram-se os resultados do trabalho, organizados de acordo com as questões orientadoras. Por último, faz-se a discussão dos resultados, apresentam-se as conclusões do estudo e apresenta-se uma reflexão final sobre a relevância deste trabalho para a prática profissional.

CAPÍTULO 2

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo faz-se um enquadramento teórico considerado relevante para a problemática deste trabalho. Este encontra-se dividido em três secções. Na primeira secção apresentam-se as finalidades do ensino das ciências, na segunda secção descrevem-se os propósitos do movimento CTSA e, na terceira secção, exploram-se as características e os objetivos das tarefas de investigação, do role-play e da discussão.

Educação em Ciência

Durante vários anos o ensino das ciências, nos diferentes níveis de escolaridade, convergiu na memorização de conceitos (factos e leis), na execução de atividades de forma mecânica e na resolução de exercícios semelhantes aos previamente apresentados e resolvidos pelo professor (Costa, 1999). Este aspeto mecanicista encarava as ciências como um corpo organizado de saberes e regras, a aprender e a utilizar, sem que houvesse um vínculo com a realidade (Domingos, Neves & Galhardo, 1987).

Os currículos eram desenvolvidos centrando-se unicamente na aquisição de capacidades intelectuais, sem qualquer cuidado com o desenvolvimento das capacidades afetivas e sociais. Além disso, os assuntos tratados raramente faziam a ligação com o contexto dos alunos fora da sala de aula (Roldão, 1999).

Atualmente, a comunidade educativa admite, que um ensino mecanicista gere uma aprendizagem insuficiente e restritiva, conduz ao desinteresse e pode levar ao insucesso. Desta forma, o que hoje se recomenda é que, além dos conhecimentos necessários, se estimule os alunos a desenvolver um conjunto de atitudes e capacidades, onde se inclui pesquisar, selecionar informação, concluir, comunicar, entre outras. E,

assim, sejam levados a investigar, questionar, construir conhecimentos, utilizar novas tecnologias e, acima de tudo, conquistar autonomia ao longo da aprendizagem, conseguindo com isto, a capacidade de responder às novas situações que podem vir a surgir (Abrantes, 2001).

Deste modo, com o objetivo de estimular os alunos e provocar a sua curiosidade, o ensino das ciências deve estar voltado para a resolução de problemas reais com interesse para os alunos, os métodos devem estar centrados no aluno e estes devem estar envolvidos diretamente na aprendizagem das ciências.

Uma das formas de cativar os alunos pode passar pela divulgação de informação veiculada por órgãos de comunicação social, já que “ao contextualizar a atividade, o professor está a torná-la relevante aos olhos do aluno e, logo, a aumentar o interesse dos alunos pelo tema” (Osborne & Collins, 2001 citados por Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011, p. 28). De acordo com um estudo efetuado por Dimopoulos e Koulaidis (2003), citados por Reis (2006), os artigos de jornal sobre questões científicas e tecnológicas podem ser extraordinariamente úteis na promoção da literacia científica em contexto formal de aprendizagem. Os jornais constituem uma fonte de materiais adequados à discussão de questões sócio científicas, consideradas relevantes e interessantes pelos alunos e pelos cidadãos em geral.

Neste contexto, a disciplina de Física e Química pode contribuir de forma significativa ao proporcionar uma compreensão científica que lhes será útil para entender os fenómenos e acontecimentos que constituem o mundo físico e social de que fazem parte (Pereira, 1992).

Mas, para além da resolução de problemas, é fundamental dar a conhecer aos alunos a perspetiva histórica dos acontecimentos científicos. Com isto, espera-se que eles possam desenvolver a perceção do modo como a ciência efetivamente acontece, conhecendo o crescimento das ideias científicas e do caminho que conduziu à sua compreensão atual, dos papéis cumpridos pelos investigadores e da interação entre as provas e as teorias (Rutherford & Ahlgren, 1995).

De realçar, também, que a evolução da ciência só acontece através do constante questionamento por parte de quem a pratica, uma vez que, se dermos tudo por garantido e como uma verdade absoluta, não haverá espaço para o surgimento de novas ideias. Desta forma, apela-se ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo dos alunos. Assim, durante as aulas, é importante que os alunos consigam responder a algumas questões, nomeadamente, como foi possível chegar a este conhecimento?, que provas

foram apresentadas para legitimar este problema?, como se explica este problema?, existirão alternativas melhores para resolver esta questão? (Matthews, 1994). E, com isto, os alunos compreendam que a ciência é processo contínuo, em constante mudança e nem sempre consensual entre os cientistas/investigadores, ou seja, é necessário manter uma “mente aberta” no sentido de estarem atentos a possíveis retrocessos e mudanças.

Segundo a Lei de Bases do Sistema Educativo (2005), o papel da educação na “formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários”, “capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (pontos 4 e 5 dos Princípios Gerais, respetivamente) deve estar organizado de forma a “desenvolver a capacidade para o trabalho e proporcionar, com base numa sólida formação geral, uma formação específica para a ocupação de um justo lugar na vida ativa” (ponto e) dos princípios organizativos.

Indo ao encontro do que é referido na Lei de Bases do Sistema educativo, o Programa da disciplina de Física e Química do Ensino Secundário, apresenta a formação específica como uma

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 et al., 2001, p. 4).

Assim, para satisfazer o desenvolvimento de todas as competências, referidas anteriormente, a disciplina de Física e Química deve proporcionar aos alunos o aumento e a melhoria dos conhecimentos associados a esta disciplina; a compreensão de como o conhecimento científico influencia as deliberações de ordem social, política e ambiental; a compreensão que as atividades experimentais são fundamentais para a construção do conhecimento científico; o desenvolvimento de competências e atitudes que permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade; o desenvolvimento de uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente; o entendimento de uma cultura científica (envolvendo as dimensões crítica e ética) como elemento integrante da cultura contemporânea; o entendimento de pontos de vista divergentes, nomeadamente em assuntos científicos socialmente controversos; a compreensão de informações que possam surgir sobre o desenvolvimento científico e tecnológico; a melhoria das capacidades de comunicação usando suportes diversos,

como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e o alargamento do leque de escolhas ao nível profissional, tendo capacidade de escolher o que querem para o futuro (Martins et al., 2001).

Segundo esta perspetiva, o ensino das ciências pode conduzir os alunos com melhores resultados nesta área, para uma carreira científica, os restantes alunos acabaram por beneficiar deste ensino, ficando melhor preparados para as exigências de um mercado de trabalho onde a ciência e a tecnologia atingem uma importância cada vez maior (Reis, 2006).

Movimento CTSA: história e objetivos

Nas décadas de 60 e 70, quando eclodia no cenário internacional um aceso debate sobre desenvolvimento e ambiente, começavam a surgir as primeiras perspetivas consideradas necessárias à educação contemporânea, a educação ambiental e a educação na perspetiva das relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Farias & Freitas, 2007).

Estávamos no final da Segunda Guerra Mundial e os cientistas debatiam-se sobre o que era afinal um sistema tecnológico, para muitos, não seria apenas o desenvolvimento da tecnologia em si, mas sim, a união de todas as áreas afetadas por essa tecnologia (Bazzo, Linsingen & Teixeira, 2003). O debate estendeu-se e começou também ele a fazer parte dos currículos, transpondo-se para a sala de aula.

O movimento CTS acabaria por se desenvolver paralelamente nos Estados Unidos da América e na Europa, ainda que, com diferentes entendimentos. Na Europa, mais especificamente na Universidade de Edimburgo (1970), a abordagem CTS apoiava-se na relação entre os avanços científicos e as influencias dos diferentes fatores sociais. Ao passo que, nos Estados Unidos da América, se enfatizava as consequências ambientais e sociais dos produtos da ciência e da tecnologia, bem como, os problemas éticos que daí advêm, principalmente devido às preocupações com as armas nucleares e químicas (Osório 2002, citado por Galvão & Freire, 2004).

O estímulo da participação pública passou a ser, desde então, uma constante nas iniciativas institucionais associadas à regulação da ciência e da tecnologia (Évora,

2011). Com isto, o movimento foi conquistando tal relevância que tem estado na origem de diversas reformas educativas.

Uma forma de avaliar se os alunos estão ou não a progredir o seu nível de literacia científica, são os testes PISA, lançados pela OCDE (Organização para o Desenvolvimento e Cooperação Económica), aplicados de três em três anos, estes testes dão mais ênfase aos conhecimentos adquiridos pelos alunos para enfrentarem os desafios da vida real, em vez de simplesmente avaliar o domínio que contêm sobre o conteúdo escolar específico (Galvão, Reis, Freire, & Faria, 2011).

Para a Lei de Bases do Sistema Educativo (2005), a integração de uma abordagem CTSA nas aulas pode, (i) garantir uma formação geral idêntica a todos os alunos que lhes possibilite a descoberta e o desenvolvimento dos seus interesses e aptidões, capacidade de raciocínio, memória e espírito crítico; (ii) desenvolver a criatividade, o sentido moral e a sensibilidade estética; (iii) incentivar a realização individual em conformidade com os valores da solidariedade social; (iv) relacionar o saber e o saber-fazer, a teoria e a prática, a cultura escolar e a cultura do quotidiano; (v) simplificar a aprendizagem e o desenvolvimento de métodos e técnicas de trabalho, elogiando a dimensão humana; (vi) oferecer aos alunos experiências que promovam a sua maturidade cívica e sócio afetiva, concebendo neles atitudes e hábitos positivos de relação e cooperação; e (vii) proporcionar a autonomia, tendo como objetivo a formação de cidadãos civicamente responsáveis e democraticamente intervenientes na sociedade.

A par do que acontece na Lei de Bases do Sistema Educativo, também o programa da disciplina faz uma referência à abordagem CTSA nas aulas, admitindo que é de extrema importância, já que, capacita os alunos para que possam ter uma opinião crítica dos temas que são abordados em sala de aula e fazer com que compreendam a realidade em que está inserida e, conseqüentemente, possam tomar decisões próprias e coerentes no meio da comunidade em que vivem (Martins et al., 2001).

Estratégias de Ensino

O conceito de estratégia surge no dicionário integrado nas terminologias associadas às fases do desenvolvimento curricular (Roldão, 2009). E, por sua vez, o processo de desenvolvimento curricular obedece a uma lógica de organização do processo de ensino que o operacionaliza através de estratégias, muitas vezes apelidadas como atividades, tarefas ou experiências de aprendizagem, consoante o ponto de vista dos diferentes autores (Ribeiro, 1980 citado por Roldão, 2009). Contudo, neste trabalho, há que fazer distinção, já que estratégia, não é sinónimo nem de tarefa nem de atividade, mas sim de planos concebidos pelo professor para, em relação a um dado assunto, promover determinadas competências, num contexto real (Vieira & Vieira, 2005). Ainda assim, as tarefas podem ser partes constitutivas da estratégia e que têm em vista a aquisição de aprendizagens (Roldão, 2009).

Neste caso, o termo estratégia de ensino, “reporta-se a um conjunto de ações do professor ou do aluno, orientadas para favorecer o desenvolvimento de determinadas competências de aprendizagem que se têm em vista” (Vieira & Vieira, 2005, pp. 15-16).

O documento, Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais (2001), admite que os conhecimentos só serão realmente compreendidos pelos alunos se houver uma estreita relação com a realidade que os rodeia e, por isso, torna-se essencial a vivência de diversas experiências de aprendizagem, nomeadamente a observação do meio ambiente (saídas de campo); a resolução de problemas que impliquem pesquisa, recolha, análise e organização de informação; a conceção de projetos; a realização de atividades experimentais; a análise de notícias; e a realização de debates sobre temas controversos e atuais:

Entende-se por competência

o conjunto de conhecimentos, procedimentos, atitudes e capacidades que uma pessoa possui e que são necessárias para enfrentar, de uma forma efetiva, as tarefas que uma profissão exige num determinado posto de trabalho, com nível de qualidade de desenvolvimento requerido, resolver os problemas emergentes com iniciativa, autonomia e criatividade, adaptar-se ao contexto socio-laboral e colaborar na organização do trabalho (Schön, 1994, p. 3).

As competências que se espera que os alunos desenvolvam com este tipo de tarefas encontram-se expressas no quadro abaixo indicado.

Quadro 2.1

Competências a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de atividades práticas (Adaptado de Martins et al., 2001 & NRC, 1996)

Competências a desenvolver pelos alunos

Competências do tipo Processual	<ul style="list-style-type: none">- Realizar pesquisas bibliográficas,- Efetuar observações;- Registrar observações;- Executar experiências;- Utilizar ferramentas e instrumentos adequados para recolher dados.
Competências do tipo conceptual	<ul style="list-style-type: none">- Planear e realizar investigações- Interpretar dados;- Formular hipóteses;- Analisar situações alternativas;- Formular soluções alternativas;- Elaborar um relatório.
Competências do tipo social, atitudinal e axiológico	<ul style="list-style-type: none">- Utilizar modos diferentes de representar a informação;- Expor e defender ideias;- Argumentar cientificamente os seus pontos de vista;- Refletir sobre os pontos de vista diferentes dos seus;- Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.

O ensino por investigação vai ao encontro destas diretrizes, já que constitui uma abordagem que envolve os alunos em tarefas multifacetadas, como por exemplo, a realização de observações; a colocação de questões; a consulta de livros e outras fontes de informação tendo em vista o confronto com os conhecimentos já adquiridos; o planeamento de investigações com vista a responder a questões formuladas; a revisão dos conhecimentos já estudados à luz das evidências experimentais; a recolha, análise e interpretação de informação; em propostas de previsões, explicações e respostas; a comunicação de resultados e a identificação de pressupostos, uso de pensamento crítico e consideração de explicações alternativas (NRC, 2000).

As características acima mencionadas situam os alunos no centro das suas aprendizagens, valorizam a atividade científica através do desenvolvimento de explicações científicas e recorrem à argumentação e a comunicação.

Para Leite (2001), só poderão ser consideradas verdadeiras tarefas de investigação, aquelas em que os alunos se confrontem com uma situação problemática;

façam previsões acerca de um problema (preferencialmente gerado por eles); planifiquem uma ou mais estratégias para a sua resolução; executem essas estratégias; analisem os dados recolhidos para tentar encontrar respostas para o problema e verifiquem se as soluções encontradas são ou não concordantes com as previsões iniciais.

As tarefas de investigação podem apresentar-se de várias formas. Segundo Woolnough (2000), elas podem adquirir diferentes graus de abertura e são introduzidas por uma questão ou problema, para o qual os alunos desconhecem a solução. De um modo geral, elas levam os alunos a elaborar os seus próprios planos, a testá-los, a analisar e comunicar os seus resultados e avaliar e modificar a sua experiência. Assim, responsabilizam-se pelo seu trabalho e pela determinação de o fazer funcionar. As competências mobilizadas envolvem tanto o domínio afetivo como o domínio cognitivo.

Wellington (2002), além do grau de abertura, também fez variar a maior ou menor orientação, que uma tarefa de investigação pode ter. De acordo com este autor, podem existir tarefas mais longas, que duram meses até serem resolvidas, ou curtas, que se solucionam em minutos. Podem apresentar uma ou mais respostas corretas, ou não. Umam dizem respeito a situações abstratas, outras a situações concretas. As dimensões das atividades de investigação, segundo Wellington (2002), estão representadas na Figura 2.1.

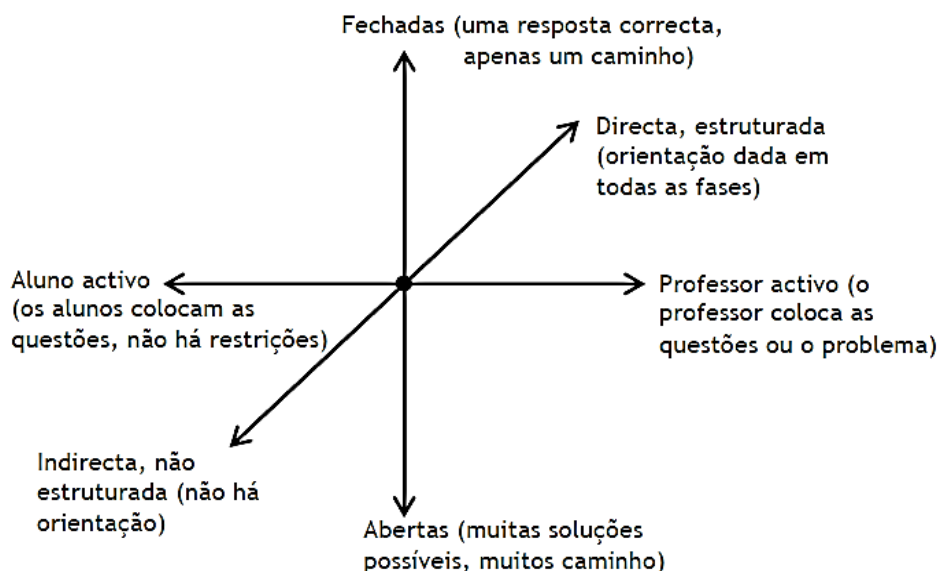


Figura 2.1. Dimensões das atividades de investigação (Retirado de Wellington, 2002).

Os três eixos representados na ilustração anterior são dependentes e representam situações contínuas de dois extremos. Vejamos o eixo relacionado com o aluno e professor ativo, de um lado, os alunos colocam questões que orientam as suas

investigações, no outro extremo é o professor quem formula as questões. O outro eixo relacionado com a maior ou menor abertura de uma tarefa de investigação, revela se a tarefa tem apenas um caminho a seguir, o que conduz a uma única solução ou se há possibilidade de seguir vários caminhos e com isso surgir várias respostas. Por último, no terceiro eixo, num dos extremos encontramos as tarefas diretas e estruturadas, ao passo que o outro é relativo a atividades indiretas e não estruturadas (Baptista, 2010).

Não existe um modelo único para realizar uma tarefa de investigação, vários foram os autores que concederam diferentes graus de consecução deste tipo de tarefas, entre eles, podemos encontrar o modelo dos *Cinco E's*.

Este modelo apresenta cinco fases gerais que uma tarefa de investigação deve ostentar. O ciclo inicia-se com a fase de envolvimento (*engagement*) onde se espera que, curtas atividades, promovam a curiosidade e motivem os alunos para o estudo de determinado assunto. Na fase seguinte, de exploração (*exploration*) é dada aos alunos a hipótese de trabalharem em pares ou em grupo, o que permite a interação e promove o conflito sociocognitivo. Aqui, os alunos podem questionar, fazer previsões, formular hipóteses, planificar e executar atividades práticas, registar as observações e discutir com a turma os resultados obtidos. Na fase da explicação (*explanation*) pretende-se que os alunos encontrem um esclarecimento para os aspetos que despontaram da experiência de aprendizagem. Na fase da elaboração (*elaboration*) os alunos podem aplicar os conceitos adquiridos a uma situação nova, indo mais além nos assuntos tratados. Por último, surge a avaliação (*evaluation*) que encoraja os alunos a refletir sobre o trabalho que desenvolveram (Bybee, 1997).

De seguida, apresenta-se um esquema que sistematiza o que foi dito anteriormente.

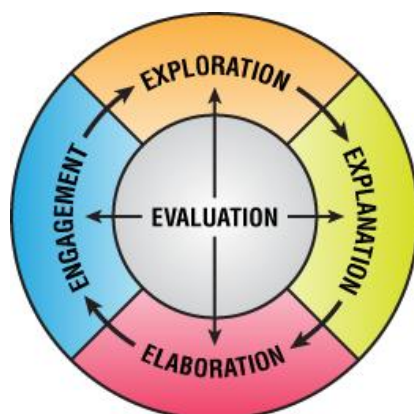


Figura 2.2. Perspetiva cíclica das fases que uma tarefa de investigação deve apresentar, segundo o Modelo dos Cinco E's.

Retirado de: <http://agpa.uakron.edu/p16/btp.php?id=learning-cycle> (27.05.2013)

Este modelo apoia-se no plano educacional atual e tem tido um grande impacto na educação em ciência (Bybee et al., 2006). No entanto, muitos outros podem ser usados. É, por isso, indispensável uma incessante investigação para averiguar quais os pontos fortes de cada modelo e aperfeiçoa-los onde for possível, para se apresentarem aos alunos tarefas cada vez mais atraentes.

Role-play

O role-play também conhecido como “jogo de interpretação de papéis” é um jogo onde os participantes criam personagens por meio de uma atribuição de características físicas, mentais e sociais. Por meio deste recurso

torna-se possível criar um ambiente de simulações, incentivando o desenvolvimento de habilidades procedimentais e atitudinais nos alunos, tais como o estabelecimento de estratégias, curiosidade, motivação, integração, agilidade para trabalhar em grupo, autonomia e liderança (Nunes, 2004 citado por Oliveira & Zuin, 2009, p. 2)

Num role-play as várias “personagens” debatem acerca de uma situação problemática, previamente definida, e sobre a qual os alunos devem tomar decisões e prever consequências.

Estes jogos são formados por três componentes: (i) um sistema de regras dotado de um ambiente no qual se desenvolvem as ações; (ii) um moderador, responsável pela organização da sessão, o qual domina as regras e orienta os participantes/jogadores; e (iii) os jogadores/participantes que desempenham diferentes papéis durante a realização do jogo (Ducrot et. al., 2008).

Este jogo revela-se interessante não só pela interpretação das personagens, mas acima de tudo, pela aprendizagem que advém com a decisão nos momentos-chave da história e a possibilidade de encontrar soluções diferentes e criativas para situações emergentes. Com isto, o role-play assume-se como um importante elemento de comunicação, já que, o ato de “jogar” permite aos alunos comunicar, ou seja, expressar os seus pensamentos. Esta concretização confere ao jogo um papel socializante, porque o participante terá de se expor e sentir que faz parte integrante do jogo (Bolzan, 2003).

As competências que se espera ver mobilizadas com este tipo de tarefas são competências cognitivas, designadamente, pesquisa e análise de dados, argumentação e tomada de decisão; competências de colaboração e atitudes e valores, nomeadamente a

responsabilidade, o respeito, a tolerância e a liberdade (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011).

Discussão

A discussão é uma forma particular de interação em grupo onde os alunos se juntam para falar sobre uma questão do interesse comum, algo que precisam de compreender, apreciar ou decidir (Dillon, 1994).

A discussão requer condições fundamentais para o seu desenvolvimento, designadamente a exposição de diferentes pontos de vista sobre o assunto em discussão; a recetividade para analisar e opor-se aos diferentes pontos de vista; a inexistência de opiniões com o carácter de “certeza absoluta”; a partilha de um respeito recíproco; a preocupação com a concordância dos indícios apresentados e a vontade de desenvolver o conhecimento e a compreensão do tema em causa (Dillon, 1994).

As competências que se espera ver mobilizadas pelos alunos com este tipo de atividade são o raciocínio, ao selecionar, analisar, interpretar e discutir informação; a comunicação, ao apresentar e discutir as suas ideias e as dos outros e as atitudes, ao manifestar uma atitude reflexiva e crítica relativamente às implicações éticas e morais do desenvolvimento científico e tecnológico (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011).

Síntese do Capítulo

Neste capítulo apresentou-se o ensino “Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente” (CTSA), amplamente defendido no programa da disciplina. Este movimento nasceu e cresceu, assumindo atualmente, grande relevância nos currículos, já que, valoriza a necessidade de diversificar as opções de ensino e aprendizagem, tornando-as interativas. O seu contexto deve estar intrinsecamente ligado ao quotidiano dos alunos. Esta abordagem apresenta como finalidade a formação de cidadãos cientificamente literados, capazes de participar no processo democrático de tomada de decisões e de cumprir uma ação social responsável, direcionada à solução de problemas sociais, associados à ciência e à tecnologia.

Para podermos satisfazer estas exigências temos que realizar tarefas que promovam o desenvolvimento de saberes, capacidades, valores e atitudes tão

necessários e sem os quais não há uma real compreensão da ciência. Desta forma, tem que se promover uma maior participação dos alunos, proporcionar experiências educativas que permitem questionar as suas próprias ideias e concepções, explorar novas formas de esclarecer o que acontece e debater e argumentar os vários pontos de vista.

CAPÍTULO 3

PROPOSTA DIDÁTICA

Neste capítulo é apresentada a proposta didática que os alunos vão desenvolver ao longo das aulas. A proposta didática está organizada com o intuito de proporcionar o desenvolvimento das competências preconizadas no Programa de Física e Química do Ensino Secundário, inerentes ao tema “Energia – Do Sol para a Terra”, que se encontra inserido na unidade “Do Sol ao aquecimento”. As tarefas que constituem a proposta didática são construídas perspetivando que essas competências sejam desenvolvidas pelos alunos de forma ativa e autónoma em contextos de aprendizagem diferenciados e promotores da abordagem CTSA.

O presente capítulo encontra-se organizado em duas secções, a fundamentação científica e a fundamentação didática. Na fundamentação científica abordam-se os conteúdos científicos considerados significativos para a lecionação da unidade temática em causa. Na fundamentação didática encontra-se uma contextualização da subunidade “Energia – Do Sol para a Terra”, a organização da proposta didática, a descrição das aulas e das tarefas e, por último, o modo como os alunos são avaliados.

Fundamentação Científica

Nesta subsecção serão abordados os conteúdos científicos considerados relevantes para a lecionação da subunidade didática “Energia – Do Sol para a Terra”.

Esta subunidade apresenta como objetivo a compreensão de fenómenos associados ao aquecimento do quotidiano, nomeadamente, o aquecimento da Terra, com realce para a importância da radiação solar. Tais conteúdos permitem entender a Lei da Conservação da Energia, o conceito de equilíbrio térmico, as implicações da Lei Zero

da Termodinâmica e adquirir alguns conhecimentos sobre emissão e absorção de radiação com recurso às Lei de Stefan-Boltzmann e à Lei dos deslocamentos de Wien.

Do Sol ao Aquecimento

A energia manifesta-se de diferentes formas: calor, luz, mecânica, elétrica, química, nuclear, entre outras (Gerthsen, Kneser & Vogel, 1998). Sabemos calcular o seu valor e verificamos que tem uma propriedade singular, num sistema isolado (sistema constituído por uma fronteira impermeável à matéria e que impede transferências de energia) o seu valor é constante. Desta forma, percebemos que a energia pode ser transferida ou convertida noutra, mas nunca é criada nem destruída (Feynman, Leighton & Sands, 1963).

Mecanismos de transferência de energia

A energia pode transferir-se entre sistemas sob a forma de trabalho e/ou como calor. (Serway & Jewett, 2004).

O trabalho de uma força permite determinar a energia transferida entre sistemas, pela aplicação de uma força, sobre o sistema, ao longo de um determinado percurso. Assim, se considerarmos uma força média aplicada sobre um objeto, \vec{F} , ao longo do deslocamento, d , e um ângulo entre a força e a direção do deslocamento constante, α , podemos calcular o trabalho médio realizado pela força, W , através da equação 1:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos \alpha \quad (\text{equação 1})$$

Caso o ângulo seja menor que 90° , temos trabalho motor ou potente, uma vez que, é transferida energia para o sistema. Pelo contrário, para ângulos superiores a 90° , o sistema transfere energia ao exterior, designando-se por trabalho resistente (Feynman, Leighton & Sands, 1963).

A outra forma de transferir energia é sob a forma de calor e esta acontece sempre que existir um gradiente de temperatura no interior de um sistema, ou entre dois sistemas a temperaturas diferentes colocados em contacto. Nestes casos verifica-se que a energia é transferida permitindo a redução do gradiente de temperatura existente. Passado algum tempo, os corpos atingem uma temperatura intermédia, por esta altura, a

ocorrência de transferência de energia acontece em ambas as direções e em igual fluxo, por isso, dizemos que o fluxo global de energia é nulo. Estamos perante uma situação de equilíbrio térmico. A Lei Zero da Termodinâmica permite compreender o conceito de temperatura e possibilita perceber se dois ou mais corpos estão ou não em equilíbrio térmico. (Serway & Jewett, 2004).

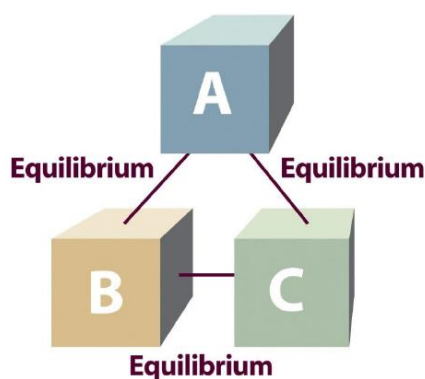


Figura 3.1. Representação esquemática da Lei Zero da Termodinâmica. Retirado de Atkins & Paula, 2006.

A literatura reconhece três modos distintos de transferência de energia sob a forma de calor, por condução, convecção e radiação. De um modo geral, estes três mecanismos coexistem no processo global de transferência, ainda assim, é possível que existam contribuições dominantes (Holman, 1997).

A condução é um processo pelo qual o calor flui de uma temperatura mais elevada para outra mais baixa, dentro de um meio ou entre meios diferentes em contacto físico direto. Neste caso, a transferência de energia é resultado do mecanismo de difusão provocado pelo movimento molecular aleatório. Este é o único mecanismo que pode ser transmitido em corpos opacos (Holman, 1997).

A convecção é um processo de transferência de energia pela ação combinada da condução térmica, armazenamento de energia e movimento da mistura, resultado do mecanismo de difusão provocado pelo movimento molecular aleatório mais a transferência de energia provocada pelo movimento macroscópico de massa. É importante como mecanismo de transferência de calor entre uma superfície sólida e um líquido ou um gás (Holman, 1997).

Na radiação a transferência de energia é realizada por ondas eletromagnéticas em que o calor radiante é transmitido de um corpo a alta temperatura para um outro a mais baixa. A radiação não precisa de qualquer meio e ocorre com maior eficiência no vácuo (Holman, 1997).

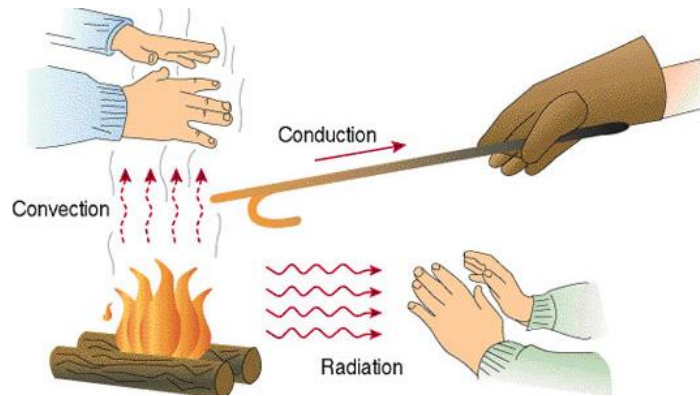


Figura 3.2. Representação dos mecanismos de transferência de energia, sob a forma de calor. Retirado de: <http://www.spectrose.com/modes-of-heat-transfer-conduction-convection-radiation.html> (30.03.2013)

Neste relatório o maior destaque recai no processo de transferência de calor por radiação, uma vez que, é o assunto principal a ser abordado na subunidade “Do Sol ao Aquecimento”.

Radiação térmica

A radiação térmica é a energia emitida pelos corpos em consequência das suas temperaturas. Contata-se que todos os corpos emitem continuamente calor radiante, desde que estejam a uma temperatura superior ao zero absoluto (0 K).

A sua propagação dá-se através de ondas eletromagnéticas que estão associadas à propagação dos campos elétrico (\vec{E}) e magnético (\vec{B}). Estas ondas são sempre transversais e os campos elétrico e magnético oscilam no plano perpendicular à direção de propagação e em cada instante são perpendiculares entre si. Na Figura 3.3 é possível verificar que o produto externo dos vetores \vec{E} e \vec{B} está alinhado com a direção de propagação da onda (Deus, Pimenta, Noronha, Peña & Brogueira, 1992).

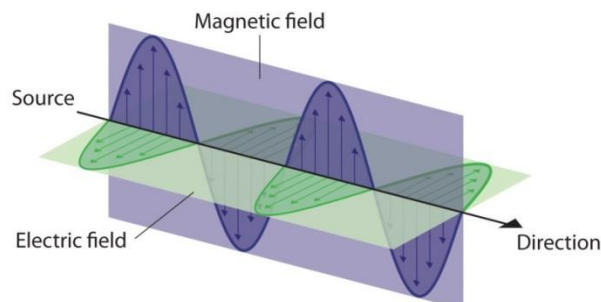


Figura 3.3. Representação esquemática de uma onda eletromagnética (Averill & Eldredge, 2007).

Sabendo que todas as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com a velocidade da luz c ($c = 299792458 \text{ m/s}$), podemos estabelecer uma importante relação entre a frequência (f), número de vezes que um ciclo é percorrido por unidade de tempo, e o comprimento de onda (λ), distância entre duas cristas sucessivas de uma onda com a mesma fase:

$$c = \lambda f \quad (\text{equação 2})$$

A energia de cada fóton (partícula de luz) é proporcional à sua frequência, f , e inversamente proporcional ao seu comprimento de onda,

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (\text{equação 3})$$

sendo h a constante de Planck (Averill & Eldredge, 2007).

Ao conjunto de todas as ondas eletromagnéticas, com frequências e comprimentos de onda distintos, chamamos espectro eletromagnético. De acordo com a Figura 3.4, observa-se que as frequências e os comprimentos de onda são inversamente proporcionais.

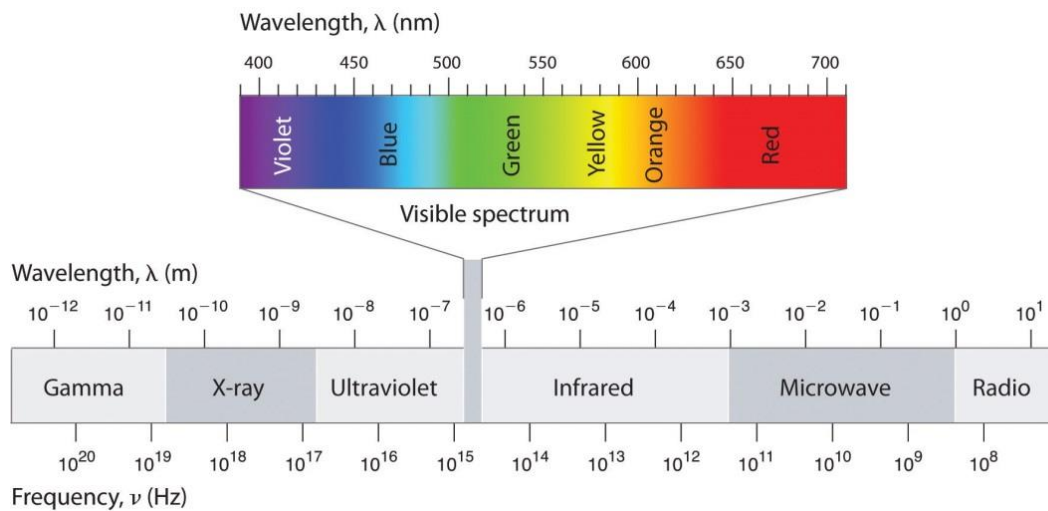


Figura 3.4. Diagrama com as faixas de comprimento de onda e frequência da radiação eletromagnética (Averill & Eldredge, 2007).

Os nossos olhos apenas são sensíveis à faixa, de comprimentos de onda, compreendidos entre 380 e 700 nm, por este motivo, esta região intitula-se de radiação visível (Serway, 1992).

Reflexão, Refração e Transmissão

Se a radiação se transmitir através do vácuo não sofre desvios na sua trajetória, mas se esta radiação incide sobre um corpo pode ser parcialmente refletida, transmitida ou absorvida.

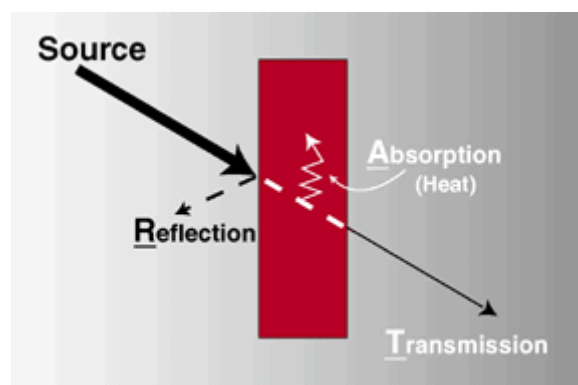


Figura 3.5. Representação esquemática da radiação incidente a dividir-se em radiação refletida, radiação absorvida e radiação transmitida. Retirado de: <http://www.rtpcompany.com/news/press/bluetooth.htm> (22.03.2013)

De acordo com a Figura 3.5, quando uma onda eletromagnética encontra a superfície de separação de dois meios, parte da energia incidente é refletida, isto é, regressa ao primeiro meio e somente uma parte da energia eletromagnética incidente penetra no segundo meio, isto é, transmite-se ou refrata-se (Bejan & Kraus, 2003).

A propagação de energia refletida para o primeiro meio e transmitida para o segundo meio, depende não só da frequência da onda monocromática incidente, como também da estrutura da superfície de separação desses dois meios. Há que considerar, dois casos extremos: superfícies perfeitamente lisas (por exemplo, superfície metálica perfeitamente polida), em que toda a energia incidente é refletida, sendo nula a fração de energia eletromagnética que penetra no segundo meio, ou superfícies rugosas, para as quais a reflexão, caso se realize, é difusa (Bejan & Kraus, 2003).

Radiação terrestre

A radiação que chega à Terra vem de todo o Universo, mas principalmente do Sol, a estrela mais próxima do nosso planeta. O Sol é uma fonte de radiação quase esférica, com $1,39 \times 10^9$ m de diâmetro e está localizado a $1,5 \times 10^{11}$ m da Terra.

Dado o afastamento que existe, só 51% da energia solar que chega ao topo da atmosfera atinge a superfície da Terra (Wallace & Hobbs, 2006).

Sensivelmente 30% da energia solar é refletida de volta para o espaço. A reflexão ocorre na interface entre dois meios diferentes, quando parte da radiação que atinge esta interface é enviada de volta, ou seja, muda de direção. À fração da radiação incidente que é refletida por uma superfície chamamos albedo. Desta forma, o albedo da Terra é 30%. Dentro da atmosfera, o topo das nuvens são os mais importantes refletores (Wallace & Hobbs, 2006).

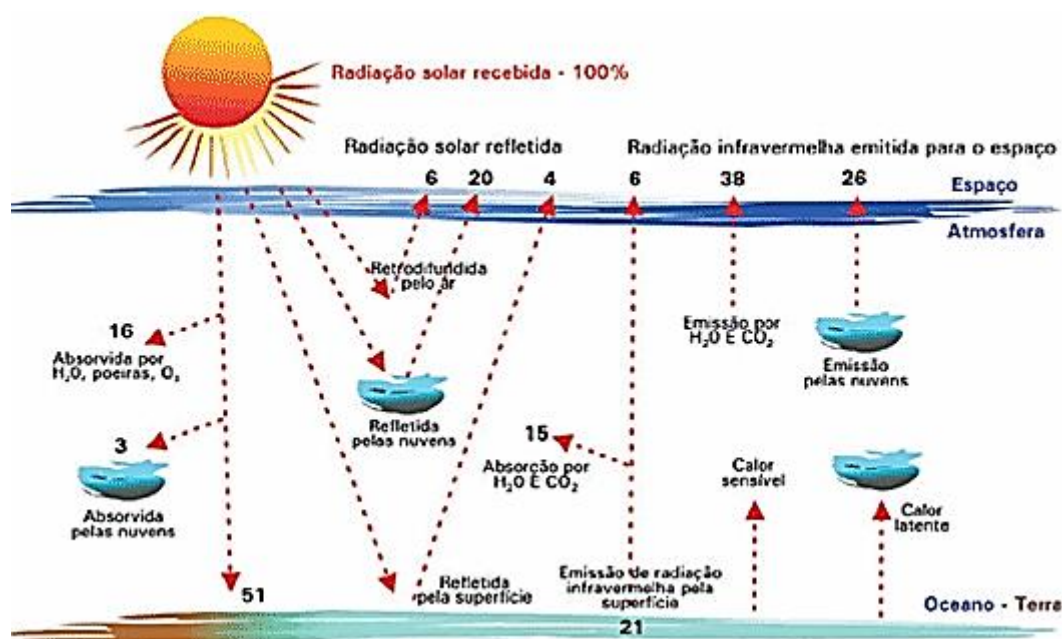


Figura 3.6. Distribuição percentual da radiação solar incidente. Retirado de: <http://clictempo.clicrbs.com.br/mclimaticasrbs/perguntas/> (28.03.2008)

A absorção da radiação (51%) é feita de forma seletiva e resulta de uma propriedade que certos gases constituintes da atmosfera apresentam. Desta forma, alguns gases absorvem seletivamente as ondas monocromáticas situadas em determinadas regiões de comprimento de onda, nomeadamente:

- Oxigénio - na região de 0,12 a 0,18 μm ;
- Ozono - na região de 0,20 a 0,33 μm e 0,44 a 0,76 μm ;
- Dióxido de carbono - na região de 1,50 a 2,80 μm , particularmente 2,70 μm ;
- Vapor de água - apesar de sua baixa proporção na atmosfera, é considerado o principal absorvente seletivo de radiação, absorvendo de 0,8 a 2,4 μm , 5,5 a 7,0 μm e comprimentos de ondas maiores que 15,0 μm (Oort & Peixoto, 1992).

Verifica-se que grande parte destes comprimentos de onda se situa na faixa da radiação infravermelha. A radiação infravermelha absorvida por um corpo surge como calor, pois a energia agita os átomos do corpo recetor, aumentando o movimento de vibração ou translação, o que provoca subida da temperatura (Serway, 1992).

Este fenómeno extremamente importante é denominado **efeito estufa**. Este é um processo natural e necessário que permite manter a superfície da Terra com uma temperatura média de 15° C. Caso não existisse efeito de estufa, a temperatura média na Terra rondaria os -18° C, não permitindo a existência de vida (Oort & Peixoto, 1992).

Propriedades da Radiação térmica

As propriedades gerais, experimentalmente observadas, da energia térmica emitida por um corpo são três:

① O espectro da energia radiada por unidade de tempo é contínuo, dependendo da temperatura T e do comprimento de onda λ da radiação emitida. Desta forma, o espectro tem um máximo em $\lambda = \lambda_{\text{máx}}$ que depende da temperatura do corpo emissor. Assim, a cor de um objeto pode depender da sua temperatura. A potência total radiada depende também da temperatura.

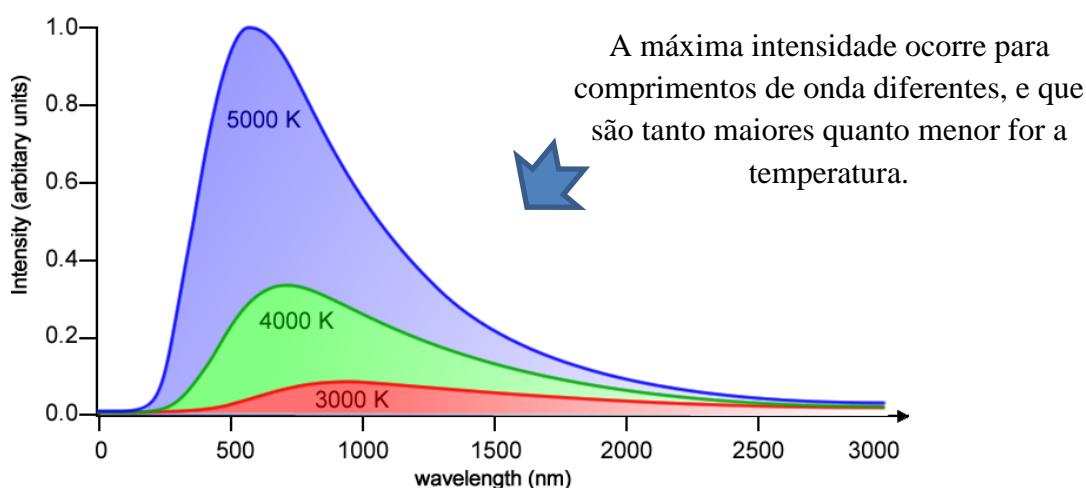


Figura 3.7. Espectro da radiação de três corpos negros a 5000 K, 4000 K e 3000 K. O máximo da intensidade desloca-se para a direita quando a temperatura diminui. Retirado de: http://www.spaceflight.esa.int/impress/text/education/Glossary/Glossary_W.html (27.03.2013)

② Para uma dada temperatura, o poder emissivo varia em função do comprimento de onda. Há um valor do comprimento de onda tal que o poder emissivo monocromático é máximo. Em 1893, Wilhem Wien usou um forno com um pequeno orifício, como

modelo de corpo negro, e demonstrou que o valor de poder emissivo monocromático máximo é inversamente proporcional à temperatura absoluta, dada pela **Lei dos Deslocamentos de Wien**:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{B}{T} \quad \text{com } B = 2,898 \times 10^{-3} \text{ mK} \quad (\text{equação 4})$$

O desenvolvimento destes cálculos levar-nos-iam a compreender que quando um corpo é aquecido, no interior de um forno, o primeiro sinal visual, perceptível, é uma cor vermelha escura. O prosseguimento da elevação de temperatura faz passar sucessivamente pelas colorações: vermelha brilhante, amarelo brilhante e finalmente branca (Cardoso, *et al*, 2013).

3 A energia total irradiada por unidade de tempo, pela superfície A de um corpo é proporcional à temperatura absoluta do corpo, elevada à quarta potência. Esta descoberta surgiu inicialmente por Josef Stefan, em 1879, e foi verificada quantitativamente. Mais tarde, em 1884, foi corroborada por Ludwig Boltzmann, mas agora demonstrada teoricamente, recorrendo à teoria eletromagnética de Maxwell (Cardoso, *et al*, 2013). Por este motivo ficou conhecida como a **Lei de Stefan-Boltzmann**:

$$E_{rad} = e\sigma T^4 \quad \Leftrightarrow \quad P_{rad} = e\sigma AT^4 \quad (\text{equação 5 e 6})$$

sendo $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$.

O parâmetro e , representa a emissividade e pode ter valores entre 0 e 1.

Para uma superfície completamente refletora, $e = 0$, o corpo só reflete (não emite e não absorve). Para uma superfície com $e = 1$, o corpo só emite e só absorve, não reflete. Um corpo com $e = 1$ diz-se um corpo negro (Deus, Pimenta, Noronha, Peña & Brogueira, 1992).

Um corpo negro não existe na realidade, mas existem situações bastante próximas dele. Por exemplo, uma esfera oca cuja superfície interna é mantida a uma temperatura uniforme, com um pequeno orifício na sua superfície. Qualquer radiação que entrar através dele será parcialmente absorvida e parcialmente refletida nas superfícies internas. A radiação refletida não escapará imediatamente da cavidade, mas atingirá repetidamente a superfície interna. Cada vez que isso acontecer, parte será absorvida. Quando o feixe de radiação finalmente atingir o furo e escapar, estará tão enfraquecido pelas repetidas reflexões que a energia que deixará a cavidade será desprezável (Bejan & Kraus, 2003).

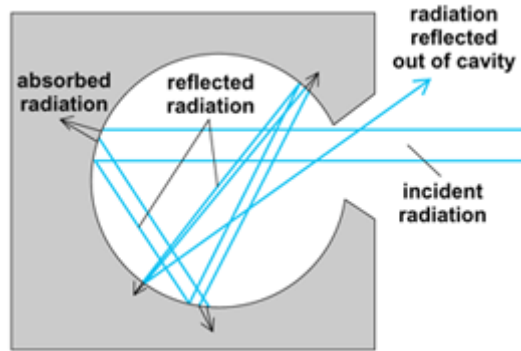


Figura 3.8. Modelo de um corpo negro. Retirado de: <http://www.accessscience.com>, (30.04.2013)

A radiação que sai pelo orifício é a melhor aproximação do corpo negro, àquela temperatura.

Os corpos não negros emitem também radiação térmica com uma distribuição espectral idêntica à de um corpo negro, à mesma temperatura, simplesmente o seu poder emissivo é menor.

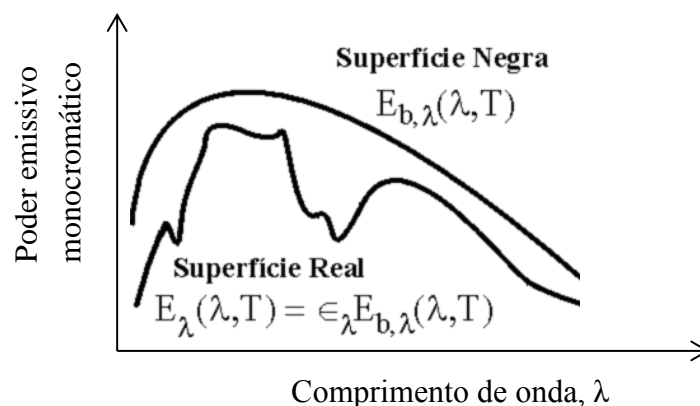


Figura 3.9. Espectro da radiação de um corpo negro e de um corpo real. Retirado de: <http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/wbraga/transcal/topicos/rad2.htm> (29.03.2013)

De uma forma genérica, a emissividade dos corpos metálicos exibe um comportamento distinto dos corpos não metálicos, podendo afirmar-se que para superfícies metálicas polidas, a emissividade tem um valor pequeno, mas esse valor tende a aumentar com o aumento da temperatura. As superfícies não metálicas têm valores de emissividade altos mas esse valor tende a diminuir à medida que a temperatura aumenta (Holman, 1997).

A absortividade, a , é a relação entre a energia absorvida por um corpo e a que absorveria um corpo negro, nas mesmas dimensões e à mesma temperatura. Para um corpo negro a absortividade é igual a 1, visto que, por definição, o corpo negro absorve

toda a energia incidente, qualquer que seja o comprimento de onda. E assim, Kirchoff, em 1859, determinou experimentalmente que a emissividade é igual à absorvidade, independentemente da natureza do corpo (Holman, 1997).

O Sol e a Terra irradiam, aproximadamente, como corpos negros e assim, as leis de radiação referidas anteriormente, podem ser aplicadas à radiação solar e terrestre. Através da Lei de Wien é possível estimar a temperatura, destes dois astros, a partir do espectro de emissão. Tendo em conta a Figura 3.10, verifica-se que a máxima emissão solar ocorre a aproximadamente 0,5 μm , concluindo-se que a temperatura do Sol ronda os 6000 K. No caso da Terra, a máxima emissão ocorre, sensivelmente, aos 10 μm , assim constata-se que a temperatura se aproxima dos 290 K. Ora, da Lei de Wien infere-se que a radiação solar emite predominantemente na região do visível e do infravermelho próximo, ao passo que, a radiação emitida pela Terra e a sua atmosfera se situa no infravermelho.

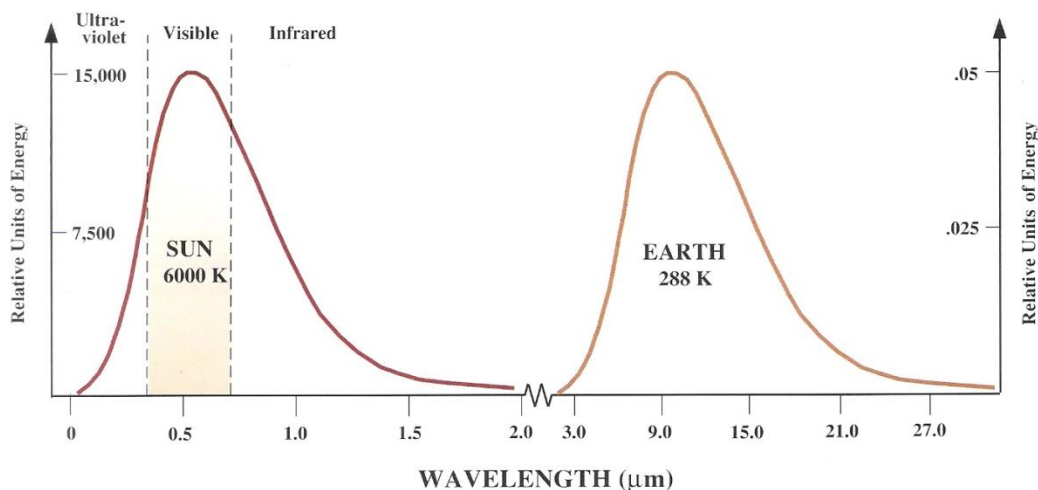


Figura 3.10. Comparação do espectro de emissão do Sol e da Terra. Retirado de: <http://www.meteo.psu.edu/~j2n/ed4image.htm> (30.03.2013)

Segundo a Lei de Stefan-Boltzmann, conclui-se que o Sol emite centenas de milhares de vezes mais energia do que a Terra, vejamos:

$$\frac{P_{sol} = \sigma e A_{sol} T_{sol}^4 = 5,67 \times 10^{-8} \times 1 \times 4\pi(6,96 \times 10^8) \times 6000^4}{P_{Terra} = \sigma e A_{Terra} T_{Terra}^4 = 5,67 \times 10^{-8} \times 1 \times 4\pi(6,38 \times 10^8) \times 288^4} = 2,25 \times 10^9$$

Este resultado já era esperado dada a enorme diferença de temperatura entre estes dois corpos. Tal como referido anteriormente, verifica-se que uma maior temperatura de um corpo implica uma maior potência total irradiada, em todos os

comprimentos de onda. Assim, e de acordo com esta Lei, a potência por unidade de área depende da sua temperatura mas é independente da sua composição.

Fundamentação Didática

Esta secção está dividida em quatro partes. Na primeira descreve-se o contexto de ensino, na qual se insere a subunidade “Energia – Do Sol para a Terra”. A segunda dedica-se à organização da subunidade. Na terceira parte faz-se uma descrição das aulas e das tarefas aplicadas. A quarta parte inclui o modo de avaliar os alunos.

Contextualização da Subunidade “Energia – Do Sol para a Terra”

De acordo com o documento “Projetos no Ensino das Ciências”, o ensino das ciências deve permitir aos alunos enfrentar os complexos desafios e incertezas futuras. Neste sentido, a escola deve contemplar práticas mais consequentes, mais reflexivas, mais úteis, mais motivadoras, em suma, mais formativas. Assim, é necessário implementar estratégias de ensino e de aprendizagem ativas, ligadas à ação e à reflexão (Ferreira, 2004).

A disciplina de “Física e Química A tem, portanto, de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular, no qual se “empacotam” conhecimentos unicamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade” (Martins et al., 2001, p. 5). Desta forma, deve-se privilegiar uma educação CTSA “que constitui uma vertente integradora e globalizante da organização dos saberes científicos” (Galvão et al., 2002, p. 9), numa perspetiva interdisciplinar, recorrendo a problemas atuais, com contextos relevantes relacionados com o dia-a-dia dos alunos.

A subunidade “Energia – Do Sol para a Terra” está incluída no Programa de Física e Química A do 10.º ano e propõe o entendimento de

fenómenos de aquecimento do quotidiano, começando pelo aquecimento da Terra em que se destaca o papel essencial da radiação solar e se aprofunda a aprendizagem da Lei da Conservação da Energia. Para compreender o estado de equilíbrio térmico (...) reconhecer (...) as implicações da lei Zero da Termodinâmica, adquirir conhecimentos sobre emissão e absorção de radiação, acompanhados da interpretação física da lei de Stefan-Boltzmann. O deslocamento de Wien será estudado apenas a partir dos gráficos

características da potência irradiada em função do comprimento de onda para diferentes temperaturas.” (Martins et al., 2001, p. 61).

De seguida apresenta-se, para facilitar a planificação das aulas lecionadas e ter uma visão geral da subunidade, um esquema organizador de acordo com os conteúdos programáticos indicados no programa.

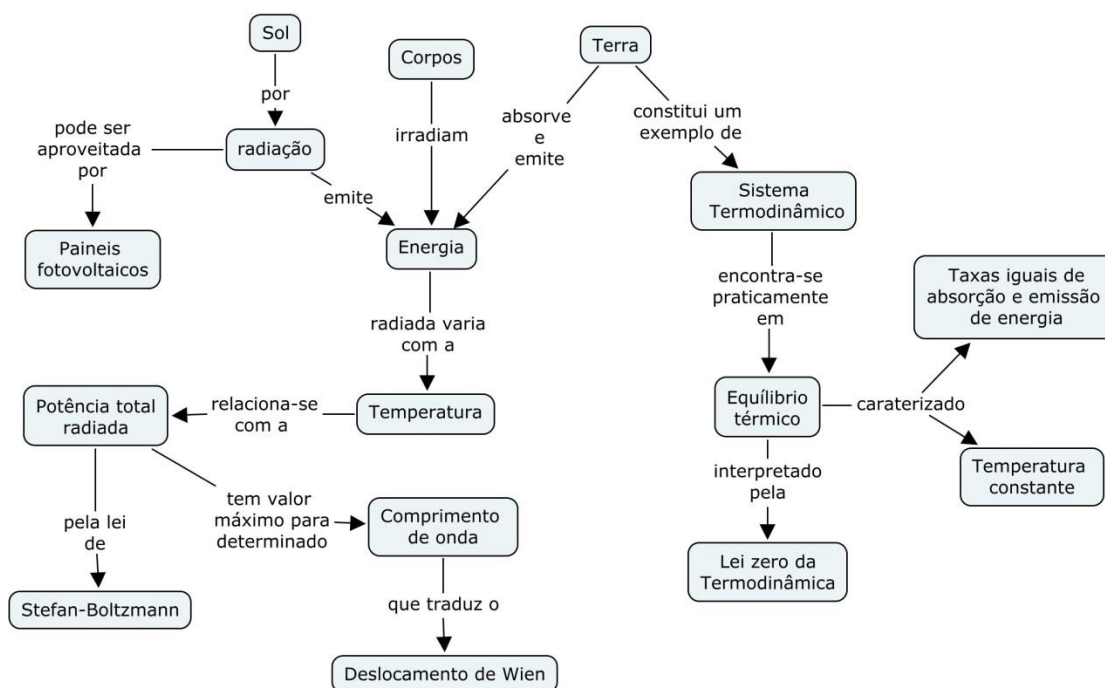


Figura 3.111. Esquema organizador da subunidade “Energia – Do Sol para a Terra. (Adaptado de Ramos & Oliveira, 2011)

Esta subunidade, tal como mostra o esquema anterior, apresenta como tema central a energia e as suas implicações. É a partir deste conceito que se espera compreender os fenómenos que ocorrem na Natureza, nomeadamente o fenómeno de manutenção da temperatura da Terra. Para entender o estado de equilíbrio térmico da superfície terrestre é necessário compreender o seu significado, identificar as implicações da Lei Zero da Termodinâmica, alcançar alguns conhecimentos sobre emissão e absorção da radiação, interpretar a Lei de Stefan-Boltzmann e o Deslocamento de Wien.

As tarefas realizadas na sala de aula são concebidas com intuito de desenvolver as competências recomendadas no programa de física e química do 10.º ano de escolaridade, nomeadamente competências do tipo conceptual, processual e atitudinal.

Organização da Proposta Didática

A intervenção pedagógica compreende uma sequência de seis aulas, quatro de 90 minutos e duas de 135, planificadas de acordo com o Programa de Física e Química do 10.º ano de escolaridade.

As aulas de 90 minutos realizam-se com a turma inteira e as aulas de 135 minutos os alunos estão divididas em turnos, sendo que, cada turno conta com a presença de 13 ou 14 elementos.

A realização das tarefas é composta, geralmente, por quatro momentos distintos. Inicia-se com a introdução da tarefa, segue-se a sua realização com posterior discussão coletiva e síntese final (Ponte, Ferreira, Varandas, Brunheira & Oliveira, 1999).

O primeiro momento implica o reconhecimento da situação e a sua análise e coincide com a introdução, onde é dado a conhecer aos alunos os objetivos da tarefa, os materiais que devem entregar para serem avaliados e o modo de funcionamento dos grupos (em grupos de quatro elementos ou em pares).

O segundo momento é dedicado à realização da tarefa, realizada a pares ou em grupos de três ou quatro elementos, consoante as características das questões. Nesta fase os alunos organizam os dados e traçam planos de trabalho.

A discussão coletiva faz parte do terceiro momento e é feita em ambiente de turma. Esta fase é conduzida pelo professor, que solicita a participação de todos os elementos e permite o confronto de vários pontos de vista, através da partilha de ideias, com a finalidade de promover o desenvolvimento da comunicação oral. Por esta altura, é possível melhorar os planos traçados, já que contamos com a participação de toda a turma, ou seja, estamos perante a apresentação das ideias de todos os grupos.

Por último, sistematizam-se os principais aspetos abordados na aula, recorrendo ao questionamento e realiza-se uma reflexão com o objetivo dos alunos autoavaliarem o trabalho realizado. Os resumos finais contam com o apoio de apresentações em *PowerPoint*, que se encontram no Apêndice D.

Descrição das Aulas e das Tarefas

As tarefas são concebidas com a preocupação de ir ao encontro dos gostos e interesses dos alunos. Para isso, construiu-se um conjunto de tarefas diversificadas, promotoras da interação CTSA, relacionadas com assuntos do quotidiano e utilizou-se diferentes estratégias de ensino como tarefas de investigação e role-play.

As tarefas utilizadas, de carácter aberto, contam com um problema inicial e para o qual os alunos desconhecem a solução. Para realizar as tarefas, os alunos são convidados a elaborar os seus próprios planos e a testá-los. Devem ainda analisar e comunicar os seus resultados à turma. Desta forma, responsabilizam-se pelo seu trabalho e pela determinação de o fazer funcionar (Woolnough, 2000).

A realização das tarefas implica a organização de grupos de trabalho com o intuito de potenciar práticas cooperativas. Através do trabalho em equipa espera-se que os alunos aprendam a organizar-se, a atuar em grupo para resolver problemas, a criticar e defender os vários pontos de vista, a participar em decisões e comparar a sua maneira de se organizar com a dos seus colegas. Assim, fomenta-se a sociabilização, a afetividade, a construção de soluções coletivas e a autonomia e potencializa-se a democracia (Andrioli, 2004). Por este motivo, na maioria das aulas, os alunos trabalham a pares, à exceção das aulas em laboratório, cujo número de aulas por grupo varia entre três e quatro elementos.

Na figura seguinte descreve-se, a sequência das aulas e as respetivas atividades desenvolvidas no âmbito de cada uma das tarefas.

Aula 1 (15.02.2013) – 90 minutos

Tarefa 1 - Balanço energético da Terra. Efeito de estufa. Aquecimento global

- ❑ Pesquisa e elaboração de um texto, de forma a dar resposta à questão apresentada: “Por que será que a temperatura na Terra não aumenta continuamente?”
- ❑ Explicação que a Terra constitui em Sistema Termodinâmico e que o seu equilíbrio térmico resulta de um balanço que existe entre a radiação que recebe do Sol e a radiação que emite para o espaço. Através destas relações calculam a temperatura média da Terra.
- ❑ Discussão em turma e sistematização das ideias principais de cada grupo.
- ❑ Realização de um role-play, onde avaliam as implicações do aumento do efeito estufa e quais as consequências negativas das alterações provocadas na atmosfera por diversas atividades humanas (aquecimento global).

Aula 2 (19.02.2013) – 135 minutos

Tarefa 2 - Absorção e emissão de radiação

- ☒ Identificação do problema apresentado no texto.
- ☒ Planificação e preparação laboratorial de uma experiência com o objetivo de dar resposta ao problema formulado.
- ☒ Realização de uma atividade laboratorial, onde os alunos relacionam o poder de absorção de radiação com a natureza das superfícies e reconhecem que a radiação incidente num corpo pode ser parcialmente absorvida, refletida ou transmitida.
- ☒ Discussão e partilha, em turma, dos resultados obtidos experimentalmente.
- ☒ Construção de uma maquete projetando uma casa ideal que permita poupar o máximo de energia.

Aula 3 (22.02.2013) – 90 minutos

Tarefa 3 - Lei de Stefan-Boltzmann. Lei do Deslocamento de Wien

- ☒ Elaboração de um texto sobre a contribuição de vários cientistas para a formulação de duas leis.
- ☒ Realização de uma apresentação, por grupos de 4 elementos, com o objetivo de dar a conhecer, ao resto da turma, as ideias principais anotadas anteriormente, nomeadamente, relacionar a potência irradiada com a área de uma superfície e a quarta potência da sua temperatura (Lei de Stefan-Boltzmann) e identificar a zona do espetro eletromagnético em que é máxima a potência irradiada por um corpo, para variadas temperaturas (Deslocamento de Wien).
- ☒ Resolução de um problema envolvendo análise e interpretação da informação fornecida.

Aula 4 (28.02.2013) – 90 minutos

Tarefa 4 - Sistema Termodinâmico. Equilíbrio térmico. Lei zero da Termodinâmica

- ☒ Leitura de um texto em que se explica o que aconteceu nos primeiros segundos da formação do Universo.
- ☒ Organização de um plano, a pares, que permita estimar a temperatura média da Terra.
- ☒ Determinação da temperatura média de equilíbrio radiativo da Terra, a partir do balanço entre a energia solar absorvida e a energia da radiação emitida pela superfície da Terra e atmosfera.
- ☒ Discussão, em turma, dos resultados obtidos, identificando os fatores que contribuíram para a diferença encontrada entre o valor obtido e o valor real da temperatura média da Terra.

Aula 5 (07.03.2013) – 90 minutos

Tarefa 5 - A radiação solar na produção de energia elétrica – painel fotovoltaico.

- ☒ Visualização de um vídeo e elaboração de três questões sobre o mesmo.
- ☒ Discussão em turma sobre o tema abordado no vídeo.
- ☒ Composição de um resumo, com as ideias principais que foram discutidas, designadamente, a importância da utilização de energia solar em coletores solares (para o aquecimento) e em painéis fotovoltaicos (para produzir energia elétrica), o modo de funcionamento de um painel fotovoltaico e de um coletor solar e identificar os diferentes elementos que os constituem.
- ☒ Resolução de uma questão-problema: “*Qual a área de painéis fotovoltaicos que responde às vossas necessidades?*”

Aula 6 (12.03.2013) – 135 minutos

Tarefa 6 - Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico

- ☒ Leitura de uma notícia de jornal relacionada com as condições de funcionamento da maior central fotovoltaica do mundo, situada em Amareleja.
- ☒ Análise e interpretação da informação fornecida com o objetivo de dar resposta às duas questões sobre a central fotovoltaica.
- ☒ Planificação e realização de uma atividade que permita dar resposta a um problema, anteriormente formulado.
- ☒ Realização da atividade laboratorial, com o intuito de estudar as condições de rendimento máximo de um painel fotovoltaico.
- ☒ Discussão, em grupo, de observações e registo de conclusões, especialmente, explicar que, para maximizar o rendimento de um painel fotovoltaico, este deve estar orientado de forma a receber o máximo de radiação incidente (inclinação conveniente).

Figura 3.12. Esquema da sequência das aulas e respetivas atividades desenvolvidas em cada tarefa.

Com a realização das tarefas de investigação aplicadas ao longo de seis aulas pretende-se que os alunos mobilizem diversas competências, recomendadas no programa da disciplina e que se encontram descritas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1

Competências mobilizadas em cada tarefa (Adaptado de Martins et al., 2001, p. 8).

Competências Mobilizadas		Tarefa					
		1	2	3	4	5	6
Processual	Escolher material de laboratório adequado a uma atividade experimental		X				
	Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema						X
	Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função		X				
	Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento		X				X
	Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica		X				X
	Exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afetado da respetiva incerteza absoluta.		X				X
Conceptual	Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema	X	X	X	X		X
	Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico		X				X
	Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	X	X	X	X		X
	Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados		X				X
	Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos		X				X
	Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar		X				
	Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro		X				X
	Elaborar um relatório sobre uma atividade experimental por si realizada		X				X
	Interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios de Química (regras de segurança de pessoas e instalações)		X				X
Social, atitudinal e axiológico	Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente	X	X	X	X	X	X
	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	X	X	X	X
	Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus	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			
	Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes	X	X	X	X	X	X
	Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	X	X	X	X	X	X

Em cada aula é implementada uma tarefa, culminando num conjunto de seis, que se passam a descrever.

A *tarefa 1* é construída com o intuito de iniciar o estudo do aquecimento da Terra pelo Sol. O tema é introduzido através de uma questão-problema e com a sua realização procura-se abordar um novo assunto escolar. Para dar resposta ao problema é necessário recorrer a uma pesquisa no manual escolar ou na *Internet*.

Na segunda fase do trabalho, os alunos são confrontados com uma notícia de jornal, sobre um tema atual, o aquecimento do global e o efeito de estufa. Com base em informações obtidas pelos alunos, em grupos de quatro elementos, participam na simulação de um congresso, desempenhando um de seis papéis (representante dos 8 países mais desenvolvidos; representante das maiores empresas transnacionais; explorador de combustíveis fósseis; ministro do ambiente; representante dos países subdesenvolvidos ou ambientalista).

Quando os grupos estiverem preparados, inicia-se um role-play, em que cada grupo argumenta e defende o seu ponto de vista (de acordo com o papel determinado).

A *tarefa 2* é baseada numa das sugestões de atividades prático-laboratoriais que se encontra no programa da disciplina. Com esta tarefa os alunos têm possibilidade de comparar o poder de absorção de energia por radiação de superfícies diversas (uma superfície preta, uma superfície branca e uma superfície prateada). Na fase inicial da tarefa, os alunos devem ler um texto e formular um problema sobre o mesmo. Posteriormente apresentam o planeamento de uma experiência, que permita dar resposta ao problema formulado e mostram a forma como registam os dados e como organizam os resultados das medições. Após a atividade experimental, os alunos elaboram um relatório.

A segunda parte do trabalho foi adaptada do *site*, Ciências @ TIC, da Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa, e propõe aos alunos que construam uma maquete, de uma casa ecológica, que permita poupar o máximo de energia. Espera-se que consultem alguns *sites* sugeridos e outros que considerem importantes.

A *tarefa 3* – “Como medir a temperatura do Sol?” – tem como objetivo dar a conhecer aos alunos o contributo, dado por alguns cientistas, para a descoberta da temperatura das estrelas. Desta forma, os alunos apercebem-se como se constrói e desenvolve o conhecimento e compreendem que é necessário utilizar métodos que validem esse conhecimento (Alonso, Mas, Díaz & Romero, 2008).

Através de apresentações, elaboradas por eles, iniciam o estudo da radiação do corpo negro e das Leis de Stefan-Boltzmann e de Wien, para isso, devem realizar pesquisas, selecionar a informação recolhida e preparar, em suporte informático, uma apresentação para a turma.

Na segunda fase do trabalho os alunos aplicam os conhecimentos, adquiridos com esta tarefa, e estimam a temperatura à superfície do Sol, de acordo com as duas leis estudadas.

A *tarefa 4* inicia-se com um texto sobre a evolução da temperatura do planeta, desde a sua formação até aos dias de hoje. Após a leitura do texto é pedido aos alunos que organizem um plano que permita estimar a temperatura da Terra. Quando terminarem o plano, apresentam as ideias à turma e sintetizam os pontos sugeridos por cada grupo. Terminado o plano de trabalho, espera-se que determinem a temperatura da Terra e comparem o valor obtido com o verdadeiro e concluam o motivo da disparidade.

A *tarefa 5* – “A radiação solar na produção de energia elétrica” – inicia-se com a visualização de um vídeo, no caso, uma notícia de telejornal, que apresenta alternativas à produção de energia e mostra como rentabilizar os recursos energéticos renováveis numa casa de habitação. Sobre o vídeo espera-se que os alunos formulem três questões e respondam a pelo menos duas delas.

Para finalizar a tarefa, os alunos têm de estimar a área de painéis fotovoltaicos necessária para o funcionamento, em simultâneo, de um conjunto determinado de eletrodomésticos, nas suas casas. Para isso, dispõem das características dos painéis fotovoltaicos e o consumo médio anual de vários eletrodomésticos. Com a resolução deste problema procura-se a motivação dos alunos, mas também significado e sentido para a aprendizagem deste assunto.

À semelhança do que acontece na *tarefa 2*, também a *tarefa 6* é uma adaptação de uma atividade prático-laboratorial do programa da disciplina. A primeira fase da tarefa inicia-se com uma notícia sobre a maior central fotovoltaica do mundo, situada na Amareleja. Relacionada com a notícia, surgem duas questões que carecem da análise do texto.

Na segunda fase da tarefa os alunos são envolvidos no assunto de estudo através de um texto, colocando-se um problema que os alunos têm de solucionar através da pesquisa de informação e da planificação de uma atividade laboratorial. Pretende-se que os alunos expliquem que, para maximizar o rendimento de um painel, este deve estar direcionado de forma a receber o máximo de radiação incidente (inclinação favorável).

Durante a execução da experiência planejada, os alunos registam de forma organizada, as observações efetuadas, tiram conclusões e procuram perceber as limitações do trabalho realizado. Concluída esta fase realiza-se um relatório.

Avaliação de Competências

A avaliação deve, especialmente e acima de tudo, auxiliar a aprendizagem dos alunos (Black & William, 2006). Neste sentido, os documentos curriculares recomendam uma avaliação ao serviço das aprendizagens, onde as formas de avaliação integram situações de aprendizagem e os elementos reguladores e auto reguladores adquirem relevo, com o aluno a merecer um lugar de destaque enquanto indivíduo ativo no processo (Martins et al., 2001 & Galvão et al., 2002).

Diversos estudos sugerem que o investimento numa avaliação reguladora da aprendizagem pode trazer benefícios substanciais no desempenho dos alunos (Black & William, 2006). Uma das formas de regulação é a autoavaliação, já que esta ocorre por parte do aluno (Pinto & Santos, 2006).

Com o intuito de promover a aprendizagem dos alunos, e em particular a evolução da sua capacidade de autoavaliação, variadas estratégias podem ser tomadas, tais como, o questionamento oral, o *feedback*, a negociação dos critérios de avaliação e o recurso a instrumentos alternativos e diversificados (Araújo & Abrantes, 2002).

Salienta-se o facto de todas as tarefas fornecidas aos participantes neste estudo apresentar, no final, um conjunto de questões sobre as aprendizagens realizadas e as dificuldades sentidas. Este é um momento de autoavaliação que pretende que os alunos tomem consciência do seu próprio processo de aprendizagem, proporcionando-lhes uma orientação na construção do seu conhecimento.

Outra das formas de regulação é a avaliação formativa, esta apresenta como propósito a modificação e a melhoria contínua do aluno que está a ser avaliado, desta forma, surge como um instrumento que informa e faz uma valoração do processo de aprendizagem com o objetivo de dar oportunidade ao aluno de, a qualquer momento, reorganizar a sua proposta educativa (Zabala, 1999).

De acordo com Perrenoud (1999), a avaliação formativa enfatiza a importância do processo e não do produto e, por isso, mais do que medir o desempenho dos alunos

numa prova, deve mostrar como os alunos atuam durante a aprendizagem, permitindo ao professor, uma reorientação da ação pedagógica.

Por tudo o que já foi dito, o erro deve ser encarado como um fenómeno associado à aprendizagem e apresenta-se como uma fonte de informação que permite ao professor formular hipóteses explicativas do raciocínio do aluno, guiá-lo para que seja capaz de reconhecer e retificar o erro. A orientação dada pelo professor deve, assim, questionar e indicar pistas de modo a que seja o aluno a conseguir ultrapassá-lo (Araújo & Abrantes, 2002). As orientações podem ser verbais ou escritas e apresentar-se sob a forma de observações com sugestões ou questões reflexivas, com o propósito de promover a autorreflexão e o autoquestionamento nos alunos e evitar juízos de valor sobre o seu desempenho (Black et al., 2003).

Os instrumentos de avaliação utilizados neste trabalho pretendem ser o mais diversificado possível. Os critérios utilizados para avaliar os alunos encontram-se em apêndice (Apêndice C) e avaliam os alunos quanto às competências desenvolvidas durante a realização das tarefas. Os instrumentos foram adaptados de Galvão, Reis, Freire e Oliveira, (2006).

Síntese do Capítulo

A proposta didática para a lecionação da subunidade “Energia – Do Sol para a Terra” foi elaborada tendo por base as sugestões fornecidas pelo programa da disciplina para o 10.º ano de escolaridade.

Inicia-se o capítulo com a fundamentação científica, onde se apresentam os assuntos fundamentais presentes na subunidade em causa. De seguida, encontra-se a fundamentação didática que inclui a contextualização da subunidade, a organização da proposta didática implementada nas seis aulas previstas, a descrição das aulas e das tarefas, em que se apresentam as estratégias de ensino concebidas e a sua justificação tendo em conta a natureza do tema a ensinar, bem como, os objetivos de aprendizagem visados e, por último, a avaliação de competências, onde se mostram os procedimentos utilizados para avaliar as aprendizagens.

CAPÍTULO 4

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Este capítulo encontra-se organizado em quatro secções. Na primeira secção pretende-se descrever e justificar a metodologia usada no estudo, na segunda indicam-se os instrumentos usados na recolha dos dados, na terceira secção caracterizam-se os participantes e, por último, na quarta secção, analisam-se e categorizam-se os dados.

Método de Investigação

A escolha do método de investigação está relacionada com as finalidades deste trabalho. As questões que o orientam, enunciadas no primeiro capítulo, apontam para um objeto de análise de natureza preferencialmente descritiva e interpretativa, por esse motivo, optou-se pelo uso de uma metodologia qualitativa.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), uma investigação qualitativa assenta em cinco características fundamentais, (i) o investigador é o instrumento de recolha de dados de uma situação natural; (ii) os dados recolhidos narraram a situação observada através de palavras ou representações; (iii) destaca-se todo o processo, ou seja, o que acontece e não apenas ao produto e resultado final; (iv) os resultados são analisados indutivamente e no seu conjunto e (v) dá-se particular importância ao estudo do significado das coisas, dos seus “quês” e “porquês”, procurando-se compreender a dinâmica interna da situação.

No presente trabalho, a professora constitui o instrumento-chave que recolhe os dados, numa turma, onde naturalmente se averiguam os factos que se pretendem estudar.

Participantes

A escola onde foi implementada a proposta didática e realizada a recolha de dados situa-se no concelho de Almada. Este concelho ocupa uma área de 72 km² e usufrui de 35 km de costa, dos quais 13 km são de praias. Localiza-se na Península de Setúbal, no cruzamento da foz do Rio Tejo com o Oceano Atlântico em frente à Grande Lisboa, afirmando-se cada vez mais como pólo individualizado e, simultaneamente ponto de charneira no contacto com outros espaços. A posição central que detém na área metropolitana de Lisboa potenciou nos últimos anos o crescimento da população, o que conduziu a uma grande diversidade de gente e estilos de vida.

Quanto aos intervenientes, participam no trabalho alunos de uma turma do 10.º ano. A turma é constituída por 27 alunos, sendo 11 raparigas (41%) e 16 rapazes (59%). Mais de 50% dos alunos desta turma chegaram a esta escola pela primeira vez, já que, durante o ensino básico, encontravam-se dispersos pelas várias escolas do concelho.

No início do ano letivo 2012/2013, constata-se que a maioria dos alunos tem 15 anos de idade (Quadro 4.1).

Quadro 4.1
Idade dos participantes

N.º de alunos	Idade (anos)
1	14
21	15
5	16

Relativamente ao rendimento escolar, houve três alunos que chegaram ao 10.º ano com negativa a Física e Química.

Recolha de Dados

Para Patton (1990), existem três instrumentos de recolha de dados numa investigação qualitativa: observação naturalista, entrevista e documentos escritos. Neste trabalho, estes foram os principais instrumentos usados na recolha de informação. Com a utilização destas três fontes de recolha de dados, realiza-se a sua triangulação, com o objetivo de encontrar convergência dos dados (Coutinho, 2012).

Observação Naturalista

A observação naturalista consiste na observação organizada do comportamento humano e que acontece de forma natural e espontânea no seu meio habitual. Há dois modos de observação naturalista: a observação naturalista participante e a observação naturalista não participante (Patton, 1990).

A observação naturalista não participante é um modo de observação em que o observador não interfere no campo observado, isto é, nas atividades que observa, ao passo que, a observação naturalista participante é um modo de observação em que o observador se integra nas atividades dos sujeitos cujo comportamento observa, interferindo assim no campo observado. Mas esta participação não deve prejudicar a observação (Patton, 1990).

No presente trabalho, a observação da professora é participante, já que esta se encontra envolvida nos acontecimentos, registando-os em notas de campo, tal como eles são percebidos pelos intervenientes, após o período de observação.

As vantagens de uma observação naturalista prendem-se com o comportamento dos sujeitos observados, sendo, o mais natural, espontâneo e genuíno (mais variado) do que em contexto laboratorial. Com efeito, o seu comportamento não é afetado pela inibição e ansiedade dos contextos laboratoriais. Verifica-se também que é de grande utilidade no estudo do comportamento de espécies que não se adaptam a condições laboratoriais e pode ser utilizado em situações nas quais o método experimental (ou outro) não seria apropriado (Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Contudo a observação naturalista também apresenta limitações, principalmente porque são de difícil replicação, o controlo sobre variáveis estranhas é reduzido, pelo que não se podem estabelecer relações causa-efeito. Se os intervenientes têm consciência de que estão a ser observados, os seus comportamentos serão menos

naturais; se não sabem que estão a ser observados e o seu comportamento não tem carácter público, podem colocar-se problemas que revogam a observação. Por este motivo, onde só há um observador é difícil verificar legitimidade e fidelidade dos dados (Cohen, Manion & Morrison, 2000).

As notas de campo, para Bogdan e Biklen (1994) são “o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (p. 150). Desta forma é possível “acompanhar o desenvolvimento do projeto, visualizar como é que o plano de investigação foi afetado pelos dados recolhidos, e a tornar-se consciente de como ele foi influenciado pelos dados” (p.151). Neste trabalho as notas de campo são escritas pela professora, momentos após as aulas terminarem e baseiam-se numa reflexão relacionada com as reações dos alunos manifestadas durante a realização das tarefas.

Entrevista

Segundo Quivy e Campenhoudt (2003) a entrevista permite recolher informação muito diferenciada e essencial para uma investigação, possibilitando ter um contacto direto com os entrevistados. Distingue-se, assim, das restantes técnicas de recolha de dados, uma vez que é uma forma de “transformar em dados a informação diretamente comunicada por uma pessoa” (Tuckman, 2000, p. 307). Desta forma, a entrevista possibilita ter uma conversa oral com o entrevistado, com a finalidade de adquirir informações sobre os factos que estão em estudo, permitindo analisar o grau de pertinência das respostas, tendo sempre por base os objetivos da investigação (De Ketele & Rogiers, 1999).

Para que a entrevista seja credível, o entrevistador deve ter determinados cuidados na elaboração das questões, nomeadamente não utilizar questões que possam influenciar o entrevistado a dar uma boa impressão do mesmo ou a dizer o que o entrevistador quer ouvir (Tuckman, 2000).

Contudo, as potencialidades reconhecidas à entrevista como técnica de recolha de dados, não impede que apresente algumas limitações, como o aumento do grau de subjetividade, levando a uma interpretação menos correta do que é dito, devido à presença do entrevistador e a indução de respostas, que interferem nos dados a recolher, além disso, é uma técnica muito demorada e é de difícil execução, especialmente

quando levada a cabo por pessoas com pouca experiência na sua realização (Ludke & André, 1986).

No presente trabalho pretende-se entrevistar vários alunos em simultâneo. Por esse motivo, realiza-se uma entrevista em grupo focado. Esta é um tipo de entrevista realizada a um pequeno grupo de pessoas, sobre um tema específico. Segundo Patton (1990), o número de participantes, neste tipo de entrevista deve situar-se entre as seis e as dez pessoas e decorre durante um período de uma a duas horas. Neste tipo de entrevista os participantes ouvem as respostas dos outros entrevistados e fazem comentários à medida que vão surgindo novas opiniões. O objetivo deste tipo de entrevista não é chegar a um consenso relativamente a um determinado tema, mas sim obter dados, num contexto social, que reflitam as diferentes opiniões, resultantes da discussão dos vários pontos de vista (Patton, 1990).

Segundo Patton (1990), uma das vantagens deste tipo de entrevista prende-se com o facto de se poder obter os dados mais rapidamente, uma vez que se obtém a opinião de várias pessoas em simultâneo. Para este autor, as interações entre os participantes melhoram a qualidade dos dados, uma vez que estes tendem a emitir opiniões mais equilibradas em virtude de estarem em grupo, e também porque na generalidade este tipo de entrevista assume um carácter agradável para os seus participantes.

As desvantagens que podemos encontrar neste tipo de entrevista recaem sobre a preparação do entrevistador, uma vez que, requer alguém com boas capacidades de moderação, de modo a que a entrevista não seja monopolizada por uma ou duas pessoas, e se consiga obter uma opinião coletiva (Afonso, 2005; Patton, 1990). Além disso, o número de questões também não pode ser elevado de modo a que todos os participantes tenham oportunidade de participar (Patton, 1990). Segundo Afonso (2005), uma outra desvantagem poderá advir da “influência do coletivo sobre o individuo, enviesando assim, o discurso produzido” (p.101). Sobre este assunto Patton (1990) refere que as pessoas que considerem que os seus pontos de vista estão em minoria, podem não participar com receio de reações negativas aos seus comentários. Outra desvantagem deste tipo de entrevista é o próprio registo áudio, uma vez que pode ocorrer a sobreposição das vozes dos entrevistados, o que dificultará tanto a transcrição dos dados como a sua análise (Afonso, 2005).

Neste trabalho realizam-se quatro entrevistas em grupo focado (Apêndice E), cada uma com sete participantes envolvidos, com o objetivo de conhecer a sua percepção e apreciação relativamente ao uso de tarefas promotoras de uma abordagem CTSA.

Documentos Escritos

Os documentos escritos são um instrumento de recolha de dados que nos permite a análise de documentos. Esta análise centra-se na perspectiva do investigador e implica uma pesquisa e leitura que se constitui uma boa fonte de informação. Os documentos escritos dividem-se em oficiais ou pessoais (Bogdan & Biklen, 1994).

Os documentos oficiais podem ter grande importância na medida em que se constituem em boas fontes de informação. Entende-se por documentos oficiais artigos de jornais e revistas, registos de organismos públicos, legislação, horários, atas de reuniões, planificações, registos de avaliação, ofícios, manuais, fichas de trabalho, enunciados de exames, entre outros. Os documentos Oficiais são produzidos pelos órgãos dos Poderes Executivo, Judiciário e Legislativo (Bogdan & Biklen, 1994).

Os documentos pessoais são muito utilizados na investigação-ação, principalmente pela importância que os investigadores dão ao método biográfico narrativo e às histórias de vida. Podem-se dividir em documentos naturais, quando são da iniciativa da própria pessoa e em que o propósito do seu autor não coincide com o objetivo do investigador, e em documentos sugeridos pelo investigador, em que este, no caso do professor, solicita ao investigado, o aluno, que escreva sobre as suas experiências pessoais. Neste tipo de documentos, ganha particular relevo o diário, do professor ou do aluno, pois destina-se a recolher reflexões sobre acontecimentos da vida da pessoa de uma forma regular e continuada (Bogdan & Biklen, 1994).

Para realizar este trabalho recolheu-se informação sob a forma de documentos escritos pessoais, nomeadamente as tarefas que os alunos realizaram e os questionários concretizados no final de cada tarefa, onde os alunos refletiram sobre as aprendizagens realizadas e as dificuldades sentidas. Estes documentos, surgem como complemento à observação participante e à entrevista.

Triangulação dos dados

As vantagens do uso da triangulação de dados prendem-se com o maior grau de validade e confiabilidade da pesquisa (se atingir os mesmos resultados com métodos

diferentes), a facilidade de comparar dados por diferentes métodos, a possibilidade de reforçar uma teoria, se os dados confirmarem, ou caso contrário, proporcionar uma maior sustentação para a modificação da mesma e por cobrir mais dimensões, conduz a uma pesquisa mais profunda e diversificada. Contudo, também, existem limitações com este método, nomeadamente a dificuldade de encontrar uma unidade de observação comum em que se aplicam diferentes métodos, a maior complexidade em repetir o estudo, problemas de comparabilidade, dada a obtenção de diferentes taxas de resposta (em cada uma das técnicas de recolha de dados utilizados), ou por ter várias fontes de erro em cada método (Mathison, 1988).

Análise de dados

Depois de transcritas as gravações das aulas, as entrevistas e analisadas as notas de campo e os restantes documentos escritos procedeu-se à análise de conteúdo, da qual surgem as categorias e subcategorias do estudo, que facilitam a apresentação, interpretação e compreensão dos dados recolhidos durante o trabalho de campo (Bardin, 2004). O processo de construção das categorias é afetado por diferentes aspetos, no caso, os objetivos do estudo, a homogeneidade, a pertinência das categorias e o confronto das várias unidades de informação com o objetivo de se detetarem regularidades recorrentes entre os dados disponíveis (Bardin, 2004; Bogdan & Biklen, 1994).

Esta análise de dados é definida, segundo Bogdan e Biklen (1994), como sendo um processo sistemático “que envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta de aspetos importantes e do que deve ser apreendido e a decisão do que vai ser transmitido aos outros” (p. 205).

Para se identificar as categorias e subcategorias, relativas às três questões, passa-se por um processo de codificação e categorização dos dados. Assim, com base na análise do conteúdo, reuniu-se as categorias e subcategorias que foram organizadas no Quadro 4.2.

Quadro 4.2

Categorias e subcategorias de análise para as questões de estudo.

Questões do estudo	Categorias	Subcategorias	Recolha de dados		
			Obs. Naturalista	Entrevista	Doc. Escritos
Que dificuldades revelam os alunos durante a realização de tarefas que valorizam uma abordagem CTSA?	Competências processuais	Pesquisar informação	X	X	X
		Construir tabelas e gráficos			X
	Competências conceptuais	Delinear um plano	X	X	
		Formular problemas e questões	X	X	X
	Competências sociais, atitudinais e axiológicas	Apresentar os resultados	X	X	X
		Gerir o tempo	X	X	
		Refletir sobre o trabalho		X	X
Que aprendizagens realizam os alunos quando estão envolvidos no desenvolvimento das tarefas promotoras da interação CTSA?	Conteúdos de aprendizagem	Conhecimentos científicos	X	X	X
		Conhecimentos tecnológicos	X	X	X
		Conhecimentos sociais e culturais	X	X	X
	Envolvimento dos alunos	Autonomia, Responsabilidade e Trabalho em equipa	X	X	X
		Desenvolvimento da criatividade	X		X
	Modo de aprender	Pesquisa e síntese de informação		X	
		Exposição e defesa de ideias	X	X	
	Qual é a avaliação que os alunos fazem sobre o uso dessas tarefas nas aulas sobre o tema “Energia – Do Sol para a Terra”?	Gosto pelas tarefas	--		X
Importância das tarefas		--		X	

Síntese do Capítulo

No presente capítulo apresenta-se e descreve-se a metodologia usada neste trabalho. Esta é eleita em função dos objetivos traçados e centra-se nas questões orientadoras.

Na primeira parte define-se investigação qualitativa, explica-se o modo como foram recolhidos os dados e descreve-se os instrumentos de recolha de dados, no caso, a observação naturalista, como as notas de campo, as entrevistas em grupo focado e os documentos escritos. Na segunda parte caracteriza-se a escola e os alunos e na terceira e última parte faz-se uma análise de conteúdo, apoiada num método indutivo de questionamento e comparação permanentes. Como resultado surgem categorias e subcategorias, associadas a cada uma das questões orientadoras, e que facilitam a apresentação, interpretação e compreensão dos dados recolhidos.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

No presente capítulo apresentam-se os resultados obtidos, referentes às questões que orientam este trabalho e enunciadas no primeiro capítulo. A descrição dos resultados pretende dar a conhecer as dificuldades sentidas pelos alunos quando envolvidos em tarefas que promovem uma abordagem CTSA, as aprendizagens realizadas e que avaliação os alunos fazem às tarefas implementadas. Este capítulo encontra-se dividido em três secções: dificuldades enfrentadas durante a realização de tarefas que valorizam uma abordagem CTSA; aprendizagens realizadas durante o envolvimento dos alunos em estratégias promotoras da interação CTSA; e avaliação que os alunos fazem das tarefas.

Dificuldades Enfrentadas pelos Alunos durante a Realização de Tarefas que valorizam uma Abordagem CTSA

Os dados recolhidos, através das entrevistas em grupo focado, dos documentos escritos pelos alunos e das notas de campo da professora, revelam as dificuldades sentidas pelos alunos, ao realizarem tarefas promotoras de uma abordagem CTSA, durante a lecionação da subunidade energia. Da análise dos dados surgiram três categorias: competências processuais, competências conceptuais e competências sociais, atitudinais e axiológicas. De seguida descrevem-se os resultados obtidos para cada uma dessas categorias.

Competências processuais

Na categoria competências processuais integram-se as subcategorias: pesquisar informação e construir tabelas e gráficos. Em seguida, analisam-se os resultados para estas subcategorias.

Pesquisar informação

A dificuldade em pesquisar, seleccionar e integrar conhecimentos e informações, fazendo a escolha entre o essencial e o acessório, verificou-se ao longo das tarefas. Por exemplo, dois alunos, em circunstâncias diferentes, escreveram nas reflexões:

Senti maior dificuldade na pesquisa e untese da informação

(tarefa 1)

Onde senti mais dificuldades, foi na pesquisa, encontramos muita informação desnecessária na Internet.

(tarefa 3)

Esta dificuldade foi mencionada pela grande maioria dos alunos e é também referida nas notas de campo da professora. Nas primeiras três tarefas realizadas, foi referido: “a pesquisa no manual e, principalmente na Internet, é demorada e carece de orientação.” De facto, estes foram os principais meios utilizados para realizar a pesquisa e, para os alunos, o manual “é uma grande ajuda porque tem a matéria muito mais simplificada.”

A par do que aconteceu nas reflexões, também nas entrevistas os alunos referiram sentir dificuldades na pesquisa e seleção de informação:

Professora: Que dificuldades sentiram durante a realização das tarefas?

A – Encontrar o que era bom no meio de tanta informação.

B – E sabermos o que é importante e o que é que não é. Como, no início da atividade, não temos as bases do que vamos falar, não sabemos muito bem o que é que é importante e o que é que não é. O que devemos incluir na tarefa e o que não interessa e como o devemos fazer!

Com o passar do tempo as dificuldades não diminuíram porque segundo os alunos:

C - Os assuntos são sempre diferentes, mesmo que ultrapassássemos as dificuldades numa ficha, depois a outra era logo diferente da anterior.

Esta dificuldade, mencionada por grande parte dos alunos, fez com que o tempo destinado à realização das tarefas tivesse de ser alargado. Além disso, foi necessário orientar os alunos, direcionando-os para *sites* e páginas do manual, já que com frequência se dispersavam para assuntos fora do âmbito de trabalho.

Apesar das dificuldades, reconhecem que a procura de informação para dar resposta a um problema, cuja solução desconhecem, lhes trouxe autonomia.

Construir tabelas e gráficos

Embora esta dificuldade não tenha sido mencionada pelos alunos nos documentos escritos, nem nas entrevistas, ela é evidente nos dois relatórios que os alunos tiveram que realizar.

Durante a realização de duas tarefas laboratoriais os alunos tiveram de recolher e organizar dados e de os representar de modo adequado, nomeadamente através de tabelas e gráficos. Contudo, as dificuldades reveladas, durante a sua execução, foram variadas. Por exemplo, na segunda tarefa esperava-se que os alunos comparassem o poder de absorção de energia por radiação de três superfícies, com cores diferentes. Para isso, dispunham de um cronómetro e de fontes de luz diversas. Um dos grupos representou os dados da seguinte forma:

	Lata Branca $T(^\circ C)$	Lata preta $T(^\circ C)$	Lata cinzenta $T(^\circ C)$
1 minuto (60 s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
2 minutos (120s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
3 minutos (180s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
4 minutos (240s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
5 minutos (300s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
6 minutos (360 s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
7 minutos (420s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
8 minutos (480s)	16 $^\circ C$	17 $^\circ C$	20 $^\circ C$
9 minutos (540s)	16 $^\circ C$	18 $^\circ C$	20 $^\circ C$
10 minutos (600s)	16 $^\circ C$	18 $^\circ C$	20 $^\circ C$

A tabela mostra pouca organização e falta de clareza no registo dos seus dados. Nela é notória a ausência do título e de legendagem nas colunas. A informação da temperatura apenas é deduzida pelas unidades, já que em lado algum é mencionada e a coluna do tempo está demasiado descritiva, dificultando a leitura rápida dos dados.

Na aula seis, os alunos voltaram ao laboratório, com a intenção de verificar qual a influência da inclinação de um painel fotovoltaico, em relação à direção de luz, no seu rendimento. Depois de planejada a experiência, os alunos tiveram de calcular o ângulo de inclinação do painel fotovoltaico e com auxílio de um multímetro medir a intensidade de corrente e a diferença de potencial, para cinco ângulos de inclinação diferentes. Tais medições permitiram calcular a potência elétrica. O registro dos dados, em tabelas, deveria mostrar a relação entre as várias variáveis. No entanto, um dos grupos voltou a demonstrar dificuldades na sua representação, por exemplo:

Quadro 2

Valores Médios da Intensidade (I), Diferença de Potencial (U) e Potência (P) elétricos em função do Ângulo de Incidência Solar (θ_i) e Indicação do Seno do Ângulo de Incidência Solar e do Comprimento do Cateto Oposto do Triângulo Retângulo considerado

Ocasião	Comprimento do Cateto Oposto ($h_1 - h_2$) /cm	Seno de θ_i	θ_i /°
1	0 cm (Painel paralelo à superfície)	0	0°
2	$(9,8 - 6,1) \pm 0,05 = 3,7 \pm 0,05$ cm	$0,289 \pm 0,039$	$16,8^\circ \pm 2,3^\circ$
3	$(10,5 - 5,3) \pm 0,05 = 5,2 \pm 0,05$ cm	$0,406 \pm 0,039$	$24,0^\circ \pm 2,3^\circ$
4	$(12,9 - 1,9) \pm 0,05 = 11 \pm 0,05$ cm	$0,859 \pm 0,039$	$59,2^\circ \pm 2,3^\circ$
5	12,8 \pm 0,05 cm (Painel perpendicular à superfície)	1	90°
	I /A	U /V	P /W
1	$0,040 \pm 0,001$ A	$4,00 \pm 0,01$ V	$0,16$ W \pm
2	$0,083 \pm 0,001$ A	$4,50 \pm 0,01$ V	$0,37$ W \pm
3	$0,085 \pm 0,001$ A	$4,75 \pm 0,01$ V	$0,40$ W \pm
4	$0,078 \pm 0,001$ A	$4,50 \pm 0,01$ V	$0,35$ W \pm
5	$0,063 \pm 0,001$ A	$4,00 \pm 0,01$ V	$0,25$ W \pm

Neste caso a tabela já contém título e tem informação no topo de cada coluna, contudo a informação deveria ter sido dividida em duas tabelas, não necessitaria de existir repetição das unidades e a incerteza associada a cada leitura deveria surgir no topo, ao lado das variáveis.

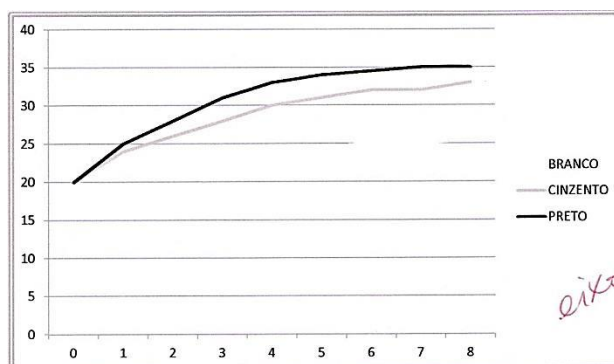
Ainda assim, entre o primeiro e segundo trabalho, verificou-se, nalguns grupos, uma evolução na compreensão dos elementos que constituem as tabelas. É certo que ainda existiram algumas imprecisões, mas as tabelas passaram a ser construídas de uma forma mais completa e menos confusa. Por exemplo, na tarefa 6 um dos grupos apresentou no registro dos resultados a tabela seguinte:

Tabela 1: Valores médios da intensidade de corrente, diferença de potencial e potência para diferentes ângulos de inclinação.

Ângulo de inclinação/ °	Intensidade de corrente/ A	Diferença de potencial/ V	Potência/ W
0	0,038	4,00	0,152
22,1	0,079	4,30	0,340
43,7	0,082	4,35	0,357
55,8	0,066	4,30	0,284
90	0,051	4,00	0,204

Apesar de não indicarem a incerteza associada a cada leitura, escreveram os dados de uma forma organizada, assinalaram em cada coluna as grandezas e as unidades.

Além das tabelas, os alunos revelaram não possuir os conhecimentos necessários sobre os principais elementos de um gráfico. Na segunda tarefa a maioria dos alunos não representou os constituintes essenciais para compreender as relações entre variáveis, designadamente o título, a legendagem dos eixos e as escalas. No caso da primeira tarefa laboratorial, os alunos deveriam representar graficamente, para cada uma das latas, a temperatura e o tempo de exposição, de forma a facilitar a leitura dos dados, já que a informação é apresentada de forma mais visual. Por exemplo, um dos grupos representou:



Neste exemplo, e à semelhança do que aconteceu em muitos outros, o gráfico representado pelos alunos, revela ausência de título e de legenda, dificuldade em escolher uma escala adequada e omissão das variáveis e, por consequência, das unidades representadas em cada eixo.

Na tarefa 6 registaram-se melhorias e alguns gráficos conseguiram mesmo representar de forma fiel os dados da tabela e sinalizar uma tendência. Com estes gráficos, os alunos deveriam perceber qual o ângulo que melhor se ajusta ao máximo rendimento de um painel fotovoltaico. O próximo exemplo é revelador disso mesmo:

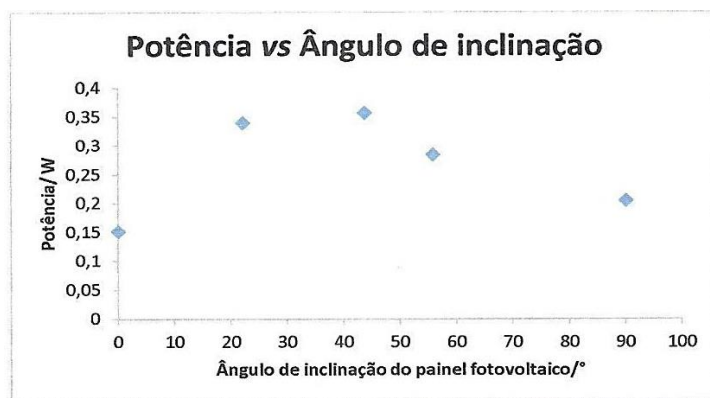


Gráfico 1: Representação da potência em função do ângulo de inclinação do painel fotovoltaico.

No gráfico anterior podemos verificar que houve uma evolução, nele podemos encontrar a legendagem e o título, verificamos que a escala foi escolhida de modo a facilitar a leitura dos pontos e que nas extremidades dos eixos estão presentes as grandezas e as unidades.

Competências conceptuais

Na categoria competências conceptuais incluem-se as subcategorias: delinear um plano, analisar dados e formular problemas e questões.

Delinear um plano

Outra dificuldade sentida pelos alunos foi a planificação de estratégias/planos de ação que permitissem resolver um problema. Tal, verificou-se nas aulas laboratoriais e na tarefa 4, em que os alunos tiveram de delinear planos adequados à sua concretização. Esta dificuldade, em organizar ideias e informações, ficou patente nas reflexões:

Senti maiores dificuldades no planeamento do trabalho, mas continuei a procurar as respostas para as minhas dúvidas.

(tarefa 2)

2. Tive dificuldades em planear um modo de descobrir a temperatura média da Terra. Investiguei no livro o método que se enquadrava com os meus conhecimentos e procurei esclarecer as minhas dúvidas com a professora para ultrapassar as minhas dificuldades.

(tarefa 4)

Nestas reflexões os alunos mostraram dificuldades no planeamento e assumiram ter recorrido à pesquisa e à professora para ultrapassarem este obstáculo.

Nas entrevistas em grupo focado os alunos voltaram a referir:

E – Eu achei difícil a tarefa em que tínhamos de saber a temperatura da Terra.

F – Essa aí foi complicada no início, mas quando apanhámos a lógica daquilo, acho que foi a mais fácil de todas.

G – O problema foi apanhar a lógica...

Neste excerto da entrevista, “apanhar a lógica” mostra-nos como foi difícil encontrar estratégias para resolver os problemas. Para ajudar os alunos a ultrapassar esta dificuldade, as planificações foram realizadas numa discussão em turma, onde todos os grupos partilharam com os colegas as suas ideias. Reunidas todas as sugestões, e chegado a um consenso, traçaram-se os planos e a grande maioria dos grupos conseguiu avançar e obter resultados.

Formular problemas e questões

Na aula 2 foi pedido aos alunos que formulassem, a partir de um texto, um problema sobre os fatores que influenciam o conforto energético de uma casa. Nos registos escritos foi possível verificar que os alunos tiveram dificuldades na formulação desse problema.

1) Senti um pouco de dificuldade em formular o problema.

(tarefa 2)

A par do que aconteceu na tarefa laboratorial, a tarefa 5 também solicitava que os alunos elaborassem três questões sobre um vídeo e para as quais desconheciam a resposta. Esta parte da tarefa foi demorada, como revelam as notas de campo da professora: “grande parte da aula foi ocupada com a primeira questão”. Os alunos também o referiram nas reflexões escritas.

1) Senti dificuldades em elaborar questões que estejam relacionados com o vídeo visualizado.

(tarefa 5)

As notas de campo da professora indicam que “os alunos tiveram dificuldades em formular questões que não tivessem já sido respondidas no vídeo ou então formularam questões que não conseguiriam resolver por falta de dados”.

Por este motivo, quando lhes foi pedido que elaborassem três questões sobre o vídeo, foi necessário alguma orientação, já que as questões propostas inicialmente eram vagas e pouco relacionadas com o assunto que se pretendia estudar. Por fim, quando perceberam que o foco recaía sobre as formas de energia alternativas, mais especificamente sobre painéis e coletores solares, formularam questões mais concretas.

Qual a melhor maneira de construir uma casa para um melhor aproveitamento térmico?
Como são constituídos os painéis fotovoltaicos e como funcionam?
Porque razão é útil a sua utilização? ✓

(tarefa 5)

1) Qual será a área necessária de painéis fotovoltaicos para a obtenção de energia eléctrica que sirva de uso a uma família de 4 pessoas durante um mês?
2) Como é rentabilizada a obtenção de energia de acordo com a estação do ano e a localização geográfica?
3) Quais serão os componentes e processos que intervêm na obtenção desta energia em painéis fotovoltaicos? ✓

(tarefa 5)

Pelos resultados anteriores pode-se verificar que as questões colocadas focaram o assunto principal e resultaram de um conjunto de discussões entre professor e aluno.

Competências sociais, atitudinais e axiológicas

Na categoria competências sociais, atitudinais e axiológicas inserem-se as subcategorias: apresentar os resultados, gerir o tempo e refletir sobre o trabalho.

Apresentar os resultados

A grande maioria das tarefas solicitava a colaboração dos alunos na apresentação dos resultados. Porém alguns alunos demonstraram dificuldades em dizer oralmente, perante a restante turma, as conclusões a que chegaram. Por este motivo, durante a realização do debate alguns grupos participaram pouco e raras vezes apresentaram

argumentos e contra-argumentos plausíveis. Como referiram os alunos na entrevista e nos documentos escritos:

G – Pois eu gosto da parte de pesquisar e preparar o debate, mas da parte de falar não.

Senti maiores dificuldades na a apresentação do trabalho.

(tarefa 3)

Durante as apresentações foi notório que os alunos mais participativos expuseram as suas ideias, ao passo que outros refugiaram-se e só participaram quando solicitados. Para estes últimos, “é difícil falar para várias pessoas” e “é melhor escrever do que falar”. As notas de campos da aula 1 indicavam que “alguns alunos revelaram pouco interesse em participar no debate e só defenderam os seus pontos de vista, quando interpelados pela professora”.

Gerir o tempo

A falta de tempo para realizar as tarefas foi mencionada pelos alunos como um entrave. Segundo eles, as tarefas carecem de maior espaçamento e devem ocupar mais aulas, porque, desta forma, não conseguem “assimilar a matéria”. Por exemplo, vários alunos referiram na entrevista este aspeto:

Professora: Que dificuldades sentiram durante a realização das tarefas?

H – Pouco tempo.

I – Para algumas sim. Eu penso que não adquiria logo a matéria, porque como era eu a pesquisar, eu a entender e era eu próprio que tinha de me fazer entender e não o professor a explicar, tinha um bocadinho mais de dificuldades nisso. Acho que devíamos ter mais tempo para assimilar a matéria

A – E depois vem logo outra tarefa na aula a seguir.

F – (...) era complicado às vezes conciliar o tempo que tínhamos com o que tínhamos de falar.

Esta dificuldade não foi mencionada nos documentos escritos, mas os alunos, várias vezes, a referiram oralmente na aula. As notas de campo da professora evidenciaram isso mesmo: “Os alunos não conseguiram preparar a apresentação em tempo útil, por esse motivo terminam em casa e apresentam na aula seguinte.” (tarefa 3). Verificou-se também uma grande discrepância entre os ritmos de trabalho dos grupos de alunos. Já uns tinham acabado, outros ainda estavam atarefados a tentar concluir a tarefa. Esta dificuldade foi mais notória nas primeiras tarefas, nas últimas aulas estavam mais “habitados”. Para a tarefa 6, as notas de campo indicam: “todos os

alunos terminaram a montagem dos robots e determinaram do melhor ângulo de inclinação dos painéis fotovoltaicos, assim todos puderam iniciar o relatório e distribuir trabalho pelos membros do grupo.”

Em síntese, existem evidências das dificuldades sentidas pelos alunos ao nível da gestão do tempo. Porém, podemos afirmar que este obstáculo foi superado ao longo da realização das tarefas.

Refletir sobre o trabalho

As seis tarefas realizadas tinham uma reflexão final com o objetivo de colocar os alunos a refletir sobre a sua própria intervenção e sobre a exigência das experiências vivenciadas. Contudo, a grande maioria dos alunos não achou importante e segundo eles:

Professora: Acharam importante realizar a autoavaliação no fim de cada tarefa? Porquê?

B – Só para o professor.

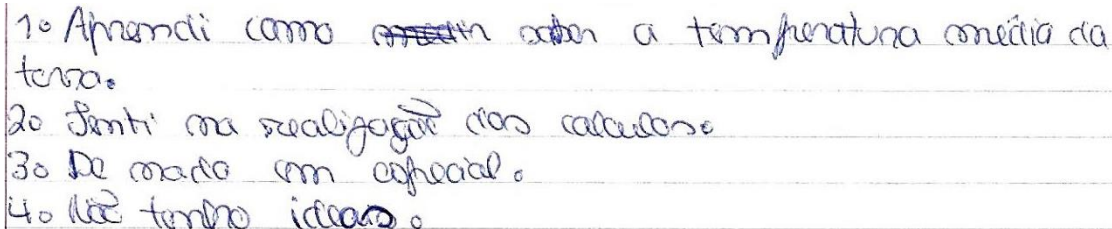
F – O reflete serve para na nossa própria cabeça resumir o que aprendemos. Mas eu pessoalmente não gosto muito dos “refletes”, mas acho que são um bocadinho importantes.

H – Eu para ser sincera também não vejo vantagens em fazer a reflexão.

G – Para mim não é porque se calhar não a faço da melhor maneira, (...)

C – Eu não acho que seja assim ... vantajoso.

Exemplo disso foram as reflexões entregues no final de cada tarefa, muito sintéticas e “sem ideias”.



1º Aprendi como ~~montar~~ a temperatura correta da
tarefa.
2º Simti na realização dos cálculos.
3º De modo em especial.
4º Não tenho ideias.

(tarefa 4)

Este exemplo e o excerto da entrevista mostram que os alunos não gostam de realizar as reflexões, não lhes reconhecem utilidade e têm dificuldades em realizá-las. A constatar isso mesmo estão as notas de campo da professora: “foi necessário insistir com os alunos para que entregassem a reflexão, muitos prometeram trazer na próxima aula.” (tarefa 2).

Aprendizagens Realizadas pelos Alunos Durante o seu Envolvimento em Estratégias de Ensino Promotoras da Interação CTSA

Os dados recolhidos relativos às aprendizagens realizadas pelos alunos, durante o seu envolvimento em estratégias de ensino promotoras da interação CTSA, foram organizados em três categorias: conteúdos de aprendizagem, envolvimento dos alunos e modo de aprender. Em seguida, para cada uma das categorias referidas, descrevem-se os resultados obtidos.

Conteúdos de aprendizagem

O desenrolar das tarefas, nas suas várias etapas, permitiu a aprendizagem, a mobilização e a aplicação de conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais e culturais.

Conhecimentos científicos

Quando questionados sobre o que aprenderam, a maioria dos alunos, demonstrou tendência para se centrar em conhecimentos científicos. Note-se que durante as entrevistas, esta foi a resposta mais comum:

Professora - com estas atividades o que é que vocês aprenderam?

A – A matéria.

J – Aprendemos sobre o funcionamento de painéis fotovoltaicos, mais sobre a energia, uma coisa muito importante à nossa volta. Aprendemos algumas formas de como aproveitá-la.

Neste excerto verifica-se que os alunos privilegiam o conhecimento substantivo em detrimento de outras competências. O mesmo sucedeu nos documentos escritos, todos referiram, apenas, conhecimentos científicos. O próximo extrato é exemplo disso:

① Com a realização desta tarefa aprendi a calcular a temperatura média da Terra com base na lei de Stefan - Boltzman

(tarefa 3)

À semelhança do que aconteceu nas reflexões dos restantes alunos, o excerto mostra que as aprendizagens se resumem ao que foi abordado na aula, o que sugere que os alunos têm a ideia de que “aprender” está principalmente relacionado com a

aquisição de conhecimento substantivo e não com o desenvolvimento de competências de comunicação, de atitudes ou de raciocínio. Por exemplo, alguns alunos escreveram “aprendi duas leis muito importantes, a Lei de Stefan-Boltzmann e a Lei de Wien” (tarefa 3), “adquiri o conceito de fluxo de energia solar” (tarefa 4) e “aprendi como funciona um painel fotovoltaico” (tarefa 5). Nestas passagens os alunos destacaram leis e conceitos, sugerindo que a principal competência desenvolvida foi a aquisição de conhecimento substantivo.

Sendo certo que este não era o único objetivo, em várias ocasiões, tiveram de utilizar os conhecimentos científicos, previamente adquiridos, para dar resposta às questões das tarefas. Por exemplo, na tarefa 4 foi pedido aos alunos que elaborassem um plano que lhes permitisse estimar a temperatura da Terra. Um dos grupos respondeu:

Plano de trabalho:

Para calcular a temperatura média da Terra, é necessário ter em conta o fluxo de energia solar que nela incide. Este valor, medido num plano perpendicular à direcção de propagação dos raios solares na atmosfera terrestre, também chamado constante ou intensidade solar, é 1387 W m^{-2} . Sendo assim, a potência de radiação solar absorvida pela Terra é igual ao produto do valor referido pela área da secção da Terra, obtida pela intersecção de um plano fictício com a mesma, sendo este coincidente à posição da Terra em relação ao Sol - πR_{Terra}^2 . Para calcularmos o valor da potência de radiação emitida pela Terra, procedemos ao seguinte cálculo - $\sigma T^4 4\pi R_{\text{Terra}}^2$. Uma vez que a Terra se encontra em equilíbrio radiativo, a potência de radiação absorvida é numericamente igual à potência de radiação emitida, pelo que o cálculo ficará da seguinte forma - $F\pi R_{\text{Terra}}^2 = \sigma T^4 4\pi R_{\text{Terra}}^2$ pelo que a temperatura será - $T = \sqrt[4]{\frac{F\pi R_{\text{Terra}}^2}{\sigma 4\pi R_{\text{Terra}}^2}}$ (\Rightarrow) $T = \sqrt[4]{\frac{F}{4\sigma}}$. Uma vez que a Terra reflete 30% da radiação que nela incide, então a expressão será - $T = \sqrt[4]{\frac{F}{4\sigma} \times 0,7}$.

Cálculos:

$$T = \sqrt[4]{\frac{F}{4\sigma}} \quad \Rightarrow \quad T = \sqrt[4]{\frac{1387}{4(5,7 \times 10^{-8})K^{-4} \times 0,7}} \quad (=) \quad T = 255,4 K$$

ou
- 17,75 °C

(tarefa 4)

Neste exemplo os alunos fundamentam a sua resposta em conceitos científicos, abordados na tarefa 3, nomeadamente a Lei de Stefan-Boltzmann. Além disso, verifica-se a inclusão no seu discurso de expressões como “fluxo de energia solar”, “constante ou intensidade de radiação” e “equilíbrio radiativo”, revelando uma correta utilização dos conceitos científicos.

Conhecimentos tecnológicos

Além dos saberes científicos, os alunos tiveram conhecimento da existência de objetos tecnológicos e puderam relacioná-los com a sua utilização em casa, nomeadamente a área de painéis fotovoltaicos que cada aluno precisaria para satisfazer as suas necessidades energéticas. Este aspeto foi muito valorizado nas entrevistas em grupo focado.

Professora - Consideram que nas aulas os assuntos ensinados estiveram relacionados com o vosso dia-a-dia?

D – Muito.

Professora: Em que situações?

M - (...) dos painéis fotovoltaicos em que tínhamos de saber quanto gastámos para calcular o que precisávamos.

N - Calculámos a energia que gastamos em casa e o correspondente em painéis solares.

De facto, as duas tarefas sobre painéis fotovoltaicos (tarefa 5 e 6) foram bastante apreciadas pelos alunos até porque puderam vivenciar uma nova experiência educativa, a oportunidade de construir dois robots móveis movidos a energia solar.



(tarefa 6)

Com a construção destes robots, foi possível testar, através de um equipamento, o que foi aprendido na teoria, aproximando a ciência e a tecnologia dos alunos.

Conhecimentos sociais e culturais

Os saberes sociais e culturais, relacionados com o questionamento da realidade envolvente, numa perspetiva ampla, estiveram presentes no debate (tarefa 1) e entusiasmaram os alunos mais participativos. Na segunda parte, da tarefa 1, havia uma referência aos desastres ecológicos ocorridos devido ao aumento da temperatura média do planeta e da responsabilidade que alguns grupos da sociedade têm neste tipo de acontecimentos. Os alunos eram chamados a representar esses grupos, ainda que não concordassem com as ideias defendidas.

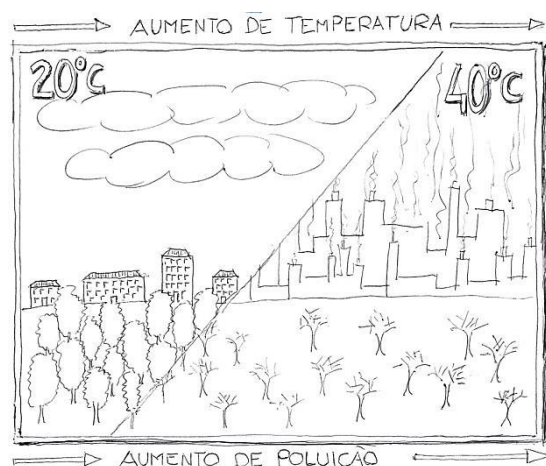
Durante a entrevista alguns alunos evidenciaram a importância deste tipo de estratégia:

A – (...) no debate entre os vários grupos de tiveram de representar um dado grupo na sociedade, por exemplo, os países mais desenvolvidos, as empresas multinacionais, etc. e isso ajudou-nos muito, ao pesquisar a ponto de vista destes mesmos grupos e entrarmos mais ou menos na mente deles e saber o que é que eles queriam.

F – No debate sobre os países, porque percebemos o estado da nossa sociedade e como podemos, aplicando tecnologia, melhorar o ambiente.

Os termos “pesquisar o ponto de vista” e “entrar na mente deles” levou os alunos a tomarem consciência das decisões de alguns grupos da sociedade e a perceberem o motivo que os levam a tomá-las.

Ainda relacionado com o debate, os alunos tiveram oportunidade de criar uma representação grotesca de um acontecimento atual. De uma forma simplista, desenharam as fragilidades de um planeta cada vez mais poluído e, por consequência, com uma temperatura média mais elevada. Um dos alunos representou:



(tarefa 1)

Com o objetivo de construir um *cartoon* que evidenciasse os resultados do debate, um aluno através de uma imagem construída por si, conseguiu retratar, de uma forma simplista algo que poderá vir a acontecer na sociedade e que é uma consequência da atividade humana e de processos naturais. Segundo ele, se nada for feito e se continuarmos a assistir a um aumento da temperatura média do planeta, será praticamente impossível a existência de vida na Terra.

Envolvimento dos alunos

O envolvimento dos alunos no processo de ensino aprendizagem deve resultar de experiências educativas diferenciadas. Ao longo das seis tarefas os alunos puderam desenvolver a sua autonomia, responsabilidade, trabalho em equipa e criatividade, gerindo e monitorizando as suas aprendizagens.

Autonomia, Responsabilidade e Trabalho em equipa

Das várias competências desenvolvidas, durante a realização das tarefas, os alunos destacaram a autonomia, a responsabilidade e o trabalho em grupo. À pergunta, o que aprenderam com as tarefas, um grupo de alunos admitiu:

C – (...) aprendemos a trabalhar em equipa, penso eu. Eu acho que alguns grupos não estavam tão à vontade uns com os outros e depois, com o tempo, perceberam que tinham mesmo de trabalhar e estar mais interessados durante a aula e começaram também a melhorar esse aspeto.

E – E como é em grupo, ajuda mais.

Este grupo de alunos compreendeu a importância de trabalhar em equipa e focou a aprendizagem em grupo como algo vantajoso, que permitiu melhorar o seu desempenho. A par do que foi dito na entrevista, os documentos escritos corroboram estas afirmações:

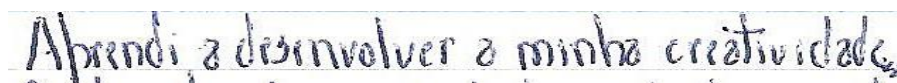
Gostei muito de trabalhar a pares pois eu
tenho as minhas dúvidas e o meu colega
tem outras assim conseguimos esclarece-las
juntos

(tarefa 2)

O excerto anterior revela que o trabalho em grupo permite-lhes trabalhar colaborativamente, já que possibilita a partilha e discussão de ideias.

Nestes exemplos, os alunos utilizaram estratégias cognitivas diversificadas que envolveram o pensamento criativo e permitiram abordar conteúdos científicos, de forma mais apelativa e estimulante.

Nos documentos escritos, alguns alunos reconheceram que a criatividade foi desenvolvida e que este tipo de tarefas é “diferente das aulas normais”.



(tarefa 2)

“Desenvolver a criatividade” contribuiu para que os alunos pudessem adquirir competências ao nível do saber e do saber-fazer, colocaram o conhecimento teórico em prática, competências a nível do pensamento, já que puseram em prática a sua imaginação e pensamento crítico e competências sociais e comportamentais, mais propriamente a colaboração e a comunicação.

Modo de aprender

Na categoria modo de aprender integram-se as subcategorias: pesquisa e síntese de informação e exposição e defesa de ideias.

Pesquisa e síntese de informação

Ao longo das seis aulas a pesquisa de informação esteve presente e, por consequência, fez com que os alunos tivessem de escolher a informação, selecionando o fundamental do acessório. No início a pesquisa era demorada e foi necessária maior orientação, sendo indispensável focalizar a procura para não haver dispersão. Na entrevista os alunos reconheceram:

Professora: com estas atividades o que é que vocês aprenderam?

M – A pesquisar

F – (...) a pesquisarmos para fazer uma apresentação.

C – A fazer uma apresentação, pesquisando,...

M – Sintetizando informação.

E – A pensar mais, investigar.

H – Ir à procura das respostas.

L – (...) aprendemos a pesquisar informação específica e a defende-la segundo o nosso ponto de vista.

Os vários relatos evidenciam uma mobilização da competência de pesquisa, com o intuito de dar resposta às questões apresentadas.

Exposição e defesa de ideias

As tarefas implementadas em sala de aula permitiram aos alunos expor e confrontar as suas ideias, seguidas da análise crítica de um determinado tema. Esta exposição surgiu através de forma escrita e oral e solicitava que as ideias estivessem articuladas de forma clara e lógica. Os alunos admitiram que esta forma de aprendizagem, tal como se demonstra no excerto de uma entrevista, esteve presente ao longo das aulas:

Professora: com estas atividades o que é que vocês aprenderam?

A - Estimulou a nossa capacidade de nos expormos à turma, através dos debates, das apresentações, ...

M – Com o debate já que os vários grupos iam complementando a informação.

Os alunos referiram o debate como fator determinante para aumentar a possibilidade de desenvolver as suas competências de relacionamento interpessoal e a capacidade de compreender e comunicar os diversos pontos de vista. Mencionaram também as apresentações que se sucederam, algumas delas com recurso ao suporte informático, o Power Point.

Os alunos mostraram-se muito reticentes com este tipo de tarefas e alegaram a falta de prática. Contudo, com o passar do tempo, o à vontade de cada um deles foi aumentando e assumiram que este tipo de trabalhos é importante, já que, além da pesquisa, essencial para escrever o trabalho, a preparação e execução permite que as ideias fiquem consolidadas, “mais do que quando é o professor a explicar”. Um dos trabalhos realizado pelos alunos permitiu verificar o cuidado que existiu com a sua pesquisa, concretização e terminou com uma apresentação oral à turma.



Josef Stefan

Físico e matemático alemão que em 1879 demonstrou experimentalmente que a potência total emitida por unidade de área é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta desse objeto. Introduziu o coeficiente “e” compreendido entre 0 e 1.



(tarefa 3)

Este tipo de trabalhos revelou-se de extrema importância já que mobilizou competências associadas à comunicação, nomeadamente, a exposição de ideias e opiniões, com o intuito de tornar os alunos cidadãos com voz ativa e aptos a argumentarem o seu ponto de vista, qualquer que seja a situação.

Avaliação que os alunos fazem em relação às tarefas que realizaram

Nesta secção descrevem-se os resultados referentes à avaliação que os alunos fizeram das tarefas que realizaram durante a lecionação da subunidade. Esses dados são agrupados em duas categorias: gosto pelas tarefas e importância das tarefas.

Gosto pelas tarefas

De seguida apresentam-se os resultados alusivos a esta categoria.

Gostam mais

Nas entrevistas em grupo focado, a opinião dos alunos é unânime em relação ao trabalho prático laboratorial. A grande maioria refere que gostou de realizar as tarefas 2 e 6 (atividades de laboratório):

Professora: De todas as atividades realizadas nas aulas, quais é que gostaram mais?

C – Eu gostei das atividades práticas.

D - As experimentais.

B – (...) Somos nós a fazer as coisas.

O – Sim eu concordo, podemos fazer várias coisas e é diferente das outras aulas.

I – E aprendemos efetivamente alguma coisa.

M – Os robots

E – É mais experimental, podemos estar a mexer.

F – Do lego.

G – Eu gostei da das latas, porque estávamos ali no meio...

N – Ao mesmo tempo que aprendíamos estávamos a ...

G - estávamos todos na brincadeira.

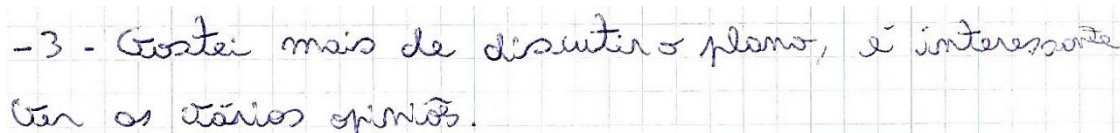
Neste excerto, as expressões “somos nós a fazer”, “podemos estar a mexer” e “estávamos ali no meio”, prova o gosto e a motivação que os alunos sentem quando realizam este tipo de atividades. Porém, ainda veem estas tarefas como uma “brincadeira”, isto porque sentem mobilidade dentro da sala de aula e alguns encaram-no como um momento lúdico.

Além das atividades experimentais, o trabalho em grupo também foi mencionado como uma vantagem. Tal, ficou patente nos documentos escritos:



⑥ Gostei de trabalhar em grupo porque ao trocarmos ideias aumentamos o nível de informação e riqueza do trabalho.

(tarefa 3)

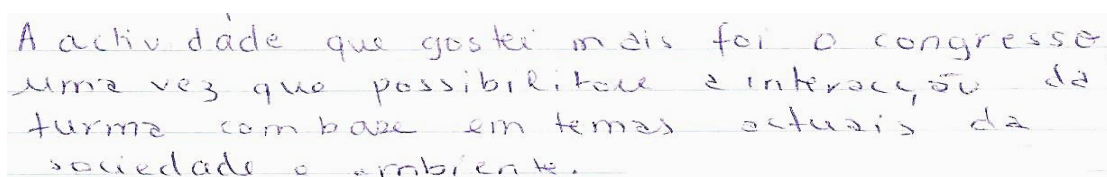


-3 - Gostei mais de discutir o plano, é interessante ter as várias opiniões.

(tarefa 4)

Para estes alunos o trabalho colaborativo permite a interação e contribuição de todos, para atingir o mesmo objetivo. Nesta perspetiva, o trabalho de grupo proporcionou a mobilização de competências sociais, atitudinais e axiológicas e permitiu o desenvolvimento pessoal e social dos alunos.

Sabendo da necessidade que os alunos têm de se envolver nas tarefas e desenvolver as competências que lhes permitam ser responsáveis pelo seu próprio saber, optou-se pela utilização de diferentes estratégias pedagógicas ao longo da realização das tarefas. Não sendo do agrado de todos, a maioria expressou vontade em repetir o debate e as discussões, já que esta é uma maneira de aprender de forma diferente. Nos documentos escritos os alunos afirmaram:



A actividade que gostei mais foi o congresso, uma vez que possibilitou a interacção da turma com base em temas actuais da sociedade e ambiente.

(tarefa 1)

7 - O debate foi o que mais gostei pois deu-me a possibilidade de defendermos uma posição e trabalharmos os conteúdos de forma didática.

(tarefa 1)

O mesmo se comprovou durante a entrevista:

Professora: De todas as atividades realizadas nas aulas, quais é que gostaram mais? Porquê?

L - Eu gostei mais do debate porque achei que pudemos interagir todos uns com os outros e aprendemos a pesquisar informação específica e a defende-la segundo o nosso ponto de vista.

Neste tipo de estratégia verifica-se que os alunos se envolvem no processo científico e são eles próprios a construir o seu próprio conhecimento, visto que, são eles que pesquisam, registam e analisam as concordâncias e discrepâncias encontradas por eles próprios.

Gostam menos

Alguns alunos não gostaram de realizar repetidamente este tipo tarefas. Para eles é exaustivo, em todas as aulas, mesmo quando os assuntos eram muito diferentes. Para os alunos este tipo de tarefas “exige muito trabalho”.

Professora: Gostaram das aulas? Porquê?

F - Algumas, porque ao fim de algum tempo fazer este tipo de tarefas, todas as aulas é cansativo. Um bocadinho menos de fichas era melhor.

C - (...) acho que deviam ser mais espaçadas, foram demasiado seguidas, estar sempre a fazer este tipo de fichas, como é que eu ei-de explicar isto...

A - Deviam ser intercaladas com alguma coisa, é o que ela queria dizer.

C - Pois.

A - É que sempre a fazer as fichas é cansativo, exige muito de nós e é sempre a mesma coisa.

Esta apreciação apesar de não aparecer nos documentos escritos foi referida em voz-off várias vezes.

Importância das tarefas

Os alunos consideraram que as tarefas foram importantes na sua aprendizagem, já que, os temas faziam a ponte entre os conteúdos da disciplina e a vida do dia-a-dia.

Segundo eles, as temáticas eram atuais e estavam intrinsecamente relacionadas com a realidade que os rodeia. O próximo excerto revela isso mesmo:

Professora: Consideram que nas aulas os assuntos ensinados estiveram relacionados com o vosso dia-a-dia?

N – Eu acho que está relacionado com o nosso dia-a-dia.

Professora: Em que situação?

D – Calculámos a energia que gastamos em casa e o correspondente em painéis solares.

C – A importância da cor, até na própria roupa que vestimos.

G – A própria questão dos países e de exploração de combustíveis fósseis, é um bocadinho sobre o mundo atual em que vivemos.

Além disso, conseguiram encaixar estes temas numa abordagem CTSA.

Professora: Como relacionam o que aprenderam com a Tecnologia, Sociedade e Ambiente?

David – No debate sobre os países, porque percebemos o estado da nossa sociedade e como podemos, aplicando tecnologia, melhorar o ambiente.

João M. – O ambiente está em tudo o que trabalhamos, a energia, o aquecimento global, tem tudo a ver com o ambiente e a tecnologia mais a ver com os painéis fotovoltaicos.

Destacam a importância da abordagem destes assuntos porque são fenómenos do mundo que os rodeia, ligados à sociedade e numa estreita relação com a tecnologia. Hoje assumem compreender melhor as notícias sobre o tema “energia” e até conseguem debater estes assuntos:

Professora: De que forma, o que aprenderam nas aulas influencia a vossa compreensão, sobre o tema “energia” quando veem TV?

I – Agora temos um maior domínio sobre o assunto.

G – E também achamos mais interessante. O facto de termos dado esta matéria desperta-nos o interesse e antes não estávamos tão atentos às notícias.

D – Até estamos atentos à forma como os jornalistas falam, porque eles muitas vezes dizem energia de 200 W, mas nós sabemos que watt é unidade de potência e não de energia.

C – Antes víamos as notícias mas não dominávamos o assunto e por isso era irrelevante.

H – Até para explicar às pessoas que estão à nossa volta, eu agora, como já trabalhei neste assunto, posso acrescentar alguma coisa.

Neste excerto, as expressões “achamos mais interessante”, “desperta-nos o interesse” e “temos um maior domínio sobre o assunto” evidenciam um melhor entendimento deste tema e mostram como é importante a introdução destes assuntos na vida dos jovens, para que estes possam estar preparados para exercer, em pleno, o exercício da cidadania democrática.

Síntese do capítulo

Neste capítulo apresentaram-se os resultados referentes às três questões orientadoras deste trabalho, que se relacionavam com as dificuldades sentidas pelos alunos na realização das tarefas, as aprendizagens que foram desenvolvidas e a avaliação que os alunos fizeram das tarefas.

Os dados relativos à primeira questão mostraram que os alunos tiveram dificuldades na pesquisa de informação, na construção de tabelas e gráficos, no delineamento de um plano, na formulação de problemas e questões, na apresentação de resultados, na gestão do tempo na reflexão sobre o trabalho. No entanto, alguns destes obstáculos foram ultrapassados à medida que as tarefas foram aplicadas.

Os resultados da segunda questão revelaram que o envolvimento dos alunos em estratégias de ensino promotoras da interação CTSA lhes possibilitou a aprendizagem de conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais e culturais, o desenvolvimento da autonomia, responsabilidade, trabalho em equipa e criatividade e aprenderam a pesquisar e sintetizar informação, bem como expor e defender as suas ideias.

Por último, relativamente à terceira questão, os alunos avaliaram as tarefas como sendo interessantes, mais ainda quando incluem debates, no caso role-play e trabalho laboratorial. Nesta avaliação mencionam também que as tarefas os ajudaram a promover uma abordagem CTSA.

CAPÍTULO 6

DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL

Com este trabalho pretendeu-se conhecer como reagem os alunos do 10.º ano de escolaridade à implementação de estratégias de ensino que fomentam a interação CTSA, durante a lecionação da subunidade “Energia – Do Sol para a Terra”. Especificamente procurou-se conhecer as dificuldades sentidas pelos alunos quando estão envolvidos em tarefas que promovem uma abordagem CTSA, as aprendizagens que realizam e a avaliação que fazem das tarefas.

Para atingir os objetivos do trabalho, foi utilizada, como metodologia, a investigação qualitativa. Desta forma, os dados foram recolhidos através da observação participante, da entrevista em grupo focado e pelos documentos escritos. Da análise realizada aos dados recolhidos sobressaíram categorias e subcategorias que simplificaram a sua apresentação, interpretação e compreensão (Bardin, 2004).

Este capítulo encontra-se organizado em três secções. Na primeira secção, discutem-se os resultados obtidos, na segunda secção tiram-se conclusões relativamente a esses mesmos resultados e na terceira secção faz-se uma reflexão final, referindo o contributo deste trabalho para o meu desenvolvimento profissional.

Discussão de Resultados

A primeira questão orientadora está relacionada com as dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a implementação de estratégias de ensino que fomentam a aprendizagem em contexto CTSA. Através da análise dos resultados foi possível constatar que as dificuldades dos alunos recaíram nas competências processuais, conceptuais e sociais, atitudinais e axiológicas. No que concerne às competências processuais, os alunos indicaram como dificuldades a pesquisa de informação e a

construção de tabelas e gráficos. Apesar dos alunos referirem que a pesquisa de informação é um dos entraves para a concretização das tarefas, é de salientar a sua importância, visto que torna o aluno o “ator principal” da sua própria formação. De acordo com o projeto “Promoção do Empreendedorismo na Escola”, “o *aprender fazendo* (...) implica saber obter a informação que lhe é pertinente e selecionar e analisar essa informação” (Pereira, Ferreira & Figueiredo, 2007, p. 17). Esta dificuldade acabou por ser mais notória nas primeiras tarefas, onde foi necessária maior orientação e disponibilidade de tempo. De facto, com o decorrer das tarefas esta dificuldade foi-se diluindo.

A construção de tabelas e gráficos foi outra das dificuldades sentidas pelos alunos, de forma mais significativa na primeira tarefa laboratorial, em que lhes foi pedido que apresentassem os dados recolhidos durante a atividade experimental. Esta dificuldade já tinha sido diagnosticada em trabalhos desenvolvidos por outros autores. Para Oliveira e Campos (2008), os alunos revelam “pouca sensibilidade para lidar com um conjunto de dados” (p. 1) resultado das “lacunas na interpretação, organização e representação de dados” (p. 2). Na segunda tarefa laboratorial registaram-se alguns progressos, nomeadamente na forma como se organizaram os dados.

No que respeita às competências conceptuais, os alunos tiveram dificuldades em delinear um plano e em formular questões e problemas. A organização de um plano com o intuito de dar resposta a uma pergunta, para a qual a solução se desconhece, é útil para que os alunos possam “intervir na sua própria realidade respondendo aos problemas (...) de forma ativa” e “planeiem o seu trabalho de forma a atingir os seus objetivos” (Pereira, Ferreira & Figueiredo, 2007, p. 17). Esta dificuldade é resultado da falta de preparação para este tipo de tarefas, já que para a maioria dos alunos este foi o primeiro contacto com a planificação de estratégias para dar resposta a um problema.

Talvez porque não estivessem familiarizados com a formulação de problemas e questões, os alunos começaram por conceber perguntas muito diretas e que raramente envolviam raciocínio, tal facto está de acordo com os estudos realizados por Chin (2001). Segundo este autor, a maioria das perguntas formuladas pelos alunos não envolvem a compreensão, previsão e aplicação de estratégias que permitam uma aprendizagem conceptual. Contudo, vários autores salientam que dar oportunidade aos alunos de formular questões é de extrema importância, já que fomenta uma atitude de questionamento no seu dia-a-dia e permite que os alunos sintam os problemas como seus (Leite & Esteves, 2005).

Os resultados evidenciaram, também, dificuldades ao nível das competências sociais, atitudinais e axiológicas, especialmente na apresentação dos resultados, na gestão do tempo e na reflexão sobre o trabalho. Parte dos alunos sentiu dificuldades em descrever oralmente as suas ideias, evidenciando comportamentos tímidos. Assumiram, por isso, preferir expor as ideias por escrito. Esta dificuldade de comunicação está em consonância com a ideia de Reis (2004), quando destaca que os alunos “têm medo de falar livremente” (p. 59).

A gestão do tempo, como dificuldade, é também referida nos estudos de Perrenoud (1993). Para este autor, a distribuição do tempo de trabalho com os alunos terá necessariamente de variar, mesmo quando se trata de realizar a mesma tarefa, já que a progressão no trabalho, as respostas dadas e as anotações de cada aluno, fazem parte de um tempo próprio e dependem do ritmo individual de cada um.

O espaço de reflexão sobre o trabalho também é mencionado pelos alunos como um obstáculo, acabando por não surtir efeitos práticos porque alguns deles não reconhecem vantagens e acham que não contribuiu para procurarem outros modos de trabalho. Apesar das dificuldades sentidas, pode referir-se que a maioria dos alunos ultrapassou os obstáculos com que se depararam, permitindo-lhes o desenvolvimento de competências ao nível do domínio cognitivo, processual, atitudinal e comunicacional, tal como é recomendado no programa da disciplina (Martins et al., 2001).

Perante o envolvimento dos alunos em estratégias de ensino promotoras da interação CTSA, o presente trabalho evidenciou a realização de aprendizagens em alguns domínios, nomeadamente relacionadas com os conteúdos de aprendizagem, o envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem e o modo como aprenderam.

No que concerne aos conteúdos de aprendizagem, os resultados obtidos foram concordantes com a literatura, já que evidenciaram o desenvolvimento de aprendizagens no âmbito da interação CTSA. Na revisão de literatura, é sugerido que a

ciência e a tecnologia sejam assumidas como referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente sejam tratados como o cenário de aprendizagem, do qual os problemas e questões sociais significativas surjam como temas a serem investigados com o suporte dos saberes científicos e tecnológicos (Ricardo, 2007, p. 2).

Os resultados obtidos mostraram que a realização das tarefas promotoras de uma abordagem CTSA resultou na aprendizagem desses conhecimentos científicos,

tecnológicos, sociais e culturais. Segundo os alunos, os conhecimentos científicos foram mobilizados, uma vez que “aprenderam leis”, “adquiriram conceitos” relacionados com energia e “aprenderam como funcionam alguns aparelhos tecnológicos”. Os conhecimentos tecnológicos foram alcançados pelo contacto com materiais criados a partir do conhecimento científico, nomeadamente os *robots*.

No que respeita ao domínio atitudinal, os resultados obtidos revelaram que os alunos desenvolveram a sua autonomia, a sua criatividade, o seu sentido de responsabilidade e o trabalho em equipa. Estas competências, “responsabilidade, a autonomia, (...) a capacidade de iniciativa, o espírito empreendedor a liderança, ou uma atitude de exigência e rigor” (p. 8) estão preconizadas no documento “Promoção do empreendedorismo na Escola” como um “fator determinante do desenvolvimento de cada um tendo em vista a sua realização pessoal e a sua participação no processo de construção coletivo em que todos estamos envolvidos” (Pereira, Ferreira & Figueiredo, 2007, p.8).

No que se refere às estratégias usadas pelos alunos, isto é, ao modo como aprendem, os resultados evidenciaram a pesquisa e síntese de informação e a exposição e defesa de ideias como estratégias mobilizadas na sua aprendizagem. Relativamente à pesquisa de informação, verificou-se que os meios mais utilizados foram a *Internet* e o manual. É, ainda, demonstrado que após a leitura da informação, os alunos procederam à sua seleção e análise, com o intuito de responder ao problema em questão, é de salientar que segundo o documento “Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais” (2001), “diferentes formas de pesquisar, recolher, analisar e organizar a informação, são fundamentais para a compreensão da Ciência” (Abrantes, 2001, p. 131). Quanto à exposição e defesa de ideias, os alunos revelaram que permitiu desenvolver as suas competências de relacionamento interpessoal e a capacidade de compreender e comunicar os diversos pontos de vista.

Relativamente à avaliação realizada pelos alunos sobre as tarefas de realizadas, os resultados evidenciaram que elas têm uma boa aceitação, sobretudo aquelas que incluem a realização de atividades laboratoriais. Como justificação, os alunos afirmaram que podem “fazer várias coisas e é diferente das outras aulas”, por serem eles “a fazer as coisas” e poderem “estar a mexer” e, por isso, sentem-se mais motivados. Em termos globais, os alunos fizeram um balanço positivo das tarefas, destacando que para além de terem gostado das realizar, estas foram ao encontro dos seus interesses e revelaram-se úteis para o seu dia-a-dia.

Conclusões

A implementação da proposta didática permitiu aos alunos desenvolverem as competências preconizadas no programa de Física e Química A do 10.º ano. Durante a leção da subunidade, os alunos passaram a estar envolvidos em tarefas que utilizavam várias estratégias, nomeadamente a pesquisa e seleção de informação, o trabalho em grupo, a exposição e defesa de ideias e o uso de conceitos científicos. Tais estratégias permitiram-lhes questionar, apresentar e fundamentar as suas ideias, ampliar os seus conhecimentos e refletir sobre o trabalho desenvolvido.

As mudanças que os alunos enfrentaram com uma nova dinâmica de sala de aula trouxeram consigo dificuldades iniciais. No entanto, à medida que as tarefas foram sendo realizadas, os obstáculos foram diminuindo e os alunos mostraram ter gostado de as realizar, uma vez que foram interessantes e úteis para seu dia-a-dia.

Em suma, os alunos consideraram que as tarefas promotoras de uma abordagem CTSA são uma boa estratégia de ensino, por permitirem o seu envolvimento mais ativo na sala de aula. Houve até quem afirma-se “gostei muito das aulas e achei que foram criativas e os alunos puderam interagir mais uns com os outros e são mais interessantes do que as aulas tradicionais”, o que indica que este tipo de tarefas conseguiram ser estimulantes e desafiadoras.

Reflexão final

Há três anos, quando iniciei o Mestrado em Ensino de Física e Química, fi-lo porque gostei da experiência de ser professora, ainda que o tivesse sido, sem nenhuma preparação para tal. Durante dois anos fiz aquilo que sempre tinha visto fazerem comigo, preparava as aulas em casa e chegada à escola encaminhava-me para a sala de aula e “ensinava”, na maioria das vezes, tudo aquilo que tinha previsto. Hoje, ao olhar para trás, apercebo-me que o termo “ensinar” vai muito mais além do que transmitir conhecimentos científicos, totalmente descontextualizados e que acabam por conduzir os alunos ao desinteresse pela disciplina. De que serve ouvir falar em termos que nunca vamos utilizar e que não fazemos ideia para que servem?. Ao longo destes quatro semestres, percebi que a transmissão de conhecimentos científicos por si só não basta,

porque “esta sociedade, cada vez mais exige aos cidadãos do nosso tempo (...) conhecimentos, capacidades, atitudes e valores” (Fernandes, 1997, p. 538).

Por tudo o que já foi dito, encarei esta fase da minha vida como um momento de viragem em que existirá sempre um antes e um depois. O antes que será lembrado, mas não repetido, e um depois que fará parte da minha vida enquanto nova professora.

O trabalho que desenvolvi ao longo da implementação da proposta didática fez emergir outra forma de ver o ensino, a figura de um educador, que não está ali só com o intuito de transmitir informações teóricas, mas antes como alguém que facilita e orienta o acesso a fontes de informação, não dá a resposta, antes incentiva a sua procura e que promove o desenvolvimento múltiplas competências. Mas este caminho não foi fácil, as dificuldades em construir tarefas promotoras de uma abordagem CTSA, a elevada dimensão da turma e a ansiedade em querer que tudo corresse bem foram os meus maiores obstáculos. Com o passar do tempo as dificuldades foram diminuindo, o meu receio inicial foi dando lugar a uma maior confiança. É claro que os alunos tiveram um papel importante, já que mostraram interesse pelos assuntos tratados e surpreenderam sempre que foram chamados a intervir em tarefas que apelavam ao seu espírito crítico e criatividade.

Realço, também, a importância da reflexão sobre o trabalho desenvolvido, a interrogação do “porquê fiz isto” e o “como posso melhorar” foi decisivo para corrigir o que pareceu negativo e, simultaneamente, para adotar um novo comportamento.

Em síntese, este trabalho e todo este percurso, revelou-se um enorme desafio e acentuou a necessidade da atividade do professor assumir que a procura do saber é um processo que nunca se esgota e que deve ser permanentemente mantido e ativado por todos nós.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAAS, American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Abrantes, P. (coord.) (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências Essenciais*. Lisboa: ME-DEB.
- Abrantes, P., & Araújo, F. (2002). *Avaliação das aprendizagens: das concepções às práticas*. Lisboa: ME-DEB.
- Afonso, N. (2005). *Investigação naturalista em educação: um guia prático e crítico*. Lisboa: ASA Editores.
- Almeida, P., & César, M. (2006). Um contrato didático inovador em aulas de Ciências do 10.º ano de escolaridade. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 356-377.
- Alonso, A., Mas, M., Díaz, J., & Romero, P. (2008). Consensos sobre a Natureza da Ciência. *Química Nova na Escola*, 27, 37-50.
- Andrioli, A. (2004). Trabalho coletivo e educação: um estudo de práticas cooperativas em escolas na Região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Espaço Académico*, 34, 1,2.
- Averill, B., & Eldredge, P. (2007). *General Chemistry: Principles, Patterns and Applications*. Recuperado em 2013, Março 22 de: <http://flatworldknowledge.lardbucket.org/books/general-chemistry-principles-patterns-and-applications-v1.0m/section_10.html>.

- Baptista, M. (2010). *Conceção e implementação de atividades de investigação - Um estudo com professores de física e química do ensino básico*. Tese de doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. (Trabalho originalmente publicado em francês em 1997).
- Bazzo, W., Linsingen, I., & Teixeira, L. (2003) Os estudos CTS. In: *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Oviedo: OEI.
- Bejan, A. & Kraus, A. (2003). *Heat Transfer Handbook*. John Wiley & Sons
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & William, D. (2003). *Assessment for learning. Putting in practice*. England: McGraw-Hill Education.
- Black, P., & William, D. (2006). *Assessment for learning in the classroom*. In J. Gardner (Ed.), *Assessment and learning*. London: SAGE Publication.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bolzan, R. (2003). *O aprendizado na Internet Utilizando Estratégias de Roleplaying Game (RPG)*. Tese de doutoramento. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Recuperado em 2012, Dezembro 20, de <<http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84979/193599.pdf?sequence=1>>.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy. From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Teachers College Press.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado, CO: Springs.
- Cardoso, M., Correia, M., Martins, S., Monteiro, R., Paulos, M., Rosa, J. Santos, J., Bicudo, P., & Sacramento, P. (2013). *Mecânica Quântica – Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia*. Lisboa: IST Press.

- Chin, C. (2001). Learning in science: What do students' questions tell us about their thinking? *Educational Journal*, 29(2), 85-103
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education*. London and New York: Routledge Falmer.
- Costa, J. (1999). O papel da escola na sociedade atual: implicações no ensino das ciências. *Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu*, 15, 56-62.
- Coutinho, C (2012). *Investigação qualitativa, passos fundamentais*. Universidade de Minho. Recuperado em 2012, Abril 8, de <<http://claracoutinho.wikispaces.com/Investiga%C3%A7%C3%A3o+qualitativa+passos+fundamentais>>.
- Deus, J.; Pimenta, M.; Noronha, A.; Peña, T. & Brogueira, P. (1992). *Introdução à Física*. Lisboa: McGraw-Hill
- De Ketele, J. & Roegiers, X. (1999). *Metodologia de Recolha de Dados. Fundamentos dos métodos de observações, de questionários, de entrevistas e de estudo de documentos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Dillon, J. (1994). *Using Discussion in classrooms*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Domingos, A.; Neves, I. & Galhardo, L. (1987). *Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Ducrot, R., Jacobi, P., Barban, V., Clavel, L., Carmargo, M., Carvalho, Y., Franca, T., Sendacz, S., & Gunther, W. (2008). Elaboração multidisciplinar e participativa de jogos de papéis. *Ambiente & Sociedade*, XI (2), 355-372.
- Évora, C. (2011). *Ensino da “Energia” em Contexto CTSA - Um Estudo com Alunos do 7º Ano de Escolaridade*. Tese de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Farias, C. & Freitas, D. (2007). Educação Ambiental e Relações CTS: uma perspectiva integradora. *Ciência & Ensino*, 1, Número Especial, 1-13.

- Fernandes, D. (1997). Avaliação na Escola Básica Obrigatória: Fundamentos para uma Mudança de Práticas. In *Educação em Debate*. Lisboa: Centro de Publicações da Universidade Católica Portuguesa.
- Ferreira, A. (2004). *Projetos no ensino das Ciências: Um guia do professor com sugestão de trabalho para as áreas projeto dos ensinos básico e secundário*. Menção honrosa no Prémio Educação Hoje. – Texto editora. Recuperado em 2012, Dezembro 9, de <<http://web1.no.sapo.pt/peh.pdf>>.
- Feynman, R.; Leighton, M. & Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics Vol. 1*. Addison-Wesley Publishing Company, California Institute of Technology.
- Galvão, C., & Freire, A. (2004). *A perspetiva 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*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Galvão, C. (Coord), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2002). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: ME-DEB.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A. M., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: Edições ASA
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências – O contributo do projeto internacional PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora.
- Gerthsen, C.; Kneser, H. & Vogel, H. (1998). *Física*. 2.^a Edição, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Holman, J. (1997). *Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill.
- Lei nº49/2005, de 30/08/2005 (Lei de Bases do Sistema educativo Português). Versão nova consolidada.
- Leite, L. (2001). *Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no Ensino das Ciências*. In ME (Eds.), *Cadernos didáticos de ciências*, 1. Lisboa: Ministério da Educação (DES).

- Leite, L., & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a Aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em ensino de Física e Química. In B. Silva, & L. Almeida, (Eds). *Actas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia*. Braga: Universidade do Minho.
- Ludke, M. & André, M. (1986). *A pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- 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.
- Mathison, S. (1988). Why triangulate? *Educational Researcher*, 17(2), 13-19.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of Science*. New York, NY: Routledge.
- Membriela, P. (2001) (Ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- National Research Council - NRC (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council – NRC (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Oliveira, E., & Campos, P. (2008). *Pensar com os dados: O contributo de ALEA – Congresso da Associação de Professores de Matemática*. Recuperado em 2013, Junho 5, de <http://www.apm.pt/files/_Conf_ALEA_48b86b6b6ad25.pdf>.
- Oliveira, R., & Zuin, A. (2009). *O uso do role playing como estratégia de avaliação da aprendizagem no ensino de química*. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências. Recuperado em 2013, Janeiro 1, de <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/961.pdf>>.
- Oort, A., & Peixoto, J. (1992). *Physics of Climate*. New York: Springer-Verlag Inc.
- Patton, M. (2002). *Qualitative evaluation and research methods*. London: Sage Publications.

- Pereira, M. (coord.). (1992). *Didática das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pereira, M., Ferreira, M. & Figueiredo, I. (2007). *Guião “Promoção do empreendedorismo na escola”*. Lisboa: Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- 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., Oliveira, H., Brunheira L., Varandas, J. M., & Ferreira (1999). O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. *Quadrante*, 7 (2), 41-70.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2003). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (3.^a ed). Lisboa: Gradiva.
- Ramos, T., & Oliveira, A. (2011). *Guia de Estudo: Física e Química A – Física 10.º ano*. Porto: Porto editora.
- Reis, P. (2004). *Controvérsias socio-científicas: Discutir ou não discutir?*. Tese de doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Reis, P. (2006). Ciência e Educação: Que relação?. *Interações*, 3, 160-187.
- Ricardo, E. (2007). Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, 1, 1-12.
- Roldão, M. (1999). *Gestão Curricular – Fundamentos e práticas*. Lisboa: ME-DEB.
- Roldão, M. (2009). *Estratégias de Ensino – O saber e o agir do professor*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.
- Rutherford F., & Ahlgren, A. (1995). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.

- Serway, R. (1992). *Física 3 para Cientistas e Engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- Serway R. & Jewett, J. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*. Belmont, CA: Thomson Learning.
- Schön, D. (1994). *Le Praticien Réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal : Les Éditions Logiques.
- 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).
- Vieira, R., & Vieira, C. (2005). *Estratégias de Ensino/Aprendizagem*. Lisboa: Instituto Piaget, Coleção Horizontes Pedagógicos.
- Wallace, J. & Hobbs, P. (2006). *Atmospheric Science: an introductory survey*. Second Ed. Academic Press
- Wellington, (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.
- Woolnough, B. (2000). Appropriate practical work for school science: Making it practical and making it science. In J. Minstrell, & E. van Zee, (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Zabala, A. (1999). *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. Porto Alegre: Editora Artmed.

APÊNDICES

APÊNDICE A

PLANIFICAÇÕES DAS AULAS

↪ **Aula 1**

UNIDADE 1 – Do Sol ao aquecimento/ SUBUNIDADE 1 – Energia – Do Sol para a Terra						
Aula n.º 1 Duração: 90 minutos		<u>Sumário:</u> Transferências de energia sob a forma de radiação. Reflexão, absorção e transmissão de radiação térmica. Debate sobre o efeito de estufa e o aquecimento global				
Conteúdos	Competências			Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas			
Balço energético na Terra Absorção e Emissão de radiação Efeito de Estufa Aquecimento global	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pesquisas bibliográficas - Sistematizar a informação pesquisada. - Utilizar corretamente a Língua Portuguesa a nível da oralidade e da escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e encontrar formas de os controlar 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos - 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 - Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes - Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades. 	<p>- Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da aula. (5 minutos). A aula terá, então, 3 momentos:</p> <p>1.º - Entregar uma ficha de trabalho para ser realizada a pares. Os alunos devem apenas responder à parte 1 da ficha, que envolve a realização de uma tarefa de investigação. Após todos terem terminado, cada grupo apresenta a sua pesquisa perante a turma (25 + 15 minutos).</p> <p>2.º - Sintetizar os conteúdos programáticos utilizando um PPT, relacionado com a emissão e absorção de radiação, incluindo os fenómenos radiativos. (10 minutos).</p> <p>3.º - Em grupo, os alunos devem escolher uma instituição/classe que querem defender. Realizar uma pesquisa e recolha de informação para o role-play. (10 + 25 minutos)</p> <p>- Informar os alunos que devem entregar o resumo das ideias principais</p>	<p>Grelha de avaliação de comunicação à turma</p> <p>Grelha de avaliação de atitudes e envolvimento do aluno com o grupo</p>	<p>Ficha de trabalho n.º 1</p> <p>Manual escolar</p> <p>Computador com acesso à Internet</p> <p>PPT n.º 1</p>

↪ Aula 2

UNIDADE 1 – Do Sol ao aquecimento/ SUBUNIDADE 1 – Energia – Do Sol para a Terra						
Aula n.º 2 Duração: 135 minutos			Sumário: Atividade laboratorial sobre emissão e absorção de radiação. Emissividade. Corpos absorventes, refletores e emissores de radiação.			
Conteúdos	Competências			Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas			
Absorção e Emissão de radiação Superfícies refletoras, emissoras e absorvas.	<ul style="list-style-type: none"> - Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental - Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento - Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> - Planear uma experiência para dar resposta a uma questão – problema - Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida - Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais e de proteção pessoal - Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades. 	<p>Iniciar a aula com uma breve descrição do que vai ser realizado (10 minutos). Os alunos devem planificar uma atividade laboratorial, em grupos de 4, que permita dar resposta a um problema.</p> <p>1º - Pesquisar na Internet a informação necessária para a elaboração de uma atividade experimental que permita responder ao problema formulado. Devem recolher, também, toda a informação teórica necessária para poderem planear as atividades, que irão executar de seguida (30 minutos).</p> <p>2º - Executar o planeamento elaborado. Devem ter em conta todas as regras de segurança a ter no laboratório e seguir o protocolo que construíram. Devem também registar as dificuldades que vão sentindo e algum tipo de parâmetro que não tenham levado em conta, mas que se apercebiam entretanto que é importante (60 minutos);</p> <p>3º - Iniciar a elaboração de um relatório no tempo que resta da aula. Devem terminar em casa e entregar numa data a combinar. (30 minutos).</p> <p>4.º - Sintetizar as ideias da aula, usando um PPT (5 minutos)</p>	<p>Grelha de avaliação para uma tarefa de investigação</p> <p>Grelha para avaliação do relatório</p> <p>Grelha para a avaliação da participação dos alunos na realização de um projeto.</p>	<p>Ficha de trabalho n.º 2</p> <p>Manual escolar</p> <p>Computador com acesso à Internet</p> <p>Material corrente de laboratório</p> <p>PPT n.º 2</p>

↳ Aula 3

UNIDADE 1 – Do Sol ao aquecimento/ SUBUNIDADE 1 – Energia – Do Sol para a Terra						
Aula n.º 3 Duração: 90 minutos		Sumário: Radiação térmica. Modelo do corpo negro. Lei de Stefan-Boltzmann e Lei do deslocamento de Wien. Absorção, reflexão e emissão de radiação.				
Conteúdos	Competências			Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas			
Lei de Stefan – Boltzmann. Lei do Deslocamento de Wien	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pesquisas bibliográficas - Sistematizar a informação pesquisada. - Utilizar corretamente a Língua Portuguesa a nível da oralidade e da escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos - Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC - Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades. 	<p>Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da aula. (5 minutos). A aula é composta por 4 momentos:</p> <p>1º - Ler a informação fornecida sobre cada cientista, seguida de pesquisa e posterior elaboração de um texto com as ideias principais. (25 minutos).</p> <p>2º - Em grupo, os alunos devem apresentar à turma as conclusões a que chegaram recorrendo a imagens (35 minutos).</p> <p>3º - Calcular da temperatura à superfície do Sol, de acordo com as duas Leis anteriormente estudadas. (20 minutos)</p> <p>4.º- Sintetizar as ideias da aula, utilizando um PPT (5 minutos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Grelha de avaliação de atitudes e envolvimento do aluno com o grupo Grelha de avaliação de comunicação à turma 	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de trabalho n.º 3 Manual escolar Computador com acesso à Internet PPT n.º 3

↳ **Aula 4**

UNIDADE 1 – Do Sol ao aquecimento/ SUBUNIDADE 1 – Energia – Do Sol para a Terra						
Aula n.º 4 Duração: 90 minutos			Sumário: Equilíbrio térmico e Lei Zero da Termodinâmica. Determinação da temperatura média da Terra			
Conteúdos	Competências			Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas			
<p>Sistema termodinâmico</p> <p>Equilíbrio térmico</p> <p>Lei zero da termodinâmica</p> <p>Temperatura média da Terra</p>	<p>- Utilizar corretamente a Língua Portuguesa a nível da oralidade e da escrita.</p>	<p>- Organizar um plano para dar resposta a uma questão – problema.</p> <p>- Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com outros de referência</p>	<p>- Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos</p> <p>- Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.</p>	<p>Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da aula. (5 minutos). A aula é composta por 5 momentos:</p> <p>1.º - Ler a informação fornecida e organizar um plano com o intuito de calcular a temperatura da Terra. (25 minutos).</p> <p>2.º - Os alunos devem apresentar e discutir, com a turma, o plano que delinearam (15 minutos).</p> <p>3.º - Calcular a temperatura média da Terra e comparar o valor obtido com o valor real. (25 minutos)</p> <p>4.º - Os alunos devem apresentar os resultados e discutir com os colegas as conclusões a que chegaram (15 minutos)</p> <p>5.º - Sintetizar as ideias da aula, utilizando um PPT (5 minutos).</p>	<p>Grelha de avaliação de atitudes e envolvimento do aluno com o grupo</p> <p>Grelha de avaliação de comunicação à turma</p>	<p>Ficha de trabalho n.º 4</p> <p>Manual escolar</p> <p>PPT n.º 4</p>

↪ Aula 5

UNIDADE 1 – Do Sol ao aquecimento/ SUBUNIDADE 1 – Energia – Do Sol para a Terra						
Aula n.º 5 Duração: 90 minutos			Sumário: A radiação solar na produção de energia elétrica – painel fotovoltaico. Exercício de aplicação.			
Conteúdos	Competências			Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas			
Energia solar na produção de energia elétrica Painéis fotovoltaicos	- Utilizar corretamente a Língua Portuguesa a nível da oralidade e da escrita.	- Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e encontrar formas de os controlar	- Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos - Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	Iniciar a aula com uma introdução, onde se indicam os objetivos da aula. (5 minutos). A aula é composta por 5 momentos: 1.º - Visualizar um vídeo sobre uma notícia de telejornal e formular perguntas sobre o mesmo (15 minutos). 2.º - Os alunos, a pares devem pesquisar para dar resposta às questões previamente formuladas (25 minutos). 3.º - Os alunos devem apresentar à turma as conclusões a que chegaram (15 minutos) 4.º Resolver o exercício de aplicação (25 minutos) 5.º- Sintetizar as ideias da aula, utilizando um PPT (5 minutos).	Grelha de avaliação de atitudes e envolvimento do aluno com o grupo Grelha de avaliação sobre a formulação e resolução que questões sobre um vídeo	Ficha de trabalho n.º 5 Manual escolar PPT n.º 5

→ Aula 6

UNIDADE 1 – Do Sol ao aquecimento/ SUBUNIDADE 1 – Energia – Do Sol para a Terra						
Aula n.º 6 Duração: 135 minutos			Sumário: Atividade laboratorial sobre a energia fornecida por um painel fotovoltaico e a forma de maximizar o seu rendimento.			
Conteúdos	Competências			Descrição Metodológica	Instrumentos de avaliação	Recursos
	Processuais	Conceptuais	Sociais, atitudinais e axiológicas			
<p>Rendimento de um painel fotovoltaico</p> <p>Potência média solar recebida</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento - Recolher, registar e organizar dados de observações de fontes diversas - Executar, com correção, técnicas previamente ilustradas ou demonstradas 	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência - Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modos de os controlar - Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro - Elaborar um relatório sobre a atividade experimental 	<ul style="list-style-type: none"> - Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades. 	<p>Iniciar a aula com uma breve descrição do que vai ser realizado (10 minutos).</p> <p>1.º - Os alunos devem analisar uma notícia de jornal e responder às questões (15 minutos)</p> <p>2.º - Os alunos devem planificar uma atividade laboratorial, em grupos de 4, que permita dar resposta a um problema. (15 minutos).</p> <p>3.º - Executar o planeamento elaborado. Ter em conta todas as regras de segurança a ter no laboratório e seguir os protocolos que construíram. Devem também registar as dificuldades que vão sentindo e algum tipo de parâmetro que não tenham levado em conta, mas que se apercebam entretanto que é importante (90 minutos);</p> <p>4.º - Iniciar a elaboração de um relatório no tempo que resta da aula. Devem terminar em casa e entregar numa data a combinar. (15 minutos).</p>	<p>Grelha de avaliação para uma tarefa de investigação</p> <p>Grelha para avaliação do relatório</p>	<p>Ficha de trabalho n.º 6</p> <p>Manual escolar</p> <p>Painéis fotovoltaicos, robots, amperímetros, voltímetros, fios condutores</p>

APÊNDICE B

RECURSOS EDUCATIVOS DE APOIO ÀS AULAS: TAREFAS

Tarefa 1 – Física e Química A – 10º ano – 12/13

Nome: _____

Observações: _____

Parte I - Energia do Sol para a Terra

1. Leiam com atenção a banda desenhada.



2. Façam uma pesquisa no manual escolar e na Internet que vos permita encontrar uma resposta para a questão do Calvin. Sintetizem num pequeno texto a informação recolhida.
3. Partilhem o trabalho com os vossos colegas. Escrevam as ideias principais comunicadas pelos outros grupos.

PARTE 2 – Vai mais além...

4. Analisem a notícia de jornal.

Estudo revela que o Século XX foi o que apresentou as temperaturas mais altas do milénio

Há mais um recorde climático registado pelos cientistas e vai no mesmo sentido de todos os recentes (e crescentes) sinais de que a atmosfera terrestre está a sofrer um aquecimento global. Desta vez, uma equipa de investigadores britânicos da Universidade de East Anglia chegou à conclusão que as derradeiras décadas do século XX foram as que registaram as temperaturas mais altas dos últimos 1200 anos em todo o hemisfério Norte.

Adaptado de *Diário de Notícias*, 11/02/2010 (<http://dn.sapo.pt>)

Dada a gravidade dos constantes desastres ecológicos sucedidos pelo aumento da temperatura média do planeta, será realizado um congresso, no qual vocês irão participar. Os vários intervenientes no congresso irão assumir diferentes papéis (abaixo indicados). Nesse congresso deverão expor o ponto de vista da instituição/classe que representam.

- Representante dos 8 países mais desenvolvidos;
- Representante das maiores empresas transnacionais;
- Explorador de combustíveis fósseis;
- Ministro do ambiente;
- Representante dos países subdesenvolvidos;
- Ambientalista;

Considerando-se que se trata de um problema mundial, o qual pode comprometer a vida das futuras gerações, e que existem diversos interesses envolvidos, a responsabilidade dos participantes desse evento torna-se ainda maior, daí a necessidade de estarem bem preparados para a discussão. Por isso, antes da conferência devem ter em conta os seguintes aspetos:

- Investiguem quais as causas que poderão estar na origem dessas alterações.
- Procurem encontrar relatos de fenómenos extremos que tenham ocorrido nos últimos anos e que estejam associados a este aumento da temperatura.
- Indiquem algumas medidas que podemos adotar para reverter esta situação.

Com base nas informações obtidas, em grupos de 4 elementos, participarão na simulação de um congresso. Cada grupo produzirá um texto em que argumentará seu ponto de vista (de acordo com o papel determinado).

Quando todos estiverem preparados iniciar-se-á o role-play onde cada grupo apresenta os seus argumentos.

Adaptado de: <http://www.emack.com.br/bsb/webquest/bsb/2005/geografia/tar.html>

No final de todas as apresentações, cada um dos grupos construirá um *cartoon*, evidenciando os resultados do debate.

PARTE 3 – Reflete...

1. O que aprendeste com a realização da tarefa?
2. Onde sentiste mais dificuldades?
3. O que gostaste mais? Porquê? O que gostaste menos? Porquê?
4. O que alteravas na tarefa se a voltasses a fazer?

Tarefa 2 – Física e Química A – 10º ano – 12/13

Nome: _____

Observações: _____

Parte I

1. Leiam, atentamente, o seguinte texto:

CASA NOVA?

As nossas casas representam cerca de 25% do consumo total de energia da União Europeia. O custo cada vez mais elevado da fatura energética coloca na ordem do dia a questão da eficiência energética.

Assim, quando pensamos num projeto de construção de uma habitação devemos ter em conta a sua localização, já que, decisões acertadas permitem ajudar a melhorar o desempenho energético global dos edifícios.

As cores utilizadas nas fachadas e coberturas são um dos fatores que contribui para o conforto térmico, por isso, deve-se ter em consideração esta informação na escolha de uma casa para habitar.

Adaptado de: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/guia-pratico-para-a-casa-eficiente/casa-nova>

1. Formulem um problema, relacionado com o texto que leram, para o qual gostariam de encontrar uma resposta.
2. Planeiem uma experiência, que vos permita dar resposta ao problema que formularam. Não se esqueçam de indicar as variáveis que têm de controlar.
3. Elaborem uma tabela para registar os valores encontrados.
4. Realizem a atividade de acordo com a planificação, tendo o cuidado de registar, na tabela que construíram, os valores encontrados.
5. Analisem os dados que obtiveram e comparem os resultados com os restantes grupos.

6. Tirem conclusões.
7. Apresentem as vossas conclusões à turma.



PARTE 2 – Vai mais além...

8. Elaborem um protótipo de uma casa ideal que permita poupar o máximo de energia. Escolham a localização da casa em Portugal, na região onde vivem ou noutra que conheçam.

Indiquem todas as opções que tomarem e justifiquem-nas.

Alguns *sites* com conselhos para tornar a vossa casa mais ecológica e ajudar a poupar energia:

<http://www.ecocasa.pt/>

http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf

<http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/guia-pratico-para-a-casa-eficiente/casa-nova>

9. Divulguem as vossas conclusões ao resto da escola através da construção de uma maquete. Não se esqueçam de incluir todos os pormenores.

PARTE 3 - Reflete...

10. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
11. Refere o que mudavas se voltasses a realizar a tarefa. Justifica.
12. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa.
13. Indica o que achaste mais interessante.
14. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade prática? ...)

Tarefa 3 – Física e Química A – 10º ano – 12/13

Nome: _____

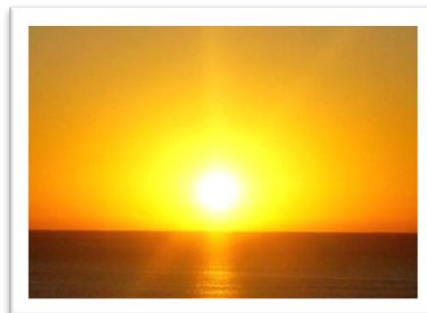
Observações: _____

Parte I

COMO MEDIR A TEMPERATURA DO SOL?

Atualmente sabemos que, à superfície, a temperatura do Sol atinge os 6000 °C.

Mas medir a temperatura do Sol, de um modo direto, é impossível. As sondas espaciais não podem descer até à superfície e socorrer-se de um termómetro para esse fim. Então como foi possível obter este valor?



Alguns dos cientistas, que se seguem, contribuíram para esta descoberta:



Em 1859, **Gustav Kirchhoff** elaborou um teorema baseando-se no modelo do corpo negro (Corpo negro: corpo capaz de absorver toda a radiação que nele incide).

O seu teorema mostrava que um corpo negro, por ser um absorvedor perfeito, isto é, não refletir nem se deixar atravessar por nenhuma radiação, é também um emissor perfeito.

Kirchhoff provou que a energia emitida por um corpo negro, depende apenas da temperatura e da frequência da energia emitida e que o seu poder absorvente é 1.

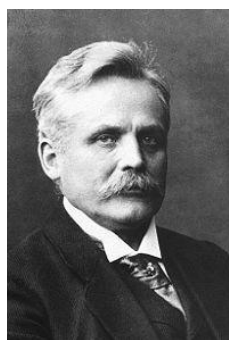


Em 1879, **Josef Stefan**, demonstrou experimentalmente que a potência total emitida, por unidade de área, em todas as frequências, por um objeto quente era proporcional à quarta potência da temperatura absoluta desse objeto. Um corpo que não seja um emissor ideal, irá também obedecer a esta mesma lei, mas introduzindo-se um coeficiente “ e ”, compreendido entre 0 e 1, designado por emissividade. Esta é considerada como a razão entre o “poder” emissor de um corpo real e a de um corpo negro.



Cinco anos mais tarde, **Ludwig Boltzmann** propõe o mesmo tipo de lei para a radiação do corpo negro, recorrendo à teoria eletromagnética de Maxwell. Por isso, a lei viria a ficar conhecida como Lei de Stefan-Boltzmann.

Contudo, esta lei não respondeu ao desafio lançado por Kirchhoff, uma vez que, ignora a dependência da Energia em relação ao comprimento de onda da radiação emitida.



Em 1893, **Wilhelm Wien** usa um forno com um pequeno orifício, como modelo de um corpo negro, e descobre que o comprimento de onda do máximo de radiação do corpo negro é proporcional ao inverso da sua temperatura (relação conhecida por Lei de Wien). No entanto, esta solução só é válida para pequenos comprimentos de onda.

Nota: Informações retiradas de:

- <http://disciplinas.ist.utl.pt/qgeral/biomedica/quantica.html>

- http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4066/1/ulfpie039498_tm.pdf

- Serway, R.; Moses, C. & Moyer, C. (2005). *Modern Physics*. Brooks Cole

1. Escrevam um texto, com base na informação fornecida e no vosso manual, que vos permita perceber qual o contributo dado por estes cientistas para as Leis que atualmente se conhecem, a Lei de Stefan-Boltzmann e a do Deslocamento de Wien.
2. Façam uma apresentação onde incluam imagens para projetarem.

PARTE 2 - Vai mais além...

3. Calculem o valor da temperatura do Sol, de acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann e com a Lei de Wien, e verifiquem se está de acordo com o valor esperado.

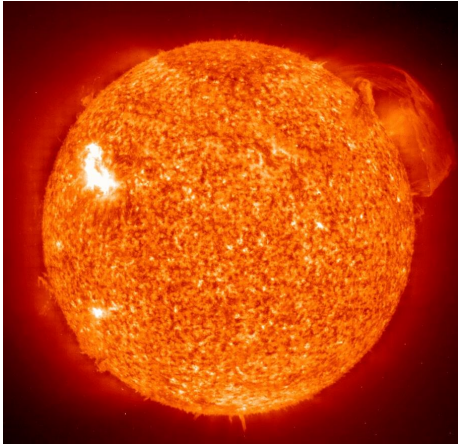
Nota: Em anexo poderão encontrar as informações que necessitam para resolver o vosso problema.

PARTE 3 – Reflete...

4. O que aprendeste com a realização da tarefa?
5. Onde é que sentiste maiores dificuldades?
6. O que gostaste mais? Porquê? O que gostaste menos? Porquê?

7. O que alteravas na tarefa se a voltasses a fazer?

ANEXOS – Dados sobre o Sol



Idade: 4,5 mil milhões de anos

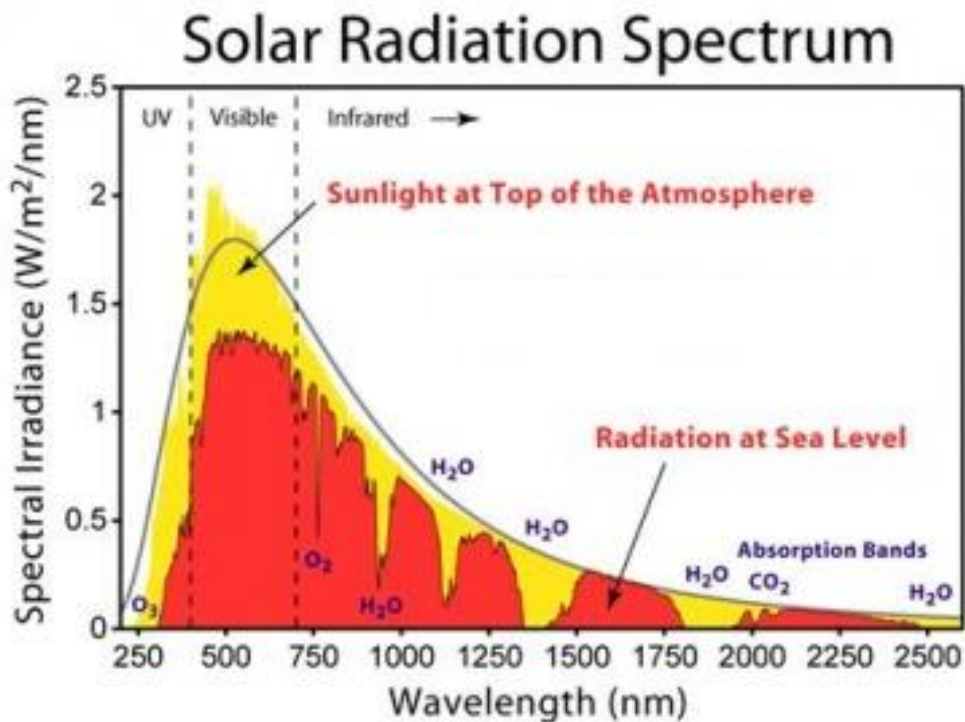
Massa: $1,989 \times 10^{30}$ kg

Diâmetro: $1,390 \times 10^6$ km

Constituição (atualmente): 75% de hidrogénio, 24,9% de Hélio e 0,1% de metais

Potência irradiada: $3,86 \times 10^{26}$ W

Espectro de radiação emitida:



Nota: Informações retiradas de:

- <http://noveplanetas.astronomia.web.st/sol.html>

- [http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Radia%C3%A7%C3%A3o_solar_\(Luz_solar\)](http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Radia%C3%A7%C3%A3o_solar_(Luz_solar))

Tarefa 4 – Física e Química A – 10º ano – 12/13

Nome: _____

Observações: _____

Parte 1

As observações cosmológicas indicam que o Universo começou com uma gigantesca explosão, o *Big Bang*. Um dos efeitos posteriores foi o preenchimento de todo o Universo por uma radiação cujo espectro corresponde ao de um corpo negro. O Universo inicial tinha uma temperatura de cerca de 10^{23} K, decorridos 10^{-43} s após o Big Bang, mas com o passar do tempo arrefeceu até atingir a temperatura atualmente medida.



Adaptado de: Ventura, G.; Fiolhais, M.; Fiolhais, C.; Paiva, J. & Ferreira, A. (2009). 10 F A – Física e Química A. Lisboa: Texto Editores, Lda.

1. Organizem um plano que vos possibilite estimar a temperatura média da Terra.
2. Discutam, em turma, o plano que delinearam.
3. Coloquem em ação o vosso plano e determinem a temperatura média na Terra.
4. Comparem o valor obtido, na alínea anterior, com o medido para a temperatura média à superfície do Globo terrestre.
5. Apresentem os vossos resultados e discutam com o resto da turma os dados obtidos.

PARTE 2 – Reflete...

5. O que aprendeste com a realização da tarefa?
6. Onde sentiste mais dificuldades? O que fizeste para as ultrapassar?
7. O que gostaste mais? Porquê? O que gostaste menos? Porquê?
8. O que alteravas na tarefa se a voltasses a fazer?

Tarefa 5 – Física e Química A – 10º ano – 12/13

Nome: _____

Observações: _____

Parte 1 - A radiação solar na produção de energia elétrica

1. Visualizem atentamente o vídeo

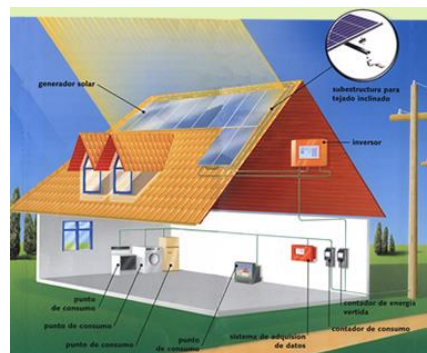


<http://videos.sapo.pt/5brePkkGqB31FqEZfZj1>

2. Elaborem três questões sobre o vídeo.
3. Escolham, em grupo, duas dessas questões que serão o ponto de partida para uma pesquisa. Mostrem à professora as questões, antes de iniciarem a pesquisa.
4. Partilhem e discutam com o resto da turma a pesquisa que realizaram.
5. Elaborem um resumo com as ideias principais que foram discutidas.

Parte 2 - Vai mais além ...

Considerando a exploração não sustentável dos recursos naturais, assim como o elevado valor gasto em energia elétrica, cada um de vocês decidiu instalar na sua casa painéis fotovoltaicos. Para isso, dirigiram-se a uma empresa que faz a sua comercialização e instalação “MaxiEnergia”. Um dos técnicos da empresa, informou-vos que os painéis têm um rendimento baixo, normalmente da ordem dos 15% e que na região onde vivem a



radiação média anual recebida num ano e por metro quadrado é 1500 kWh. Além disso, lembrou-vos sobre a importância de conhecerem qual é realmente o vosso consumo médio anual.

Tendo em conta todos os aparelhos elétricos e eletrónicos das vossas casas, as características de cada um e a respetiva frequência de utilização, comecem por saber qual o vosso consumo médio anual.

Para poderem adquirir os painéis e, de acordo com as informações que o técnico vos disponibilizou, falta ainda saber: **“Qual a área de painéis que responde às vossas necessidades?”** Para tal, elaborem um plano onde apresentem, de forma fundamentada, a resposta à questão levantada.

Anexos

Quadro 1

Valores do consumo médio anual para diferentes eletrodomésticos e equipamentos domésticos

Tipo	Consumo médio anual (kWh)
Frigorífico americano	1650
Congelador	620
Frigorífico-congelador	580
Frigorífico	373
Aquário	490
Máquina secar roupa	480
Máquina lavar roupa	240
Máquina lavar loiça	260
Televisão	140
Micro-ondas	49
Ferro de engomar	42
Computador	91
Impressora	10,5
Aspirador	18
Secador	14
Torradeira	14
Lâmpada económica (3h/dia)	22
Lâmpada incandescente (3h/dia)	110
Aparelhagem (2h/dia)	375

PARTE 3 – Reflete...

1. O que aprendeste com a realização da tarefa?
2. Que dificuldades sentiste?
3. O que gostaste mais? Porquê? O que gostaste menos? Porquê?
4. O que alteravas na tarefa se a voltasses a fazer?

Tarefa 6 – Física e Química A – 10º ano – 12/13

Nome: _____

Observações: _____

Parte 1



Energia solar: Maior central do mundo em Amareleja vai produzir 93 GW h

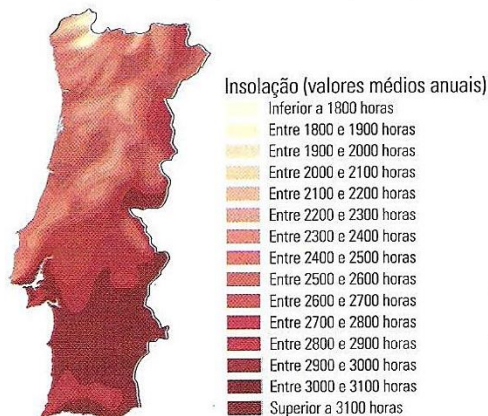
A maior central fotovoltaica do mundo, situada na Amareleja, entrou hoje (29.12.2008) em funcionamento após um investimento total de 261 milhões de euros, anunciou a *Acciona Energia* em comunicado.

A central fotovoltaica, com uma capacidade instalada de 46 MW, vai produzir 93 milhões de kW h por ano, valor que equivale ao consumo de mais de 30 mil famílias, evitando a emissão de 89383 toneladas anuais de dióxido de carbono.



Adaptado de: <http://expresso.sapo.pt/energia-solar-maior-central-do-mundo-em-moura-vai-produzir-93-gwh-video=f509870>

1. Assinalem, de acordo com o texto, as vantagens e desvantagens do uso de painéis solares como geradores de corrente elétrica.
2. Indiquem, de acordo com a figura seguinte, se a Amareleja é apropriada para instalar Centrais Fotovoltaicas. **Justifiquem.**



Parte 2

O Estado português, preocupado com a preservação do meio ambiente, decidiu criar medidas muito atrativas para a produção de energia elétrica não poluente. Com todo o apoio concedido, imaginem que têm financiamento para construir uma central de painéis fotovoltaicos, concorrente da *Acciona Energia*, e querem ter a certeza que vão fazer um bom investimento, ou seja, vão rentabilizar os vossos painéis de forma a aproveitar a energia do Sol de um modo eficiente. Para tal, devem ter em conta como são instalados e quais as condições ideais para o seu funcionamento.

1. Identifiquem o problema com que se deparam quando decidem instalar os painéis.
2. Planeiem uma atividade que vos permitam responder ao vosso problema.
3. Realizem a atividade.
4. Elaborem uma tabela para registar os valores encontrados.
5. Analisem os dados que obtiveram.
6. Apresentem as vossas conclusões à turma.
7. Elaborem um relatório do trabalho desenvolvido na aula.

PARTE 3 - Reflete...

1. Indica o que aprendeste com a realização da tarefa.
2. Refere o que mudavas se voltasses a realizar a tarefa. Justifica.
3. Indica as dificuldades que sentiste durante a realização da tarefa e como as ultrapassaste.
4. Indica o que achaste mais interessante.
5. Refere como funcionaram como grupo. (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade prática? ...)

APÊNDICE C

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Grelha de avaliação de comunicação à turma*

Critérios	Descritores					Pontos
	0	1	2	3	4	
Correção científica	-	Apresentação com várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação com algumas incorreções ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação sem qualquer incorreção ao nível dos conceitos ou das informações	Apresentação reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações	___ / 4
Justificação e argumentação	-	Os elementos do grupo não estão suficientemente preparados para defender aspetos do seu trabalho. Não possuem os conhecimentos ou as capacidades 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 de argumentação	Todos os elementos do grupo revelam um conhecimento profundo do conteúdo do seu trabalho e justificação de 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 utilização correta de linguagem científica	___ / 4
Articulação entre os elementos do grupo	-	Não existe qualquer articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação desorganizada	Fraca articulação entre os vários elementos do grupo. Torna-se evidente que alguns deles não prepararam a apresentação	Boa articulação entre a maioria dos elementos do grupo. Contudo, algum dos elementos não preparou a apresentação com os restantes	Excelente articulação entre os vários elementos do grupo. Apresentação lógica e extremamente 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 e do interesse da audiência	Apresentação com alguns percalços mas eficaz na captação da atenção e do 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 grande qualidade para apoiar ou realçar o conteúdo da apresentação (imagens, esquemas/gráficos, vídeos)	___ / 4
Gestão do tempo	-	Não respeita o tempo ou por excesso ou por defeito	A apresentação ultrapassa consideravelmente o período temporal que lhe estava destinado	A apresentação ultrapassa ligeiramente o período temporal que lhe estava destinado	Ótima gestão do tempo disponível	___ / 4
Utilização da voz	-	Discurso inaudível, com voz monótona, sem inflexões e expressividade	Discurso com grandes oscilações no volume de voz, mas sem expressividade	Discurso audível durante a maior parte da apresentação, com inflexão e expressividade	Discurso audível durante toda a apresentação, boa articulação de voz com suportes audiovisuais.	___ / 4
						___ / 40

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

Grelha de avaliação de atitudes e envolvimento do aluno com o grupo*						
Critérios	Descritores					Pontos
	0	1	2	3	4	
Responsabilização pelos papéis/ Tarefas atribuídas	-	Não desempenha nenhum dos papéis/tarefas que lhe foram atribuídos, tendo os seus colegas que 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 de grupo. Não acompanha a evolução do trabalho	Colabora pontualmente, embora se distraia, por vezes, 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 decisivamente 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 seus colegas	Procura ativamente e propões soluções para os problemas em causa	__ / 4
Participação oral	-	Não interage e 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, por vezes, fala demasiado	Ouve e fala de forma equilibrada.	__ / 4
						__ / 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 de investigação*					
CrITÉrios	Descritores				Pontos
	0	1	2	3	
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 completo. Capaz de discutir o plano criticamente	___ / 3
Concretização experimental	Não faz observação nem medições de forma correta, mesmo quando lhe é dada orientação para tal. Aluno a necessitar de grande acompanhamento	É capaz de observar e de 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 uma forma consistente, com correção de precisão e unidade. Utiliza corretamente os instrumentos necessários.	___ / 3
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 de generalização	Sintetiza observações e dados de forma correta e consistente. Estabelece relações e faz generalização dentro dos limites aceitáveis	___ / 3
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	___ / 3
Raciocínio e unidades	Raciocínio incoerente, erros de cálculo, ausência de unidades.	Raciocínio correto, mas lapsos de cálculo e no uso das unidades.	Raciocínio correto, sem lapsos de cálculo. Resultado sem unidades.	Raciocínio correto, sem lapsos de cálculo e resultado correto, com as unidades corretas.	___ / 3
					___ / 15

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

Grelha para avaliação do relatório*

Critérios	Descritores					Pontos
	0	1	2	3	4	
Título	Inexistência de título	Título que não reflete o conteúdo e as palavras usadas não são apropriadas.	Título que reflete o conteúdo mas as palavras usadas não são apropriadas.	Título que reflete o conteúdo e as palavras usadas são apropriadas	Título que reflete o conteúdo, utilizando as palavras-chave, resultando numa frase informativa completa.	___ / 4
Estrutura	Não obedece a nenhum dos pontos da estrutura e não está organizado	Não obedece a todos os pontos da estrutura e não está organizado	Não obedece a todos os pontos da estrutura mas está organizado	Obedece a todos os pontos exigidos na estrutura, mas não está organizado	Obedece à estrutura e está organizado	___ / 4
Identificação do objetivo	Não identifica o objetivo	Identifica o objetivo de forma incompleta e o texto inclui informação não selecionada devidamente, misturando o que é fundamental com elementos acessórios	Identifica o objetivo mas o texto perde-se em pormenores sem interesse que o sobrecarregam	Identifica o objetivo e o texto inclui informação com alguma relevância, introduzindo alguns pormenores interessantes que ajudam a esclarecer ideias	Identifica o objetivo incluindo informação bem selecionada e relevante, deixando de lado o que é supérfluo, resultando um texto informativo completo	___ / 4
Lista de material e procedimento	Não apresenta lista de material nem procedimento.	Lista de material muito incompleta. Procedimento muito incompleto.	Lista de material incompleta. Sequência e articulação do procedimento insuficientes.	Lista de material razoavelmente completa. Procedimento razoavelmente bem sequenciado e articulado.	Lista de material completa. Procedimento completo, bem sequenciado, articulado	___ / 4
Qualidade do registo de observações	Não apresenta informação relevante	A informação relevante apresentada é escassa	Apresenta alguma informação relevante	Apresenta toda a informação relevante e alguma informação irrelevante.	Apresenta toda a informação relevante	___ / 4
Qualidade da interpretação	Interpretação errada das observações efetuadas	Má interpretação das observações efetuadas	Interpretação muito incompleta das observações efetuadas	Interpretação incompleta das observações efetuadas	Interpretação completa das observações efetuadas	___ / 4

Estruturação do texto e utilização de linguagem científica	Texto sem qualquer estrutura, confuso e sem utilização de linguagem científica	Texto sem estrutura definida, com ideias desconexas e confusas	Estrutura com introdução e conclusão, mas o texto é confuso em termos de linguagem científica	Texto com introdução e conclusão, ideias bem encadeadas, mas com desadequação da linguagem científica	Texto bem estruturada, Claro e com ideias bem encadeadas, resultando numa mensagem inteligível e cientificamente clara	___ / 4
Qualidade de ortografia e construção de frases	Frases mal construídas e com erros frequentes	Frases mal construídas embora sem erros	Algumas frases bem construídas embora com alguns erros	Frases bem construídas embora com alguns erros	Frases bem construídas e sem erros	___ / 4
Conclusões	Apresenta conclusões erradas ou não apresenta	Apresenta algumas conclusões de forma mal estruturada	Apresenta algumas conclusões, mas de forma incompleta embora bem estruturada	Apresenta algumas conclusões de forma bem estruturada	Apresenta todas as conclusões, expondo-as de forma clara e bem estruturada	___ / 4
						___ / 36

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

Grelha de avaliação sobre a formulação e resolução que questões sobre um vídeo					
Crítérios	Descritores				Pontos
	0	1	2	3	
Questões formuladas	Inexistência de questões formuladas	Questões formuladas não relacionadas com o tema abordado.	Questões formuladas sobre o tema abordado, com incorreções gramaticais.	Questões formuladas sobre o tema abordado sem lapsos gramaticais.	___ / 3
Seleção da informação	Dificuldade na seleção de informação relevante e na articulação do discurso. Incorreções gramaticais e de linguagem científica.	Alguma dificuldade na seleção da informação relevante e na articulação do texto. Alguns lapsos gramaticais e de linguagem científica	Seleção razoável da informação relevante. Texto razoavelmente bem articulado e sem incorreções gramaticais e de linguagem científica.	Seleção da informação relevante. Texto muito bem articulado e sem incorreções gramaticais e de linguagem científica.	___ / 3
Registo das ideias principais	Inexistência de registo das ideias principais.	Registo de ideias insuficientemente relevantes.	Registo de ideias razoavelmente relevantes.	Registo de ideias relevantes.	___ / 3
					__ / 15

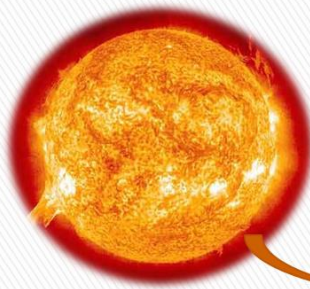
Grelha para a avaliação da participação dos alunos na realização de um projeto (maquete)		
Critérios de avaliação	Classificação	Pontos
<u>Articulação com os conteúdos programáticos</u> (Parâmetros a ter em conta: existência de isolamento; existência de ventilação natural; pintura do edifício consoante a localização e presença de energias renováveis)	Excelente (cumpre os 4 itens)	3
	Bom (cumpre 3 itens)	2
	Aceitável (cumpre 2 itens)	1
	Insatisfatório (cumpre 1 item)	0
<u>Articulação dos conteúdos programáticos com os materiais utilizados</u> (Parâmetros a ter em conta: material utilizado nas paredes, coberturas e pavimentos; construção das janelas, de acordo com localização e orientação do edifício)	Excelente (todos os materiais estão adequados)	3
	Bom (a maioria dos materiais estão adequados)	2
	Aceitável (poucos materiais estão adequados)	1
	Insatisfatório (os materiais estão totalmente desadequados)	0
<u>Originalidade</u> (Materiais utilizados)	Excelente	3
	Bom	2
	Aceitável	1
	Insatisfatório	0
<u>Utilização correta das escalas</u> (Proporções coerentes dos objetos)	Excelente	3
	Bom	2
	Aceitável	1
	Insatisfatório	0
<u>Envolvimento no trabalho cooperativo</u>	Excelente	3
	Bom	2
	Aceitável	1
	Insatisfatório	0

APÊNDICE D

RECURSOS EDUCATIVOS DE APOIO ÀS AULAS: DIAPOSITIVOS DAS PROJEÇÕES EM POWERPOINT

- **Tarefa 1** - Balanço energético da Terra. Efeito de estufa. Aquecimento global. (15.02.2013)

A ENERGIA DO SOL E A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA



De toda a Potência emitida pelo Sol ($3,9 \times 10^{26}$ J/s), apenas $1,8 \times 10^{17}$ J/s chegam à Terra.

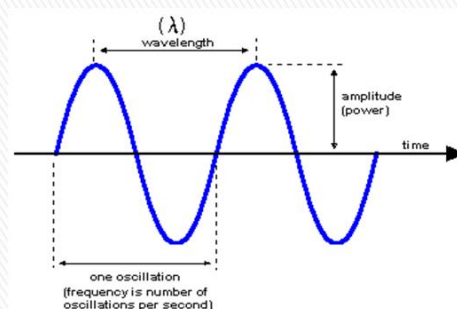


O Sol transfere energia por **Radiação – Ondas Eletromagnéticas**

A **Radiação – Ondas eletromagnéticas** propagam-se no vazio e em todas as direções.

Caracterizadas pela:

- frequência, f ;
- comprimento de onda, λ
- velocidade, v
- amplitude, A .



Conjunto de todas as ondas eletromagnéticas
↳ **Espectro eletromagnético**

O comprimento de onda e a frequência estão relacionados.

Uma onda com velocidade de propagação, v , é dada pelo produto de λ e f .

$$v = \lambda f$$

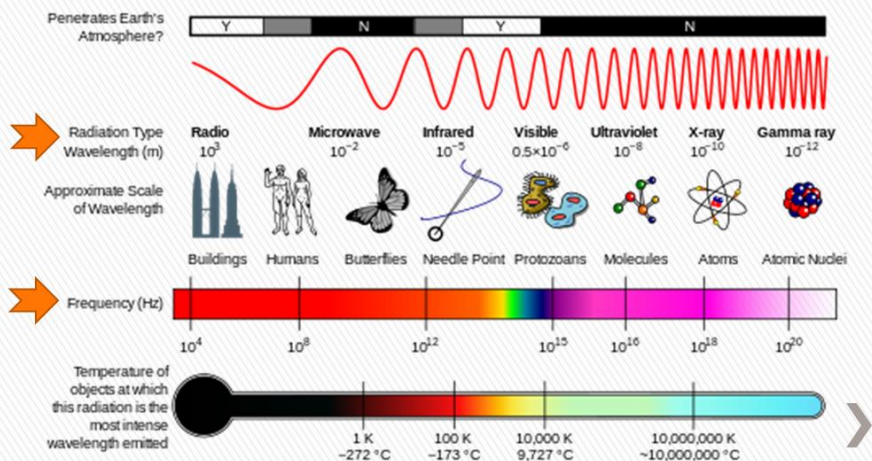
No vácuo, as ondas propagam-se com a mesma velocidade $\gg 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

$v = c = \lambda f$ $\left\{ \begin{array}{l} c \text{ é constante, logo } \lambda \text{ e } f \text{ são inversamente} \\ \text{proporcionais} \end{array} \right.$

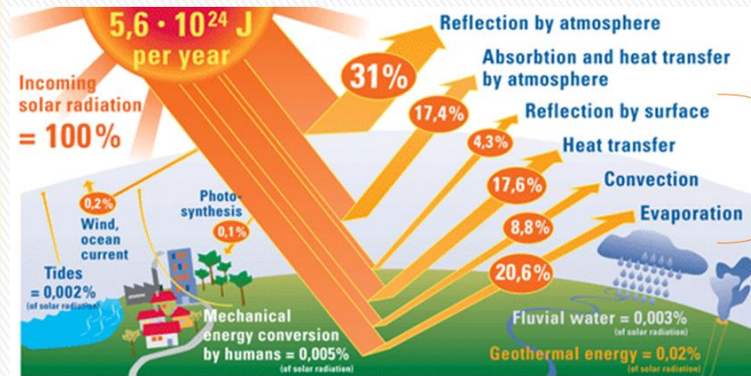
A energia transportada pela radiação não pode ter qualquer

valor: é diretamente proporcional à frequência $\gg E = hf$

CONJUNTO DAS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS



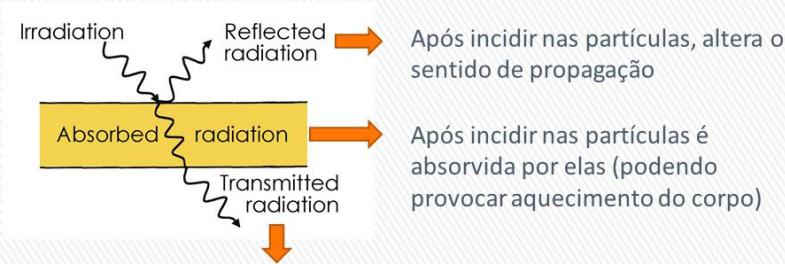
O QUE ACONTECE À RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA QUE INCIDE NO NOSSO PLANETA?



51% é transmitida para a superfície terrestre



A **Radiação incidente** divide-se em radiação **refletida**, radiação **absorvida** e radiação **transmitida**



Após incidir nas partículas, altera o sentido de propagação

Após incidir nas partículas é absorvida por elas (podendo provocar aquecimento do corpo)

A radiação não sofre alterações por parte das partículas

O mesmo acontece com a radiação solar que atinge a atmosfera da Terra.



As frações que são refletidas, transmitidas e absorvidas dependem do material.

Corpo Refletor

- Reflete completamente a radiação incidente, não absorve nem se deixa atravessar por ela

Corpo Transparente

- Deixa passar toda a radiação incidente

Corpo Opaco

- Não se deixa atravessar pela radiação, apenas absorve ou reflete

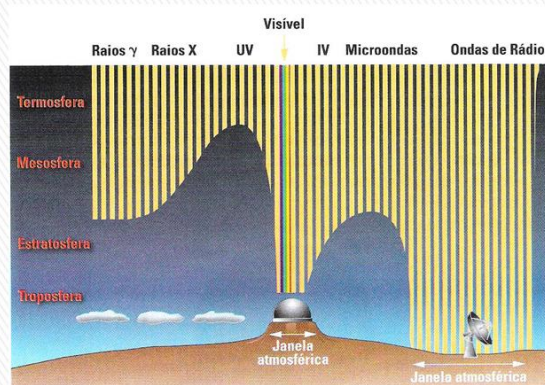


Opaca: Raios γ , raios X, UV + energética, infravermelha – energética e parte das microondas

Transparente: Visível, ondas de rádio, alguma radiação microondas, UV – energética e infravermelha + energética

Chama-se **janela atmosférica**, à região transparente

atmosfera deixa-se atravessar por este tipo de radiações.



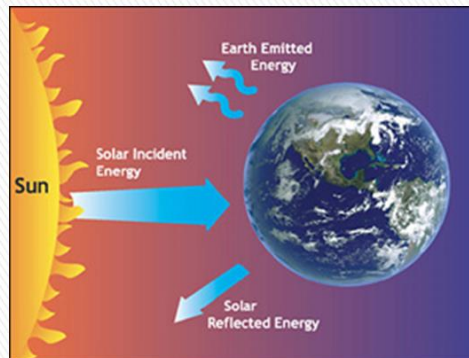
SE A TERRA ESTÁ CONSTANTEMENTE A RECEBER ENERGIA POR RADIAÇÃO DO SOL, COMO SE EXPLICA QUE TENHA UMA TEMPERATURA MÉDIA COM POUCAS OSCILAÇÕES?

A Terra recebe e emite energia por radiação e,

Energia recebida = Energia emitida



Todos os corpos irradiam energia em consequência da agitação térmica dos seus átomos, moléculas ou iões.



↳ **Tarefa 2 - Absorção e emissão de radiação. (19.02.2013)**

EMISSÃO E ABSORÇÃO DE RADIAÇÃO

A absorção, reflexão e emissão de radiação dependem da superfície (forma e tipo de material).

Poder de Absorção

Capacidade que um corpo tem para absorver radiação.

Poder de Emissão ou Emissividade (e)

Capacidade que um corpo tem para emitir radiação. Pode ter valores entre 0 e 1.



- ❖ Os **corpos que não emitem** radiação têm $e = 0$
- ❖ Os **corpos que emitem** um **máximo de radiação** a uma dada temperatura têm $e = 1$

QUANDO UM CORPO ABSORVE E EMITE RADIAÇÃO NO MESMO COMPRIMENTO DE ONDA:

Um baixo poder de absorção → Um baixo poder de emissão

Um alto poder de absorção → Um alto poder de emissão



Boa absorvedora e boa emissora de radiação, incluindo **radiação visível** - 97% de absorção e emissão e 3% de reflexão



Boa absorvedora e boa emissora de radiação, embora **não** absorva na zona do **visível** - 95% de absorção e emissão e 5% de reflexão



Boa refletora de radiação e conseqüentemente má absorvedora e má emissora de radiação – 90% de reflexão e 10% de emissão



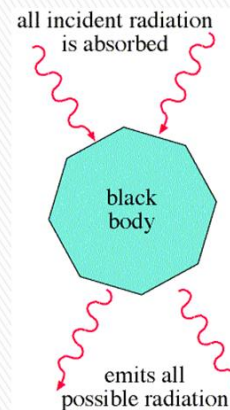
CORPO NEGRO



Os corpos **não absorvem toda** a radiação que incide sobre eles.

Corpo negro: Corpo teórico que absorve e emite **toda** a radiação incidente.

Tem $e = 1$ e é um **emissor perfeito** (emite a **máxima** radiação possível à temperatura a que se encontra).



Tarefa 3 - Lei de Stefan-Boltzmann. Lei do Deslocamento de Wien. (22.02.2013)

LEI DE STEFAN-BOLTZMANN



A **potência** total irradiada por uma superfície é **diretamente proporcional** à área da sua superfície e à **quarta potência** da sua **temperatura absoluta**:

$$P = e \times \sigma \times A \times T^4$$



indica que a **emissividade** de uma superfície a uma determinada temperatura e comprimento de onda.

$\epsilon = 1$, para um corpo negro
 $\epsilon = 0$, para um corpo completamente refletor



LEI DO DESLOCAMENTO DE WIEN



Os corpos emitem radiação a qualquer temperatura, mas **para** cada T há um λ em que a emissão da radiação é máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T}$$

↓ Temperatura: ↑ Comprimento de onda a que corresponde a intensidade máxima de radiação



EXEMPLO:

O **Sol** apresenta uma **temperatura** de ≈ 5780 K.

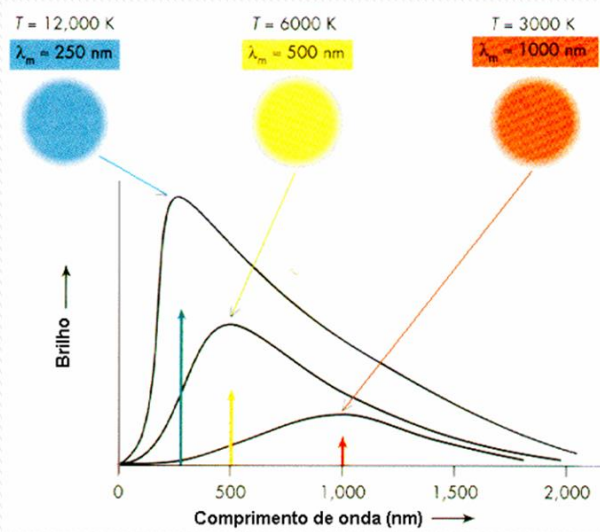
Pelo deslocamento de Wien:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{5780} = 5,0 \times 10^{-7} m$$

Corresponde à potência máxima emitida pelo Sol e localiza-se na zona da **luz visível (amarelo)**

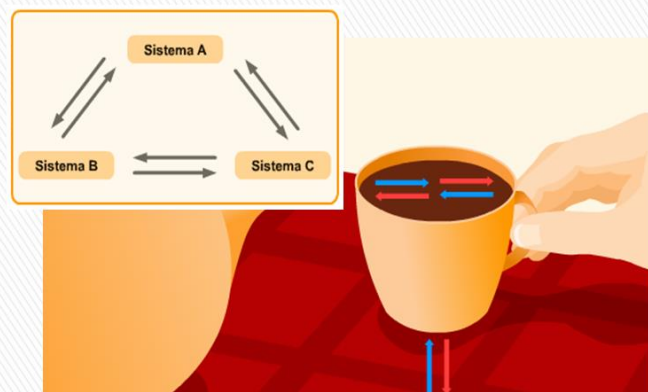


O deslocamento de Wien permite **relacionar a cor ($\lambda_{m\acute{a}x}$)** de uma **estrela com a sua temperatura** à superfície.



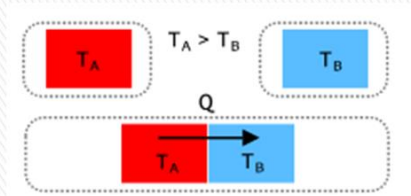
↳ **Tarefa 4 - Sistema Termodinâmico. Equilíbrio térmico. Lei zero da Termodinâmica. (28.02.2013)**

LEI ZERO DA TERMODINÂMICA



Se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, então eles estão em equilíbrio térmico entre si.

Quando o corpo A é colocado em contacto com o corpo B, com temperatura diferente, ocorrem transferências de energia.



Ao fim de algum tempo, ambos ficam à mesma temperatura.



Ocorre uma **transferência de energia** entre os corpos que se encontram a **temperaturas diferentes**.



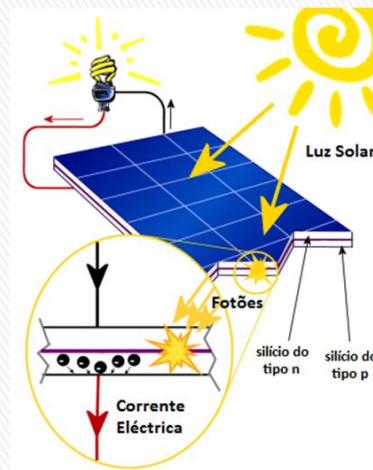
Quando os corpos apresentam a **mesma temperatura** (**Equilíbrio térmico**), a energia que **absorvem** é igual à energia que **emitem**.



- ↳ **Tarefa 5** - A radiação solar na produção de energia elétrica – painel fotovoltaico. (07.03.2013)

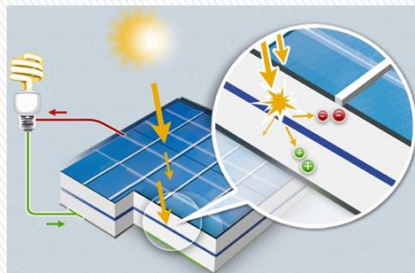
A RADIAÇÃO SOLAR NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Sol é uma **fonte de energia** gratuita, limpa (não polui) e renovável (não se esgota).



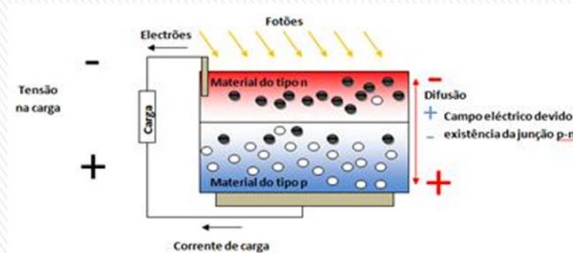
PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Constituídos por células fotovoltaicas que produzem energia elétrica a partir da radiação solar, devido ao **efeito fotovoltaico**.



- 1 Quando os fótons colidem com o silício, podem ser absorvidos pelos elétrons à superfície.

2 A **absorção** de energia adicional permite que **os elétrons se libertem** dos átomos. Os **elétrons** tornam-se **móveis** e o espaço que ficou é preenchido por outro elétron de uma camada inferior do semicondutor.



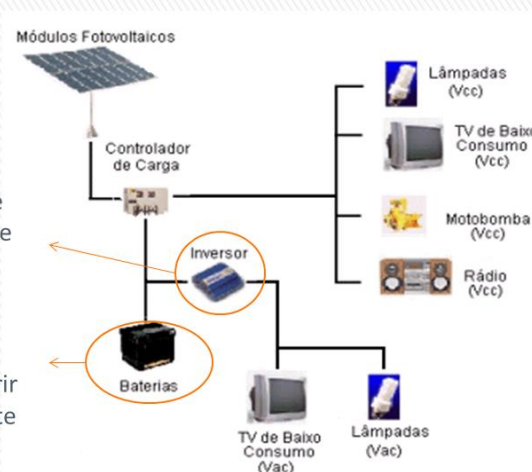
3 Um dos lados possui maior concentração de elétrons, o que origina uma voltagem entre os dois lados.

4 Ligar os dois lados com um fio elétrico permite que os elétrons derivem para o outro lado da bolacha gerando corrente elétrica.

5

Converte a corrente contínua em corrente alternada

Armazena energia durante o dia para suprir as necessidades durante a noite



→ **Tarefa 6** - Energia elétrica fornecida por um painel fotovoltaico. (12.03.2013) – Não foram apresentados dispositivos.

APÊNDICE E

GUIÃO DA ENTREVISTA EM GRUPO FOCADO

Guião da Entrevista em Grupo Focado

1. Gostaram das aulas? Porquê?
2. De todas as atividades realizadas nas aulas, quais é que gostaram mais? Porquê? E as que gostaram menos? Porquê?
3. O que aprenderam?
4. Como aprenderam?
 - a) Foi ao ver vídeos?
 - b) Foi a pesquisar na internet?
 - c) Foi a sintetizar informação para elaborar uma apresentação?
 - d) Foi a realizar atividades laboratoriais?
5. Que dificuldades sentiram durante a realização das tarefas?
 - a) Como ultrapassaram essas dificuldades?
 - b) Como evoluíram as vossas dificuldades? Aumentaram? Diminuíram?
6. Acharam importante realizar a autoavaliação no fim de cada tarefa? Porquê?
7. Consideram que nas aulas os assuntos ensinados estiveram relacionados com o vosso dia-a-dia ou com situações reais? Podem dar exemplos?
8. Como relacionam o que aprenderam nas aulas de Física e Química com a Tecnologia, a sociedade e o Ambiente? Em que situações isso aconteceu ou acontece?
9. De que forma o que aprenderam nas aulas influencia a vossa compreensão sobre o tema “energia” quando veem TV ou leem textos de jornais e/ou revistas?