



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS

**A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA NO
10º ANO DE ESCOLARIDADE E A LITERACIA
CIENTÍFICA DOS ALUNOS**

**DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE NA
ESPECIALIDADE DE OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DA RELAÇÃO EDUCATIVA**

José Carlos Silva Camilo

FARO

2003



**TESES
SD**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS

**A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA NO
10º ANO DE ESCOLARIDADE E A LITERACIA
CIENTÍFICA DOS ALUNOS**

**DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE NA
ESPECIALIDADE DE OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DA RELAÇÃO EDUCATIVA**

José Carlos Silva Camilo

FARO

2003



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS

**A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA NO
10º ANO DE ESCOLARIDADE E A LITERACIA
CIENTÍFICA DOS ALUNOS**

**DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE NA
ESPECIALIDADE DE OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DA RELAÇÃO EDUCATIVA**

José Carlos Silva Camilo

Orientadora: Professora Doutora Jesuína Fonseca

Júri

Presidente: Professor Doutor Fernando Ribeiro Gonçalves

Vogais: Professora Doutora Maria de Fátima Chorão Cavaleiro Sanches

Professora Doutora Jesuína Maria do Brito da Fonseca

FARO

2003

DEDICATÓRIAS:

- Aos meus pais, Emília e Vivaldo, pois grande parte do que sou e faço, a eles devo.
- Aos meus filhos, Ana Patrícia e Carlos Eduardo, para que venham a compreender algumas ausências.
- À Graça, pelo incentivo, apoio e compreensão ao longo de todo o processo de desenvolvimento do projecto.

AGRADECIMENTOS:

- À minha orientadora, Prof^a Doutora Jesuina Fonseca, cujo elevado grau de exigência foi sempre superado pelo apoio e incentivo.
- Ao Prof. Doutor Joseph Conboy, pelos preciosos esclarecimentos que me prestou.
- À colega Graça Delicado, pela sua inestimável colaboração como professora das turmas envolvidas no estudo.
- À Fundação Calouste Gulbenkian pelo apoio financeiro à investigação, no âmbito do projecto – A literacia científica e cidadania para todos.
- A todos os colegas que, directa ou indirectamente, participaram no trabalho, tornando-o possível.

RESUMO

O objectivo do estudo foi contribuir para a melhoria do ensino da Física, através da observação e análise desse ensino e da preparação, implementação e avaliação, dos efeitos de duas estratégias diferentes de Resolução de Problemas (RP) na aquisição, por parte dos alunos, de níveis superiores de literacia científica.

Após a validação do modelo teórico de análise, construíram-se e foram validados os três Instrumentos de Observação utilizados na investigação: Questionário acerca das Percepções dos Alunos, Grelha de Observação de Aulas de RP em Física e Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica. Foi elaborada, em cooperação com a professora que a iria implementar, a unidade de ensino Energia e Trabalho de uma Força, bem como foram preparados todos os materiais didácticos necessários.

Estiveram envolvidos no estudo experimental, uma professora, 44 alunos (21 no grupo de controlo e 23 no grupo experimental) e três observadores. O ensino efectuou-se ao longo de sete semanas. O estudo incluiu uma análise descritiva das percepções dos alunos sobre a resolução de problemas nas aulas de Física em termos de literacia científica. Foi também efectuada uma análise comparativa dessas percepções nos dois grupos. O estudo incluiu também uma análise dos conhecimentos e competências nas várias dimensões de literacia científica e uma comparação das mesmas nos dois grupos.

Foi, somente, do tipo Pós-teste uma vez que os dois grupos eram equivalentes à partida. A verificação da implementação das duas estratégias de RP foi feita com base nas observações de aulas.

O estudo revelou diferenças estatisticamente significativas nos resultados da aplicação das duas diferentes estratégias de RP em termos de melhoria dos níveis de literacia científica conseguidos e das percepções dos alunos relativas à consecução de componentes de literacia científica.

Os instrumentos construídos, bem como os resultados obtidos na investigação pretendem constituir um contributo válido na exploração de novas estratégias de ensino das Ciências através da RP capazes de promover nos alunos a aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências e atitudes úteis ao exercício pleno da cidadania numa sociedade científico-tecnológica cada vez mais exigente.

Palavras-chave: Literacia Científica, Percepções, Resolução de Problemas, Observação e Análise, Relação Educativa, Ensino e Aprendizagem de Física.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO EM INGLÊS:

PHYSICS PROBLEMS SOLVING AND STUDENTS SCIENTIFIC LITERACY (10th LEVEL)

ABSTRACT

The objective of this study is to contribute to improve Physics teaching, through a process of observation and analysis and through the preparation, practice, and evaluation of the effects of two different strategies of Problem Solving (PS) on the acquisition of high levels of scientific literacy by the students.

The theoretical model of analysing was verified and confirmed valid and the same procedure was applied to the three Observing Instruments: Questionary about the students perceptions, Observing Physics PS Classes and another questionnaire to test the students scientific literacy knowledge.

The unit “Energy and Force Work” as well as the teaching tools were prepared in cooperation with the teacher in charge of the two classes.

In the experimental study were involved: one teacher, 44 students (21 in the control group and 23 on the experimental group), and three observers. The teaching took seven weeks.

The study included a descriptive analysis of the students perceptions on problem solving in the classroom in terms of scientific literacy and a comparison of the students perceptions about PS activities in both groups as well as their different levels of scientific literacy achievements.

As they were equivalent groups all the tests took place after the teaching process.

The lessons were observed to verify how the two different PS strategies were being applied.

In terms of scientific literacy improvement levels, and perceptions, the study has proved significant differences statistically between the two groups.

The instruments built, as well as the investigation results are intended to be a valid contribute to the application of new science teaching strategies based on PS, aimed at improving the students knowledge, and their scientific skills and attitudes in order to fully exercise citizenship in a scientific and technological society increasingly more demanding.

Key-words: Scientific Literacy, Perceptions, Problem Solving, Observing, Pedagogical interactions, Physics teaching and learning.

ÍNDICE:

	Página
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Lista de quadros.....	
Lista de figuras.....	
Capítulo I: Introdução.....	1
Capítulo II: Revisão da Literatura.....	15
2.1- Construtivismo: Ponto de partida para novas abordagens ao Ensino das Ciências.....	16
2.2- Movimento das Concepções Alternativas dos Alunos: implicações educacionais para aprendizagens significativas em ciência.....	19
2.3- Do Construtivismo às novas Abordagens ao Ensino das Ciências: ensino através da resolução de problemas e ensino em contextos CTSA.....	26
2.3.1- Ensino das Ciências em contextos CTSA: um espaço privilegiado para estratégias de resolução de problemas.....	27
2.3.2- A Resolução de Problemas como Estratégia de Ensino em Ciência	31
2.3.2.1- Razões, sob o ponto de vista didactico-pedagógico, para o Ensino das Ciências por Resolução de Problemas.....	35
2.3.2.2- A Resolução de Problemas e a Metacognição.....	38
2.3.2.3- A Resolução de Problemas e o Ensino Experimental das Ciências.	43
2.3.2.4- A Resolução de Problemas em Aulas de Ciência: uma aposta educacional na promoção de níveis superiores de literacia científica nos alunos.....	48
2.3.2.5- Em busca de um Modelo Integrador para a Estratégia de Ensino por Resolução de Problemas.....	53
Capítulo III: Metodologia.....	58
3.1- Modelo Teórico de Análise da Investigação.....	58

3.1.1- Do Modelo Conceptual inicial ao Modelo Teórico de Análise.....	59
3.1.2- Contributos para o aperfeiçoamento do Modelo Teórico de Análise	72
3.2- Instrumentos de Observação.....	77
3.2.1- Articulação entre as Questões de investigação e os Instrumentos de Observação.....	77
3.2.2- Questionário das Percepções dos Alunos.....	78
3.2.2.1- Natureza dos Problemas.....	81
3.2.2.2- Acções desenvolvidas pelos Alunos nas Actividades de Resolução de Problemas.....	83
3.2.2.3- Relações interpessoais durante a actividade.....	84
3.2.2.4- Condições da escola associadas à actividade.....	85
3.2.2.5- Validade e Fidelidade do Instrumento.....	87
3.2.3- Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física.....	95
3.2.3.1- Natureza e Abordagem dos Problemas.....	97
3.2.3.2- Natureza das Actividades de Resolução de Problemas.....	99
3.2.3.3- Validade e Fidelidade do Instrumento.....	100
3.2.4- Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica.....	106
3.2.4.1- Construção e Descrição do Instrumento.....	106
3.2.4.2- Validade e Fidelidade do Instrumento.....	109
3.3- Procedimentos de Trabalho de Campo.....	111
3.3.1- Amostragem Física.....	111
3.3.2- Planificação da Mini-Unidade Programática para o Estudo Exploratório.....	114
3.3.3- Recolha de Dados	118
3.3.3.1- Questionário acerca das Percepções dos Alunos.....	118
3.3.3.2- Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física.....	120
3.3.3.3- Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica	121
3.4- Procedimentos de Análise de Dados para os Instrumentos.....	121
Capítulo IV: Resultados	125
4.1- Questionário acerca das Percepções dos Alunos.....	125
4.2- Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física...	143

4.3- Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica.....	151
Capítulo V: Conclusões.....	156
Bibliografia.....	164
Anexos	176
Anexo I	
Questionário para validação do Modelo Teórico de Análise.....	1
Anexo II	
Instrumento de observação Questionário acerca das Percepções dos Alunos..	1
Quadro 1 - Relação dos itens do questionário com as dimensões da literacia científica e conceitos físicos.....	10
Anexo III	
Instrumento para observação de aulas – Grelha de Observação de Aulas.....	1
Anexo IV	
Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica.....	1
Objectivos do questionário de conhecimentos relativos a literacia científica...	8
Quadro 1 –Relação entre os itens do Questionário / Dimensões de Literacia / Conceitos físicos.....	10
Anexo V	
Planificação da unidade 1- <i>Energia: Conservação e Degradação de energia:</i>	
Grupo Controlo	1
Planificação de unidade 1- <i>Situação energética mundial e degradação de energia. Conservação de energia:</i> Grupo Experimental.....	3
Actividades desenvolvidas pelo Grupo Controlo.....	6
Listagem de “problemas” e exercícios resolvidos nas aulas (controlo).....	7
Actividades desenvolvidas pelo Grupo Experimental.....	10
Ficha para análise e resolução de problemas.....	11
Actividade -Visionamento de um vídeo sobre Energia e sua utilização.....	14
Trabalho de Pesquisa - Debate : Que Energias para o futuro?.....	18
Actividade experimental: Que transformações/transferências de energia ocorrem?.....	24
Trabalho prático: Lâmpadas economizadoras.....	27
Ficha de trabalho - Energia: hoje e amanhã.....	30

Trabalho de pesquisa: Como poupar dinheiro utilizando melhor a energia eléctrica?.....	38
Actividade experimental: Qual é a capacidade de “isolamento térmico” de diferentes recipientes?.....	42
Trabalho de pesquisa: Como calcular a potência de um aparelho de micro-ondas?.....	45
Trabalho de pesquisa: Como poupar dinheiro sabendo Física?.....	47
Actividade prática no Laboratório: Bola saltitona.....	51
Actividade prática no Laboratório: Pêndulo gravítico.....	55
Ficha de trabalho (em grupo) sobre energia cinética, potencial e mecânica....	57
Ficha de trabalho (em grupo) sobre trabalho, potência e rendimento.....	62
Quadro 1- Articulação entre as actividades, envolvendo problemas, e as dimensões da literacia científica (grupo experimental).....	67
Quadro 2- Articulação entre as actividades envolvendo “problemas” e os conteúdos (grupo controlo).....	69
Anexo VI	
Resultados do Questionário acerca das Percepções dos Alunos.....	1
Resultados globais do Questionário de Conhecimentos sobre Literacia Científica.....	9

Lista de quadros:

Quadro	Título	Página
1	Síntese das características de problemas e exercícios.....	7
2	Tendências na investigação em educação científica.....	18
3	Relação entre exercícios e problemas e suas implicações pedagógicas.....	32
4	Significado das dicotomias.....	34
5	Comportamentos metacognitivos dos alunos identificados no projecto PEEL.....	42
6	Variáveis de investigação e dimensões consideradas.....	60
7	Indicadores considerados para a dimensão 1.1.....	62
8	Indicadores considerados para a dimensão 1.2.....	63

9	Relação entre a dimensão e o indicador considerado.....	64
10	Indicadores para a dimensão 3.1.....	65
11	Indicadores para a dimensão 3.2.....	65
12	Indicadores para a dimensão 3.3.....	66
13	Dimensões e respectivos indicadores.....	73
14	Relação entre cada Instrumento de observação e as Questões de investigação.....	77
15	Articulação entre os itens do questionário e a dimensão de literacia científica.....	80
16	Classificação dos itens nas condições transdimensionais.....	81
17	Relação nºde itens/ valor do coeficiente α obtido em cada uma das secções consideradas.....	90
18	Relação nºde itens/ valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas.....	91
19	Relação nºde itens/ valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas.....	92
20	Relação nºde itens/ valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas.....	93
21	Relação nºde itens/ valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas.....	93
22	Relação entre o aspecto e os itens de observação.....	97
23	Participação nas aulas pelos Observadores.....	104
24	Relação entre cada dimensão e os itens do questionário.....	107
25	Divisão do questionário por itens e cotações.....	110
26	Percepções quanto à natureza dos problemas (Desejabilidade).....	126
27	Percepções quanto às acções dos alunos (Desejabilidade).....	129
28	Percepções quanto às interacções específicas aluno-aluno e professor-aluno (Desejabilidade).....	129
29	Percepções quanto às condições físicas da escola (Desejabilidade)...	130
30	Percepções quanto à natureza dos problemas (Consecução).....	132
31	Percepções quanto às acções dos alunos (Consecução).....	137
32	Percepções quanto às interacções específicas aluno-aluno e professor-aluno (Consecução).....	140

33	Percepções quanto às condições físicas da escola (Consecução).....	141
34	Parâmetros estatísticos relativos aos problemas resolvidos nos dois grupos.....	147
35	Conhecimentos dos alunos dos dois grupos para as diferentes dimensões de literacia científica consideradas na investigação.....	151

Lista de figuras:

Figura	Título	Página
1	A importância da resolução de problemas no Ensino das Ciências.....	37
2	Perspectiva CTSA e Resolução de Problemas.....	37
3	Relações entre as categorias num diagrama K-W-L.....	47
4	Modelo conceptual.....	61

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Os processos escolares conduzem geralmente o aluno a não fazer senão uma abordagem superficial dos problemas mais importantes, a não fazer mais que um simples e servil esforço de memória

Dewey, 1925, in Lopes (1994) p.5

O ensino da Ciência é confrontado, neste início de milénio, com novos desafios de forma a contribuir, na vertente científica, para uma formação global dos nossos jovens que os prepare para o exercício pleno da cidadania. Numa sociedade cada vez mais exigente onde fenómenos de inadaptação e exclusão social parecem atingir cada vez mais os indivíduos importa reforçar a preparação inicial dos nossos jovens ao longo do seu percurso escolar.

Apesar das diferentes reformas o ensino da Ciência actual continua a orientar-se por um modelo de aprendizagem muito centrado em factos e conceitos, pouco adequado ao quotidiano e necessidades próximas dos jovens. Este modelo tem contribuído para os altos índices de desmotivação e insucesso escolar que ocorrem nas disciplinas de ciências, e em particular na Física. O mesmo modelo revela-se também inadequado na promoção da *compreensão pública da ciência* revelados pelos baixos níveis de literacia científica da nossa população, identificados em diferentes estudos.

De acordo com esta realidade, o ensino da Ciência deverá mudar de forma a proporcionar aprendizagens centradas no desenvolvimento de conhecimentos, competências e atitudes necessárias à participação consciente e responsável de futuros

cidadãos numa sociedade aberta, dinâmica e exigente, onde o papel da ciência e tecnologia são dominantes.

Não existindo *panaceias* infalíveis para o actual estado do ensino das ciências, considera-se antes a necessidade de mudanças a diferentes níveis, tais como: programas e currículos de ciência, formação, inicial e contínua, de professores e melhoria das condições físicas da escola. Desta forma a melhoria do ensino das ciências ocorrerá através de diferentes contributos e, entre estes, o assumir de novos papéis pelo professor enquanto principal agente de qualquer sistema de ensino. Este trabalho pretende ser um contributo para uma nova postura do professor mais reflexiva, crítica e auto-reguladora da sua prática lectiva.

A principal problemática que este estudo vai abordar é a da necessidade dos professores, na sua prática lectiva regular, desenvolverem mecanismos de observação que contribuam para a análise e reflexão da sua forma de ensinar, da relação educativa que estabelece, das metodologias que utiliza e das aprendizagens dos alunos.

Tal propósito está longe de ser pacífico dado que práticas de auto, e hetero-observação de aulas para posterior reflexão não constituem práticas frequentes, nem por vezes aceites, pelos professores das nossas escolas. A actividade do professor continua a ser um acto isolado, de privacidade educacional, entre um dado professor e os seus alunos. Práticas de ensino cooperativo por professores, por exemplo na realização de actividades experimentais, deparam além de dificuldades de horários e organização da escola, com resistências dos próprios professores. Com toda a margem para as muitas excepções, a presença de outros professores nas suas aulas é encarada pela maioria dos professores com sensações de desconforto e desconfiança.

A própria reflexão do professor acerca das suas aulas é normalmente pouco praticada. As suas estratégias de ensino são boas, e no seu entender, se os resultados

obtidos pelos alunos não são o desejado a responsabilidade é totalmente atribuída a razões externas ao professor. Certamente que essas razões existem e são determinantes mas não exclusivas e se o professor não se habituar a conceber e aplicar metodologias de observação nas suas aulas nunca poderá vir a conhecer que aspectos melhorar da sua prática de ensino.

Sendo o investigador, responsável pelo presente trabalho, professor de Ciências Físico-Químicas no ensino secundário, a realidade sobre a qual o estudo incidirá - efeito de estratégias de ensino baseadas na resolução de problemas na promoção de níveis superiores de literacia científica - surge como lógica e decorre da sua própria experiência pedagógica.

O desenvolvimento de um estudo desta natureza enquadra-se numa perspectiva de observação e análise da relação educativa, pela necessidade do professor assumir novos papéis, inclusive o de investigador, acerca das suas práticas de ensino, nomeadamente ao nível das estratégias que utiliza e da qualidade das aprendizagens que, a partir das suas aulas, os alunos edificam.

A construção de instrumentos de observação fiáveis e adequados às realidades que se pretendem observar desempenha um papel tão importante quanto a correcta definição e desenvolvimento da estratégia de ensino cujos efeitos nos alunos se pretende investigar.

De acordo com esta filosofia, este trabalho ilustrará todo o percurso investigativo seguido, no objectivo da construção e validação de instrumentos de observação fiáveis e adequados à observação das variáveis de investigação e à análise de relações entre algumas dessas variáveis conforme sugerido nas questões de investigação propostas.

Importa, neste momento, clarificar os motivos teóricos que justificam a razão de ser e a utilidade deste trabalho. O presente trabalho encontra as suas principais motivações teóricas nas preocupações actualmente sentidas, quer a nível nacional quer mundial, por educadores e responsáveis políticos com os baixos níveis de literacia científica

evidenciados, quer pelos jovens a frequentarem o sistema de ensino quer, em geral, pela população. Esta realidade identificou-se através de diferentes estudos quer internacionais quer portugueses. De entre esses, a nível internacional, citam-se TIMSS (Amaro, 1996) e Projecto 2061 (American Association for the Advancement of Science, 1989); no caso português podem-se citar o *Estudo Nacional de Literacia* (Benavente, Rosa, Costa & Ávila, 1996) e os resultados do Inquérito à Cultura Científica dos Portugueses que, anualmente desde 1996, são divulgados pelo Observatório das Ciências e das Tecnologias (OCT).

Emerge destes estudos a urgência de mudar esta situação. Nesse esforço, no campo de intervenção dos professores, é necessário *observar* para conhecer em que medida mudanças na relação professor-aluno e nas estratégias de ensino das Ciências conduzem a uma melhoria real na aprendizagem dos alunos. O estudo pretende contribuir para uma maior compreensão de como o assumir de novos papéis, nomeadamente o de investigador, pelo professor pode promover, dada a sua posição privilegiada no terreno, o desenvolvimento nos alunos de níveis superiores, em termos de atitudes, competência e conhecimentos face aos desafios, nomeadamente, de qualificações e de papel interventivo, que a sociedade lhes reclama.

Embora o número de definições de literacia científica seja quase tão elevado quanto o número de autores que acerca dela escreveu, existe um denominador comum a todas elas que servirá para clarificar o que, neste estudo, se entende por literacia científica.

Considera-se a literacia científica como a contribuição que a Ciência pode dar aos indivíduos para o exercício consciente da cidadania, em particular, sobre temas ou problemas que envolvam um ou mais aspectos das interfaces Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (C/T/S/A). Nesta perspectiva, um indivíduo cientificamente literato caracterizar-se-á por níveis elevados de compreensão da ciência e

dos seus conceitos básicos, pelo conhecimento da natureza do trabalho dos cientistas, por atitudes e competências de pensamento no âmbito da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (Bybee, 1997).

A Ciência, quer nos conhecimentos, quer nos seus métodos e processos, terá de afigurar-se útil para todos, quer na sua actividade profissional quer na análise, discussão e tomada de decisões acerca de assuntos científicos ou com a Ciência relacionados. A questão da utilidade do conhecimento científico na perspectiva dos alunos adquire visibilidade através da questão frequentemente colocada por eles aos professores (quando a relação professor - aluno o permite) do tipo “*Para que é que isto me vai servir no futuro ?*”

Yager (1996) considera a questão da relevância das aprendizagens quando tipifica os efeitos nos alunos da metodologia tradicional de ensino da Ciência nas escolas:

- Redução do interesse pela Ciência à medida que se progride ao longo dos vários anos de escolaridade.
- Incapacidade de utilizar a Ciência aprendida na escola.
- Incapacidade de atingir um nível satisfatório de literacia científica.
- Estimulação pobre da criatividade como competência dos sujeitos.

Dado que se passou do ensino da Ciência para uma elite, para o ensino da Ciência para todos e, para que ela se torne, efectivamente, uma “ciência para todos”, a questão da utilidade do conhecimento e competências adquiridas na escola para a vida do dia-a-dia ganha uma relevância substancial.

O desafio colocado aos professores de Ciências, e não só, será o de, não comprometendo as expectativas dos que pretendem continuar a estudar, contribuir para que todos adquiram os conhecimentos e desenvolvam as capacidades e atitudes que lhes permitam tornarem-se cidadãos informados, esclarecidos e participantes nas tomadas de

decisões acerca da realidade que os rodeia nomeadamente da que se refere aos domínios científico-tecnológicos.

Associada a esta constatação, importa investigar a relação de novas estratégias de ensino das ciências na aquisição, nos jovens, de níveis superiores de literacia científica. Entre as estratégias actualmente referenciadas como podendo concorrer para tal objectivo, considerado actualmente como uma das metas mais importantes na aprendizagem das Ciências, surge aquela sobre a qual o presente estudo incidirá – ensino das ciências através da resolução de problemas (RP).

Importa, no entanto, clarificar que quer os problemas quer a forma de os abordar e resolver diferem da actividade que tradicionalmente os professores de ciência, e em particular de Física, desenvolvem com os alunos. Com efeito, tem sido prática normal dos professores de Ciências utilizarem nas suas aulas actividades ditas de “*resolução de problemas*”. Estas actividades constam normalmente de “exercícios”, de componente quase exclusiva de cálculo e onde a resolução propriamente dita consiste na busca do valor numérico de uma ou mais incógnitas de partida, por aplicação de um algoritmo que estabelece o “percurso” entre os dados numéricos iniciais e as incógnitas. Na prática muitos professores consideram estar ensinando resolução de problemas quando o que, fundamentalmente, ensinam é a resolução de exercícios (Kulm, 1990).

Gouveia (1996), embora reconhecendo que não existe uma fronteira definida entre exercício e problema, indica algumas características que lhes estão associadas. O quadro seguinte apresenta, comparativamente, essas características:

Quadro 1 – Síntese das características de problemas e exercícios

Exercício	Problema
<ul style="list-style-type: none">- Dados explícitos e em número necessário e suficiente- Resolução única- Solução única- Obstáculo reduzido- Aluno como sujeito passivo da aprendizagem- Pode ser resolvido mediante a recordação, reprodução ou aplicação de um algoritmo.	<ul style="list-style-type: none">- Dados não explícitos (implícitos na descrição da situação)- Vários caminhos de resolução- Várias soluções possíveis- Grande obstáculo- Aluno como sujeito activo da aprendizagem- Envolve capacidades cognitivas, metacognitivas, afectivas e psicomotoras.

Não se pretende erradicar de forma alguma da prática normal dos professores a abordagem de exercícios, mas apenas que estes apareçam numa proporção adequada face às situações – problema que devem ser abordadas. A crítica surge pelo facto de, quase exclusivamente, os professores resolverem, com os seus alunos, exercícios e, de entre estes, maioritariamente, exercícios de reforço com grande apelo à memorização de *fórmulas*.

Ao pretender utilizar-se a resolução de problemas como estratégia, potencialmente capaz de promover aprendizagens significativas designadamente em termos de literacia científica, torna-se necessário que os professores desenhem tarefas de aprendizagem, que se constituam como verdadeiros problemas. Devem partir, tanto quanto possível, das ideias dos alunos para que eles vejam essas tarefas como um problema próximo aos seus interesses e com um mínimo de intriga ou *suspense*, para se esforçarem em resolvê-lo. Um problema é, pois, uma situação que enfrentamos e que se situa fora do que, nesse momento, entendemos, mas próxima dos limites das nossas estruturas cognitivas (Garret, 1995; Pozo, 1999, *in* Freitas, 2000).

A importância das actividades de resolução de problemas não é nova apesar de, mais recentemente, de acordo com diferentes estudos e autores (Lopes, 1994; Pozo, 1996; Neto, 1998; Canavarro, 1999 e Gil et al., 1999), ter sido considerada, conjuntamente com a perspectiva de ensino abordando as interfaces Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente

(CTSA), uma estratégia adequada à promoção de níveis superiores de literacia científica nos jovens.

De acordo ainda com os estudos referidos, a resolução de problemas (RP) na construção de um currículo de Ciências é de importância primordial por permitir desenvolver não só conhecimento conceptual mas também conhecimento processual e competências que muitas vezes os cidadãos têm de mobilizar quando enfrentam problemas no seu quotidiano.

Considera-se, neste estudo, que a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos em Ciência, e em particular em Física, só poderá ser conseguida através de um maior envolvimento metacognitivo do aluno nas situações de ensino-aprendizagem face ao que ocorre, normalmente, nas metodologias tradicionais de ensino das Ciências, nas quais a passividade do aluno é dominante.

Estudos sobre métodos de ensino apelando a aprendizagens metacognitivas dos alunos vieram valorizar as práticas de ensino envolvendo resolução de problemas em oposição às metodologias tradicionais. A frase *a metacognição refere-se ao conhecimento, consciência e controlo da nossa própria aprendizagem* (Baird, 1990, in Novak, 2000), sintetiza o que, para alguns autores, significa o termo metacognição.

Por outro lado, Gunstone & Mitchell (1998) consideram que o conhecimento metacognitivo refere-se, ao conhecimento da natureza e aos processos de aprendizagem, às características da aprendizagem pessoal, às estratégias eficazes de aprendizagem e a onde usá-las.

Um exemplo de implementação de estratégias metacognitivas, incluindo a de resolução de problemas, no ensino das ciências foi iniciado na Austrália em 1985 por professores de ciências com o objectivo de pôr em prática, em “*escolas normais*” os resultados das investigações sobre metaaprendizagem. O projecto, que foi designado por

P.E.E.L. (Project for Enhancing Effective Learning), resultou da preocupação de um grupo de professores de ciências de uma escola relativamente à qualidade das aprendizagens dos seus alunos. No sentido de procurarem indícios que evidenciassem aprendizagens significativas, os professores do projecto P.E.E.L. identificaram algumas condutas que ao serem manifestadas pelos alunos revelassem que estes além de estarem compreendendo os assuntos da aula se encontravam a reflectir sobre esses mesmos temas, a ponderar sobre as suas implicações e a expressarem o seu grau de concordância com as ideias neles implícitas. Esses comportamentos dos alunos foram designados, pelos autores do projecto, como boas condutas de aprendizagem.

As condutas referenciadas neste projecto australiano (White, 1999), contribuem para a caracterização de uma das variáveis de investigação, Acções dos alunos durante actividades de RP em aulas de Física, do modelo teórico de análise emergente da validação do modelo conceptual ocorrida na fase final da componente curricular do mestrado em que este estudo se insere.

As condutas traduzem-se, de acordo com os seus autores, por comportamentos observáveis que foram incluídos num dos instrumentos de observação construídos, respectivamente, o Questionário acerca das Percepções dos Alunos.

Numa altura crucial para o ensino das Ciências, e em particular da Física, em Portugal, dada a proximidade da implementação da revisão curricular, em que a resolução de problemas surge com um carácter preponderante, e em que uma das preocupações a montante dessa mesma reforma é a necessidade de dotar os nossos estudantes com níveis superiores de literacia científica, importa investigar os efeitos dessa nova metodologia em situações concretas.

Com este trabalho procura-se conhecer o impacto da metodologia de resolução de problemas sobre os níveis de literacia científica dos alunos, através da observação da

relação pedagógica na aula bem como da análise de outros dados recolhidos pelos diversos instrumentos de observação a utilizar. A metodologia de resolução de problemas apelará ao envolvimento dos alunos em práticas de competências cognitivas e metacognitivas.

Para além da construção e validação dos instrumentos de observação, e do desenvolvimento curricular de uma mini-unidades sobre o tema Energia e Trabalho, são ainda objectivos do trabalho a caracterização:

- Das estratégias implementadas pelo professor;
- Das percepções dos alunos sobre a natureza dos problemas e sobre as suas acções durante a resolução;
- Das percepções dos alunos sobre as condições da escola, instalações e equipamentos, para as actividades de RP em aulas de Física;
- Das percepções dos alunos sobre as relações interpessoais, professor-aluno e aluno-aluno, nas actividades de RP em aulas de Física;
- Dos conhecimentos e competências científicas, associadas à literacia científica, dos alunos após aplicação das estratégias de resolução de problemas;
- De possíveis diferenças entre os alunos, dos grupos controlo e experimental, para os aspectos anteriores.

Conhecidos os objectivos do estudo, e enquadrada a realidade sobre a qual o estudo irá incidir, importa definir as questões de investigação subjacentes a esta realidade a que os instrumentos de observação procurarão responder.

A questão de investigação global é:

Estratégias adequadas de ensino por resolução de problemas em aulas de Física do 10º ano favorecem a manifestação de boas condutas de aprendizagem nos alunos e promovem a sua literacia científica?

Esta questão geral foi especificada noutras, designadamente as seguintes:

1- Em termos de “grau de desejabilidade”, as questões respeitantes às percepções dos alunos são:

Q₁- Relativamente à natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física, quais as percepções dos alunos acerca de características específicas desses problemas, medidas nas quatro dimensões de literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₂- Relativamente às acções realizadas pelos alunos nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos mesmos acerca de algumas dessas acções, medidas nas quatro dimensões da literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₃- Relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos no que respeita às interacções específicas aluno-aluno e professor-aluno, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₄- Relativamente às condições físicas da escola para as aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos acerca dessas mesmas condições, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

2- Em termos de “grau de consecução”, as questões respeitantes às percepções dos alunos são:

Q5- Relativamente à natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física, quais as percepções dos alunos acerca de características específicas desses problemas, medidas nas quatro dimensões de literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q6- Relativamente às acções realizadas pelos alunos nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos mesmos acerca de algumas dessas acções, medidas nas quatro dimensões da literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q7- Relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos no que respeita às interacções específicas aluno-aluno e professor-aluno, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q8- Relativamente às condições físicas da escola para as aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos acerca dessas mesmas condições, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Nota:

As questões **Q1** a **Q8** referem-se a indicadores de cada uma das dimensões de literacia científica consideradas no estudo ou transversais a essas mesmas dimensões.

- Q₉**- Como se comparam os momentos, dentro da unidade programática e dentro do espaço temporal-aula, em que os problemas são resolvidos em aulas de Física de cada um dos grupos, controlo e experimental?
- Q₁₀**- Como se compara a apresentação dos problemas, quanto ao proponente e forma de enunciação, nas aulas de Física de cada um dos grupos, controlo e experimental?
- Q₁₁**- Como se comparam os problemas propostos em aulas de resolução de problemas de Física em cada um dos grupos, controlo e experimental?
- Q₁₂**- Como se comparam as actividades utilizadas na resolução de problemas em aulas de Física em cada um dos grupos, controlo e experimental?
- Q₁₃**- Quais os conhecimentos científicos em Física dos alunos, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam esses conhecimentos nesses mesmos grupos?
- Q₁₄**- Quais as competências de pensamento dos alunos, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam essas competências nesses mesmos grupos?
- Q₁₅**- Quais as competências dos alunos em termos de processos de investigação, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam essas competências nesses mesmos grupos?
- Q₁₆**- Quais os conhecimentos dos alunos acerca das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam esses conhecimentos nesses mesmos grupos?

Conhecido o problema e seu enquadramento, os objectivos e as questões de investigação deste estudo, o capítulo seguinte, capítulo II, desenvolver-se-á pela procura de um suporte teórico nos seguintes aspectos da investigação:

- Variáveis consideradas;
- Relações eventuais entre as variáveis de acordo com as questões de investigação.

O capítulo III descreverá as metodologias de investigação no que se refere aos processos de construção e validação dos três instrumentos de observação construídos e à sua articulação com as questões de investigação, caracterizando-se as técnicas de amostragem consideradas e os procedimentos de campo e de análise de dados seguidos. Os dois últimos capítulos destinar-se-ão, respectivamente, à análise dos resultados, de acordo com as questões de investigação, e às conclusões finais onde ocorrerá a discussão sobre a adequabilidade evidenciada pelos instrumentos de observação construídos face à realidade observada no estudo sobre a eficácia das diferentes estratégias de RP aplicadas aos grupos controlo e experimental, e sobre a capacidade de resposta às questões de investigação que os dados recolhidos por esses mesmos instrumentos possibilitam. Discutir-se-ão ainda, no último capítulo, aspectos relacionados com a investigação como sejam: significado dos resultados do estudo, impacto da investigação em diferentes contextos, e implicações e recomendações para o futuro.

CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA

O estudo desenvolve-se a partir da análise do panorama pouco satisfatório do ensino da Ciência a jovens. Essa situação tem sido caracterizada pela crescente falta de interesse e motivação que os alunos, geralmente, manifestam pelas disciplinas científicas e pelos baixos níveis de **literacia científica** que apresentam após o ensino formal da Ciência nas escolas.

Pretende-se neste trabalho investigar os contributos na promoção de uma formação científica mais adequada às novas realidades sociais de estratégias de ensino das Ciências que, embora muito citadas e descritas em investigações continuam a ser muito pouco aplicadas no ensino das ciências que ocorre nas nossas escolas. A estratégia cujos efeitos se pretende estudar é a de Ensino das Ciências, e em particular da Física, através da Resolução de Problemas (RP).

Considerou-se como relevante para o desenvolvimento da investigação os seguintes temas:

- Construtivismo- como modelo de aprendizagem subjacente à metodologia inovadora de Resolução de Problemas (RP) que se pretende implementar na investigação;
- Movimento das Concepções Alternativas (MCA's)- pelas suas implicações educacionais, na definição de novas abordagens ao ensino das Ciências. Em particular, um dos instrumentos de observação, Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica, inclui itens relacionados com as concepções alternativas dos alunos no tema Energia e Trabalho de uma Força;

- Ensino em contextos Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA)- pela riqueza que possui quando se pretende ensinar Ciência pela abordagem e resolução de situações problemáticas relevantes;
- Literacia Científica- como principal objectivo educacional do ensino da Ciência de acordo com os novos desafios que a Sociedade coloca à escola;
- Resolução de Problemas (RP)- como estratégia de ensino das Ciências a implementar, nos grupos controlo e experimental, segundo as metodologias tradicional e inovadora, por forma a conhecer as suas implicações, ao nível das percepções e conhecimentos, na perspectiva de literacia científica.

2.1 - CONSTRUTIVISMO: PONTO DE PARTIDA PARA NOVAS ABORDAGENS AO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Diz-me e eu esquecerei

Ensina-me e eu lembrar-me-ei

Envolve-me e eu aprenderei.

(provérbio chinês)

O modelo construtivista de aprendizagem, nomeadamente no campo do ensino das ciências, surge por oposição à perspectiva de que ensinar consiste essencialmente na transmissão, por parte do professor, de informações, regras ou valores do passado. Esta visão surge bem retratada por Hutchins (1936) in Santos (1991), quando escreve:

Educar implica ensinar. Ensinar implica conhecimento. O conhecimento é a verdade.

A verdade é a mesma em todo o lado. Dai que a educação deveria ser a mesma em todo o lado.

A contrariar estas teorias, que salientavam a passividade da mente humana, temos educadores tais como Piaget, Bruner e Ausubel, que pretendem encorajar os jovens a desenvolver uma abordagem activa, em relação às suas aprendizagens.

Postman & Weintgartner (1971, *in* Freitas, 2000), valorizaram este último aspecto quando consideram que não há maneira de ajudar o aprendiz a ser disciplinado, activo e profundamente envolvido, no processo educacional, a não ser que ele perceba um problema ou o que quer que seja a aprender como valendo a pena ser aprendido. É estéril e ridículo procurar que os alunos tomem uma atitude de pesquisa iniciando estudos que nada tenham a ver com os seus interesses.

Tomando como exemplo a realização de um trabalho experimental numa aula de ciências de cariz fechado -“protocolo rígido”, o estudante pode estar activamente envolvido, no sentido físico, mas a aprendizagem será de alcance muito limitado se o aluno não ver ligações relevantes entre essa actividade e os seus interesses pessoais.

Nesta perspectiva de “transmissão cultural” aos alunos caberia o papel passivo de aceitar os factos «despejados» pelo professor, sendo a sua compreensão desses mesmos factos usualmente avaliada através de meios que, a maior parte das vezes, apenas avaliam a capacidade de memorização dos alunos. Os dados da investigação neste “campo” têm revelado que o conhecimento produzido por esta abordagem ao ensino não dura muito tempo.

Novak (1993) efectua uma síntese histórica que designa por construtivismo humano cuja caracterização e contextualização surge por comparação com as correntes pedagógicas anteriores no seguinte quadro (adaptado de Mintzes & Wandersee & Novak, 1998).

Quadro 2 – Tendências na investigação em educação científica

Era	Assuntos Contemporâneos	Líder Teórico	Epistemologia Dominante	Esquemas Comuns de Investigação
Praticalista (1918-1957)	-Utilidade -Eficiência -Gestão -Vocação/trabalho -Adaptação de vida -Cidadania	Dewey Thorndike Binet Terman Cubberley	Racionalista / Utilitária	-Estudos descritivos -Relatórios de situação -Esquemas quase experimentais
Academista (1958-1977)	-Estrutura disciplinar -Inquérito científico -Desenvolvimento humano -Mudança comportamental	Ausubel Bruner Gagne Piaget Schwab Skinner	Empirista / Behaviorista	-Comparações nomotéticas -Estudos correlacionais -Esquemas experimentais
Construtivismo Humano (1978-...)	-Criação significado -Compreensão -Mudança Conceptual	Novak Vygotsky Kuhn Glaserfeld	Pós-positivista/ construtivista	-Descrições ideográficas -Sondagem cognitiva -Esquemas naturalistas -Estudos de casos

De acordo com os objectivos deste trabalho importam sobretudo as implicações educacionais, comuns a diferentes correntes dentro do modelo construtivista de ensino.

Mintzes et al (1998), consideram que, de uma forma sintética, uma aula de ciências de acordo com um modelo construtivista de ensino é caracterizada por:

- *A iniciativa e autonomia dos alunos é aceite e incentivada;*
- *O professor coloca questões abertas e respeita tempos de resposta;*
- *Encorajam-se formas de pensar metacognitivas;*
- *Existência de um clima de discussão entre alunos e entre professor alunos;*
- *Os estudantes são envolvidos em actividades experimentais que desafiam hipóteses e promovem discussão.*

Estudos, desenvolvidos por todo o mundo, incidindo nas representações dos alunos acerca de conceitos científicos antes e após o ensino formal da Ciência na escola

evidenciaram aprendizagens insatisfatórias nos alunos e tiveram como implicações educacionais a necessidade de se considerar abordagens alternativas às tradicionais quando se ensina Ciência a jovens.

Estes estudos constituem o que na literatura é designado por Movimento das Concepções Alternativas (MCA's).

2.2- MOVIMENTO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ALUNOS: IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS PARA APRENDIZAGENS SIGNIFICATIVAS EM CIÊNCIA

Viennot (1979), Saltiel & Malgrange (1980), Watts & Zylbersztajn (1981), Di Sessa (1982), Driver (1983), entre outros, partindo de uma orientação construtivista procuraram investigar as interpretações dadas pelos estudantes para determinados eventos. Estes trabalhos, 3500 estudos (Pfundt & Duit, 1994), indicaram que os estudantes trazem para a escola ideias e explicações acerca dos fenómenos naturais e que muitas vezes não conseguem explicar (Martins & Veiga, 1999). Estas concepções vulgarmente designadas por *concepções alternativas* (C.A's) pelo facto de serem alternativas a versões científicas de momento aceites (Cachapuz, 1995; Fonseca, 2002). Tais concepções, poderão ser mais ou menos divergentes dos conceitos cientificamente aceites e não devem ser encaradas como distrações, lapsos de memória ou erros de cálculo mas sim como potenciais modelos explicativos dos alunos (Cachapuz, 1995).

Como resultado dessas investigações verificou-se que os alunos possuem concepções alternativas sobre conceitos de física tão variados quanto: *força, movimento, impulso, momento linear, calor, energia e temperatura*. Ainda no âmbito das mesmas investigações encontraram-se fortes evidências da interferência dessas concepções

alternativas no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos a que se referem. Em alguns casos, as ideias dos estudantes aproximam-se de explicações que já fizeram parte do conhecimento científico do passado podendo referir-se como exemplo no fenómeno da visão, a teoria do “*raio visual*”, e no caso dos movimentos a visão aristotélica.

A consciência da existência destas ideias exige, necessariamente, respostas didácticas adequadas. A partir de um maior conhecimento da natureza das C.A's devem ser retiradas implicações educacionais. Com a finalidade de contribuir para facilitar a utilização, pelos professores, dos resultados das investigações em C.A's, Furió (1996) enumerou, de forma simples e sintética, seis aspectos:

- Os estudantes chegam à sala de aula com um conjunto variado de C.A's e muitas delas possuem uma certa coerência interna;
- As C.A's são comuns a estudantes de diferentes meios, idade e género;
- As C.A's são persistentes e não se modificam facilmente com estratégias de ensino convencionais;
- As C.A's apresentam um certo isomorfismo com concepções vigentes em períodos da história do pensamento científico e filosófico;
- O conhecimento anterior dos alunos interage com aquilo que se ensina na aula e serão de esperar consequências imprevistas na aprendizagem;
- As C.A's podem surgir a partir de experiências pessoais muito variadas, que incluem a percepção, a cultura, a linguagem, os métodos de ensino dos professores, os materiais educativos.

Driver (1986) enfatiza também, a importância de conhecer os esquemas conceptivos alternativos dos estudantes por entender que a aprendizagem de conceitos complexos ocorre pela organização e reestruturação de esquemas conceptuais construídos a partir de noções intuitivas iniciais. Estas concepções não podem, ou não devem, ser menosprezadas já que possibilitaram ao aluno durante boa parte da sua vida, através das

explicações e previsões que a partir delas encontrou, a compreensão e apropriação do mundo que o rodeia.

Segundo Osborne & Wittrock (1983 : 491):

“...as crianças desenvolvem ideias sobre o seu mundo, desenvolvem significados para as palavras usadas em ciência e desenvolvem estratégias para obter explicações sobre o “como” e o “porquê” dos fenómenos muito antes da ciência lhes ser formalmente ensinada...”

A importância do movimento das concepções alternativas é reconhecida por duas ordens de razões. Numa primeira fase pelo facto dos estudos emergentes deste movimento permitirem detectar **quais eram** as concepções alternativas dos alunos face às diferentes áreas das ciências o que até esse momento não se conhecia pelo menos de forma sistemática e exaustiva. Esses primeiros estudos permitiram ainda identificar as suas características, gerais e específicas, as suas origens e **a forma como se constituíam em barreiras à aquisição do saber científico.**

Os resultados destes estudos corroboraram outros que vinham revelando **insatisfação com a qualidade das aprendizagens dos jovens relativamente ao ensino da ciência.**

Numa segunda fase deste movimento há um reforço, a partir das implicações educacionais que advêm dos estudos, da **necessidade de se seleccionar recursos, estratégias e metodologias capazes de promover mudança conceptual**, reconhecendo-se esta **transformação de conceitos** a operar no aluno como **componente muito importante na melhoria das aprendizagens** e consequentemente do ensino da ciência.

Os resultados das investigações envolvendo C.A's traduziram-se em experiências inovadoras no ensino das ciências. Driver (1986), considerou implicações educacionais dos resultados das investigações sobre os esquemas conceptuais alternativos dos alunos.



Nesse sentido enuncia as seguintes proposições para balizar uma prática construtivista no ensino das ciências:

- Conhecer e dar importância às experiências anteriores dos alunos;
Os resultados da aprendizagem dependem das concepções e motivações de quem vai aprender, pois estas concepções e motivações influenciam as interpretações e explicações que os alunos fazem a respeito dos fenómenos como também interferem no modo como observam, para onde dirigem a sua atenção e como orientam os experimentos que realizam
- Dar sentido ao que será aprendido, estabelecendo relações;
Para garantir a conservação do conhecimento construído é necessário estruturá-lo e relacioná-lo de múltiplas formas a outros conhecimentos anteriores curriculares ou das vivências extra-aula do aluno.
- Quem aprende constrói activamente significados;
A construção de significados implica uma interpretação de novas experiências por meio de analogias a partir de conhecimentos anteriores e em processo activo de formulação de hipóteses e realização de ensaios
- Os estudantes são responsáveis pelas suas próprias aprendizagens
Mais que uma característica, a **metacognição**, é uma condição necessária para a aprendizagem.

As vozes críticas de alguns autores, como Marin (1999), às metodologias emergentes do movimento das concepções alternativas, M.C.A's, incidem, sobretudo, quando tais metodologias são apresentadas, só por si, como “panaceias milagrosas e universais” para todos os problemas do ensino da ciência.

Marin (1999) critica o M.C.A's considerando que:

- O ensino para a mudança conceptual tem uma aplicação restritiva em aula só se aplicando em casos que o aluno apresente uma ideia prévia fortemente arraigada;
- Uma situação ou ma experiência que pode ser considerada como originadora de conflito pelo professor não implica que o seja necessariamente para o aluno e então a aplicação de uma das condições para mudança conceptual, expor a conflito as ideias dos alunos, pode ser necessário mas não suficiente. Existem muitas situações de ensino onde o conflito conceptual pode não ser suficiente, nem necessário, nem sequer útil;
- A aprendizagem de conteúdos científicos é mais complexa do que as teorias de mudança conceptual supõem, já que pode ocorrer de outras formas, umas mais simples em que só são necessários processos de assimilação ou de pequenas modificações e outras mais complexas de forte reestruturação. Muitas vezes as ideias que o aluno organizou antes do ensino formal da ciência “convivem” com as académicas utilizando umas ou outras consoante os contextos.

Ainda segundo o mesmo autor, as propostas de ensino visando a mudança conceptual, em particular as iniciais, não previam que a formação de um novo esquema no aluno exigisse um enorme esforço em recursos didácticos, um tempo de ensino bastante alargado e, ainda assim, uma margem para os reequilíbrios e reestruturações (aprendizagem) cuja duração dependerá de cada indivíduo.

Apesar da justiça das críticas ao MCA's, não é questionada a importância deste movimento em diferentes aspectos tão diversos quanto (Duarte, 1999): repensar os *curricula* de Ciências; definir novos objectivos para o ensino das Ciências; alterações ao nível do ensino na sala de aula, ao aceitar-se, progressivamente, uma nova perspectiva de aprendizagem – como mudança conceptual e, posteriormente, como mudança conceptual e metodológica e implicações ao nível dos recursos utilizados na sala de aula, nomeadamente dos manuais utilizados.

No entanto, em termos globais, a aplicação na prática lectiva regular dos professores as implicações educacionais do M.C.A's continuam a ser maioritariamente ignoradas. Exceptuam-se experiências localizadas promovidas por investigadores universitários e incidindo sobre professores em formação, quer em estágio pedagógico quer em profissionalização em serviço (Fonseca, 2002; Macedo, Fonseca, Conboy & Martins, 2001). A este facto não é alheia a dissociação que existe entre quem investiga e quem lecciona regularmente nas nossas escolas secundárias. Com efeito ao longo dos tempos têm-se privilegiado as investigações “**sobre e para os professores**” em prejuízo de investigações “**com e pelos professores**” pelo que na prática lectiva quotidiana dos professores as influências destes estudos continuam a ser, de uma forma geral, ignoradas quer por desconhecimento quer por falta de motivação para as introduzir. Acresce ainda que quer as orientações metodológicas emanadas pelo Ministério da Educação como apoio aos programas disciplinares quer os próprios manuais escolares, salvo raras excepções, não alertam os professores para a problemática das C.A's.

Dada a situação pouco satisfatória do ensino das ciências de uma forma geral e da física no ensino secundário, em particular, torna-se imprescindível ao processo de ensino aprendizagem a **adopção de estratégias e metodologias inovadoras face às tradicionais e de entre estas há a considerar as emergentes do movimento das C.A's.**

A validade dessas novas abordagens é salientada por Cachapuz (1991, p28) quando refere: *experiências inovadoras utilizando estratégias de ensino baseadas em modelos de aprendizagem para a mudança conceptual são encorajadoras no que diz respeito à superação das C.A's dos alunos.(...) é hoje aceite a superioridade de tais estratégias quando comparadas com as estratégias para a aquisição conceptual actualmente dominantes.*

Apesar das limitações dos modelos de ensino visando a mudança conceptual é consensual a importância de se conhecer/diagnosticar as ideias prévias dos alunos acerca dos conteúdos científicos que vão ser abordados e de se incluir esse conhecimento quando se planeiam as estratégias de ensino, actividades e recursos visando aprendizagens significativas.

No contexto do presente trabalho de investigação, a importância do MCA's reside, não só na inclusão das suas implicações educacionais na definição de problemas e actividades, mas também como um dos critérios para determinar níveis de literacia científica. Um indivíduo será tanto mais literato num determinado assunto científico quanto menor for o grau em que, relativamente a esse tema, manifesta concepções alternativas.

Sendo o tema programático segundo o qual o estudo incidirá – Energia e Trabalho de uma Força – foi feita uma pesquisa de quais as concepções alternativas mais frequentes e estas foram objecto de questões no instrumento de observação construído para medir os níveis de literacia científica dos alunos. Essas concepções dos alunos, testadas através de itens no Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica, foram: energia associada apenas a seres vivos e a objectos em movimento; sempre que uma força actua transfere energia; na queda de um corpo, no instante inicial, toda a energia potencial gravítica transforma-se totalmente em energia cinética; energia e força são a mesma coisa e energia é algo de concreto (material), por exemplo um combustível.

Estas concepções correspondem a sete itens, sob a forma de questões de sinalização no instrumento de observação, **Questionário de conhecimentos relativos a Literacia Científica**, que pretende medir os níveis de literacia científica dos alunos no tema Energia e Trabalho.

2.3- DO CONSTRUTIVISMO ÀS NOVAS ABORDAGENS AO ENSINO DAS CIÊNCIAS: ENSINO ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E ENSINO EM CONTEXTOS CTSA

A resolução de problemas (RP) e o ensino em contextos CTSA são duas abordagens ao ensino da Ciência a jovens de primordial importância para este estudo de investigação pois, se a resolução de problemas é justamente aquela cujos efeitos, comparativamente a metodologias tradicionais, se pretende investigar, a de ensino numa perspectiva Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA) é incontornável quando se pretendem abordar “*problemas verdadeiros e com significado*” e quando o que se pretende com a sua abordagem e resolução é a promoção, nos alunos, de níveis superiores de literacia científica. Apesar de algumas características intrínsecas de cada uma das abordagens, RP e CTSA, a complementaridade entre elas é entendida, nesta investigação, como aspecto determinante na caracterização da estratégia inovadora de resolução de problemas que se pretende implementar no grupo experimental da amostra.

A complementaridade entre as duas abordagens na definição de uma estratégia de ensino da Ciência resulta do seguinte facto: problemas relevantes para os alunos serão definidos através da abordagem dos conteúdos da disciplina em domínios da interface Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente e, porventura, a melhor forma de introduzir os aspectos CTSA no ensino da Ciência seja através de situações de ensino-aprendizagem envolvendo discussão e resolução de problemas reais do quotidiano.

2.3.1- Ensino das Ciências em contextos CTSA: um espaço privilegiado para estratégias de resolução de problemas

O ensino actualmente designado por CTSA acrescenta a dimensão Ambiente ao que anteriormente na literatura se designou por ensino Ciência/Tecnologia/Sociedade (C/T/S) tradução de STS (Science-Technology-Society). A sua importância como estratégia de ensino da Ciência tem a sua origem histórica na desilusão com os níveis de aprendizagem alcançados pelos alunos de diferentes graus de ensino com as reformas educativas desenvolvidas na década de 60 nos EUA e, posteriormente, duas décadas seguintes, em muitos outros países (Yager, 1996).

As incapacidades dos alunos revelavam-se sobretudo na utilização, quer das informações recebidas durante as aulas quer na dos processos científicos treinados e, supostamente aprendidos nas aulas de ciência, em contextos diferentes daqueles onde foram originalmente objecto de tratamento e aplicação.

Na prática estavam a manifestar-se as primeiras preocupações com os baixos níveis de literacia científica dos alunos. A pedra de toque destas preocupações acabaram por ser preocupações económicas uma vez que cidadãos pouco aptos a lidar com a Ciência e a Tecnologia em proveito da sociedade eram, conseqüentemente, pouco produtivos nas suas actividades profissionais. Assistiu-se, assim, ao lançamento da abordagem CTSA, enquanto reforma ao nível do ensino da Ciência nos EUA.

De acordo com a National Science Teachers Association (NSTA) esta modalidade de ensino pode ser entendida como o ensino-aprendizagem da Ciência e da Tecnologia no contexto da experiência humana através do envolvimento dos estudantes em experiências e assuntos científicos ou tecnológicos que se encontram directamente ligados às suas vidas.

Segundo Ziman (1994) a Educação CTSA pode traduzir-se numa multiplicidade de abordagens, vistas como complementares, cada uma delas procurando introduzir os alunos num aspecto particular da Ciência no seu contexto social. Destacam-se as seguintes abordagens CTSA:

- Abordagem transdisciplinar – integra os diferentes ramos da Ciência e apresenta o conhecimento como um todo;
- Abordagem histórica – mostra como a Ciência e a Tecnologia evoluíram com a Sociedade;
- Abordagem social – revela a Ciência e a Tecnologia como empreendimentos sociais;
- Abordagem epistemológica – discute a natureza do próprio conhecimento científico, os seus limites e a validade dos seus enunciados;
- Abordagem problemática – escolhe grandes temas-problema da actualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento de conceitos.

Salienta-se, apesar de evidente, que, quer os problemas a abordar quer as estratégias de resolução, na perspectiva CTSA, não são idênticos aos da actividade de “resolução de problemas clássica”, Miller (1998).

Os problemas a estudar devem ser relevantes para o aluno dada a sua relação com o quotidiano e, por isso, ao resolvê-los devem proporcionar-lhes a construção de saberes com maiores possibilidades de serem transferidos e mobilizados no seu dia-a-dia.

Procurar-se-á neste trabalho implementar uma estratégia de resolução de problemas em Física incorporando as abordagens CTSA já que, de acordo com a natureza do problema, desencadear-se-ão processos de resolução seguindo uma ou mais destas abordagens.

A importância das estratégias de resolução de problemas no ensino da Ciência recorrendo a contextos CTSA está associada a diferenças de enfoque relativamente às aprendizagens, nomeadamente, de conceitos e processos da Ciência, quando comparado

com as estratégias de *ensino tradicionais*. O ensino tradicional da Ciência está centrado na aprendizagem de conceitos e processos da Ciência, sobretudo nos primeiros, na convicção e mesmo crença de que os alunos saibam utilizar tais conceitos aprendidos em contextos normalmente académicos para dar resposta a problemas. Num contexto CTSA o ponto de partida são situações problemáticas relativas a contextos reais cuja solução se procura conhecer. A aprendizagem de conceitos surge agora como uma necessidade sentida, naturalmente, pelos alunos para resolver um problema que querem resolver ou de que, pelo menos, compreendem as vantagens, quer do seu estudo quer da sua resposta. A título de exemplo refere-se uma actividade desenvolvida no estudo de implementação da nova metodologia de resolução de problemas que constitui o presente trabalho designadamente a descrita no Anexo V com o título ***Como poupar dinheiro sabendo Física?***

O conceito de potência associada a uma qualquer transferência de energia é numa metodologia de ensino tradicional normalmente *ensinado* através da sua definição, quociente entre a energia transferida e o intervalo de tempo que demorou essa transferência, seguida da resolução de exercícios aplicados a situações de interesse e utilidade no mínimo duvidosos para o aluno. Considera-se o conceito compreendido pelo aluno quando este aplica correctamente a fórmula matemática $E = P / t$ a exercícios numéricos e apresenta a resposta numericamente correcta e nas unidades convenientes.

Para um jovem é difícil vislumbrar a utilidade prática do conceito físico de potência assim apresentado já que o arrastar de corpos ao longo de planos inclinados, ao jeito dos exercícios sobre este assunto dos manuais escolares, não é uma sua preocupação quotidiana normal.

O conceito de potência pode desenvolver-se (aliás como foi feito no presente estudo) a partir de uma actividade de pesquisa em torno de questões concretas como a seguinte situação-problema- Que potência eléctrica se deve contratar à EDP para uma

habitação doméstica?- esta questão desencadeia outras, umas levantadas pelo professor outras pelos alunos, na medida em que traduzem as suas dúvidas relativamente à tarefa.

Algumas das sub-questões a discutir poderão ser:

- Porque há necessidade de contratar a potência eléctrica para uma habitação?
- Porque é que contratar uma potência eléctrica mais elevada custa mais dinheiro?
- O que é que se pode fazer, em termos de utilização de energia, numa habitação com maior potência eléctrica contratada que não se pode numa outra de potência contratada inferior?
- Qual a vantagem de se contratar a potência eléctrica adequada a uma habitação?
- Como se pode, de uma forma aproximada mas válida, estimar o valor de potência eléctrica adequada a uma habitação?

A questão da necessidade dum aprendizagem escolar ligada ao mundo real não é nova. Dewey (1938) referia frequentemente a necessidade dum currículo relevante, dum organização do ensino – aprendizagem com capacidade para promover nos alunos conhecimentos e competências de lidar com o mundo e com as situações que este lhes proporciona.

A Resolução de Problemas (RP), compreendidos e aceites, pelo jovem consistirá, assim, uma estratégia útil de ensino, já que todas as actividades se desenvolverão tendo como fio condutor a procura de resposta a um problema inicial entendido pelo aluno.

2.3.2- A Resolução de Problemas como Estratégia de Ensino em Ciência

“O problema aparece como aspecto central para delimitar o alvo de pensamento e este, controlando o acto de pensar, conduz a própria aprendizagem.”

Dewey (1925)

Antes de se abordar a resolução de situações - problema na sala de aula como estratégia de aprendizagem , importa clarificar, pelas implicações educacionais que daí advém, o que se entende por problema uma vez que o conceito não assume o mesmo significado para todos.

Calvo (1971) considera que sob a designação de problemas existe um conjunto distinto de actividades propostas pelos professores ou pelos manuais. Atendendo às suas características divide-os em três tipos:

Exercícios de reforço - A tarefa a realizar está previamente determinada e é já conhecida pelo aluno , bem como a situação a abordar . Este tipo de exercício permite exercitar capacidades previamente adquiridas , não conduzindo nem à aprendizagem de novos conteúdos nem ao desenvolvimento de novas capacidades , produzindo rotinas de resolução.

Exercícios de aplicação - A tarefa está determinada e é conhecida, mas aplica-se numa situação nova para o aluno . Permite uma forma importante de aprendizagem na medida em que implica que o aluno aplique os conteúdos aprendidos e as capacidades desenvolvidas em aulas anteriores a uma situação nova.

Problema ou situação - problema - Situação que se apresenta nova para o aluno e não possui solução imediata e obrigatoriamente única , pelo que a tarefa não está previamente definida . Cabe ao aluno seleccionar a forma de realizar.

Também se encontram as seguintes definições para o que é um problema, citado por Freitas (2000, p72):

“ Situação que impõe dificuldades e para as quais não conhecemos logo a sua solução (Gil *et al* 1988; Gil & Martinez Torregrosa, 1983) nem, tão pouco, sabemos se ela existe (Neto, 1998).”

ou

“ Situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para a obterem” (Kmlíc e Rudnik, 1980, *in* Neto, 1998).

“ Resolver um problema consiste em encontrar um caminho não conhecido previamente, encontrar uma saída para uma situação difícil, para vencer um obstáculo, alcançar um objectivo desejado que não pode ser imediatamente alcançado por meios adequados” (Polya , 1980, *in* Freitas, 2000).

Neto (1998) esquematiza a relação entre enigmas (exercícios) e problemas e a relação de uns e de outros quer com o grau de conhecimento da situação / percurso da resolução, grau de dificuldade e implicações educacionais da sua abordagem.

Quadro 3 – Relação entre exercícios e problemas e suas implicações pedagógicas

Enigmas (Exercícios)		←	→	Problemas	
		Limite pessoal			
	Enigmas (Exercícios)				Problemas
Implicação educacional	Mecanização	ZONA DE INTERESSE	DE ÓPTIMO		Bloqueio
Grau de conhecimento	Total				Nenhum
Grau de dificuldade	Baixo				Elevado

Uma analogia interessante com a do estudante e da exploração de problemas poderá ser a do praticante de salto em altura que, possuindo como melhor resultado da época

1,80m, necessita de melhorar esse resultado. Se a fasquia for colocada de imediato a 2,10 m, ao saltar – problema – dificilmente o atleta se encontrará interessado / motivado em tentar o salto, pois a meta encontra-se muito para lá do que ele tinha conseguido até ao momento, isto é, encontra-se fora da sua “zona de interesse óptimo”. Pelo contrário, se a fasquia for gradualmente sendo colocada a alturas superiores à altura inicial, ele acreditará que a pode transpor, atingindo, porventura, o objectivo final dos 2,10 m.

Fazendo a transposição para o contexto educacional, para que os professores desenhem tarefas de aprendizagem que se constituam como verdadeiros problemas, devem partir das ideias dos alunos para que eles vejam essas tarefas como um problema próximo aos seus interesses e com um mínimo de intriga ou *suspense* para se esforçarem em resolvê-lo. Um problema é, pois, uma situação que enfrentamos e que se situa fora do que, nesse momento entendemos mas próxima dos limites das nossas estruturas cognitivas (Garret, 1995; Pozo, 1999, *in* Freitas, 2000).

Apesar de não existir uma fronteira rígida entre problemas e exercícios, antes pelo contrário existe um contínuo entre esses extremos, Lopes (1994) diferencia-os através das seguintes características:

- Tipo e quantidade de informação fornecida;
- Contexto utilizado;
- Conhecimento da existência de uma solução e tipo de solução;
- Objectivos educacionais que se pretende atingirem;

Watts (1991), classifica os problemas através do seu posicionamento numa série de dicotomias envolvendo aspectos da natureza dos próprios problemas. Essas dicotomias, bem como o seu significado, são descritas no seguinte quadro:

Quadro 4- Significado das dicotomias

Dicotomias	Significado
Aberto – Fechado	Está relacionado com o grau de abertura que é dado ao resolvedor: envolve o nº de percursos de resolução possíveis e ainda o nº de soluções que admite.
Formal – Informal	Está relacionado com a forma como o problema surge ao resolvente: a forma mais formal consistirá numa apresentação escrita com uma formulação muito precisa enquanto que informalmente ele poderá resultar de uma forma não planeada decorrente, por exemplo, de uma discussão na aula.
Curricular – Não curricular	Apresentará carácter curricular elevado se consiste numa das tarefas escolares e se a sua resolução só pode ser resolvido através dos conteúdos escolares. Pelo contrário um problema não curricular será aquele que não é normalmente resolvido na escola, mas cujos conteúdos escolares são úteis na resolução.
Livre – Orientado	Está relacionado com o grau de estruturação do enunciado do próprio problema. Será tanto mais livre quanto menos existirem questões de orientação e sugestões de resolução. O máximo de orientação corresponderá a um problema em que são dadas ajudas de diferente natureza.
Dado – Apropriado	Refere-se à forma como o problema é <i>sentido</i> pelo aluno. Será dado se foi apresentado pelo professor sem enquadramento num contexto que leve o aluno a considerá-lo pertinente e com interesse na sua resolução.
Real – Artificial	Um problema real está relacionado com aspectos ou necessidades do quotidiano. Incide em aspectos da interface CTSA. Pelo contrário o artificial apenas responde a interesses escolares, sendo muito ténue a sua relação com aspectos do quotidiano.

A classificação de Watts, através das dicotomias anteriores, será, nesta investigação, adaptada e incluída num dos instrumentos de observação – Grelha de Observação de Aulas de RP – na medida em que este instrumento pretende, entre outros aspectos, caracterizar a natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física.

Apesar da noção de problema ser complexa e depender, sobretudo, da perspectiva teórica com que se olha para o conceito de problema, há várias componentes a considerar como, por exemplo, o contexto do problema, a sua formulação, os métodos de abordagem requeridos, o número de soluções e a complexidade das variáveis envolvidas.

Constata-se existir uma certa unanimidade na investigação didáctica ao considerar que os problemas (Lopes, 1994):

- São algo para o qual não se conhece a resposta nem sequer se sabe se existe;
- Podem ter diferentes níveis de dificuldade e complexidade;
- Podem ter formatos muito diversos do formato tradicional do papel e lápis.

Conhece-se, de acordo com os resultados das investigações, um conjunto de características que os problemas deverão, em maior ou menor grau, possuir mas não existe um padrão para o problema ideal. É necessário que os problemas propostos, para que sejam verdadeiros problemas, sejam situações novas, isto é, devem ser diferentes uns dos outros, abertos e resolvidos em contextos diferentes, obrigando a tomar decisões, planificar e recorrer aos conhecimentos e procedimentos prévios, reorganizando-os (Pozo, 1996).

Será, em grande parte ao professor, que conhecendo as diferentes propostas possíveis, a especificidade do tema e dos alunos, caberá a selecção dos problemas a abordar. Certamente que a melhor aposta educacional consistirá na abordagem, ao longo de um ano lectivo, de problemas diferentes, quer em grau de abertura, quer na formulação ou ainda nos processos que a sua resolução implica.

2.3.2.1 - Razões, sob o ponto de vista didáctico-pedagógico, para o Ensino das Ciências por Resolução de Problemas

A resolução de problemas (RP) na construção de um currículo de Ciências é de grande importância, por permitir desenvolver não só conhecimento conceptual, mas também conhecimento processual e competências que, muitas vezes, os cidadãos têm de mobilizar quando enfrentam problemas do seu quotidiano. Entre essas competências

podem-se citar as seguintes: seleccionar, prever e recolher informação; planear actividades, formular e testar hipóteses; e controlar variáveis (Martins & Veiga, 1999).

Por outro lado, autores como Gil Pérez (1993) consideram a RP como a estratégia construtivista mais coerente com as preocupações educacionais emergentes do movimento das concepções alternativas dos alunos. Ainda segundo o mesmo autor a importância da RP, como estratégia de ensino, prende-se ainda com as características de raciocínio científico que envolve quando se abordam e resolvem situações problemáticas abertas e pertinentes para o aluno.

Outras perspectivas apontam, igualmente para a importância da RP num currículo de Ciências. Ao nível cognitivo, Cruz (1989), considera-a como uma actividade privilegiada para que o aluno pense, se interrogue sobre os processos pelos quais aprende, tornando-se consciente quer desses processos quer das causas das suas dificuldades quando sente não estar a aprender. Este aspecto da metacognição associada às actividades de resolução de problemas, dada a sua importância para a investigação, será ainda retomada neste trabalho. A sua importância emerge ainda de estudos que incidiram sobre as dificuldades dos alunos nas próprias tarefas de RP (Gil Pérez *et al*, 1988; Cruz, 1989; Valente *et al*, 1989).

Martins & Veiga (1999) fundamentam a importância da RP como estratégia de ensino-aprendizagem, nos aspectos anteriores, do seguinte modo:

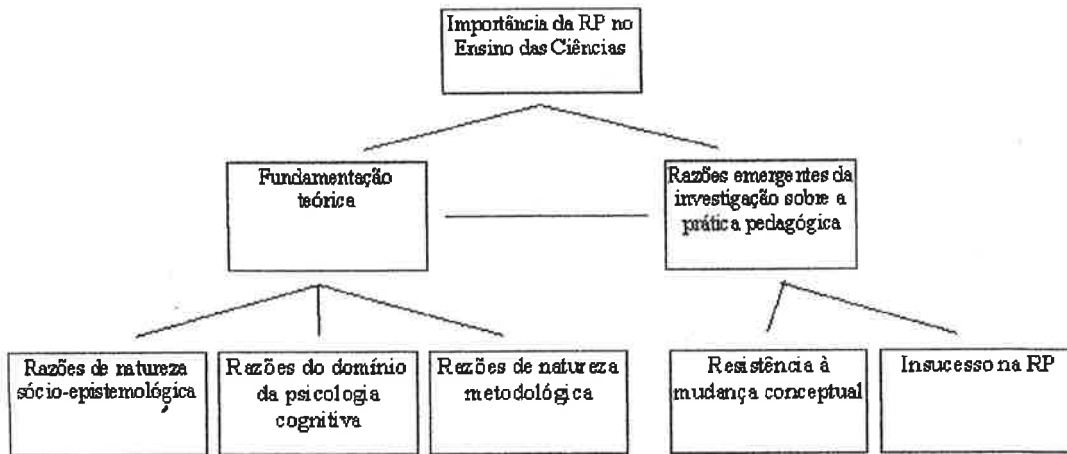


Figura 1. A importância da resolução de problemas no Ensino das Ciências

Outra das razões que apontam para a importância da RP reside no facto de o ensino das Ciências a partir da abordagem de situações-problema, facilitar a discussão das interações CTSA. De acordo com as reformas do ensino das Ciências que têm vindo a ocorrer um pouco por todo o mundo, e o caso português não é excepção, a recomendação mais frequente é a de que os conceitos e os processos de raciocínio tecnológico sejam integrados no currículo, por se reconhecer que certos aspectos da tecnologia são a melhor forma de preencher a lacuna entre a Ciência e a sociedade e de ligar a Ciência com os aspectos da vida quotidiana.

Martins & Veiga (1999) ilustram a relação entre as actividades de resolução de problemas e os contextos CTSA, do seguinte modo:

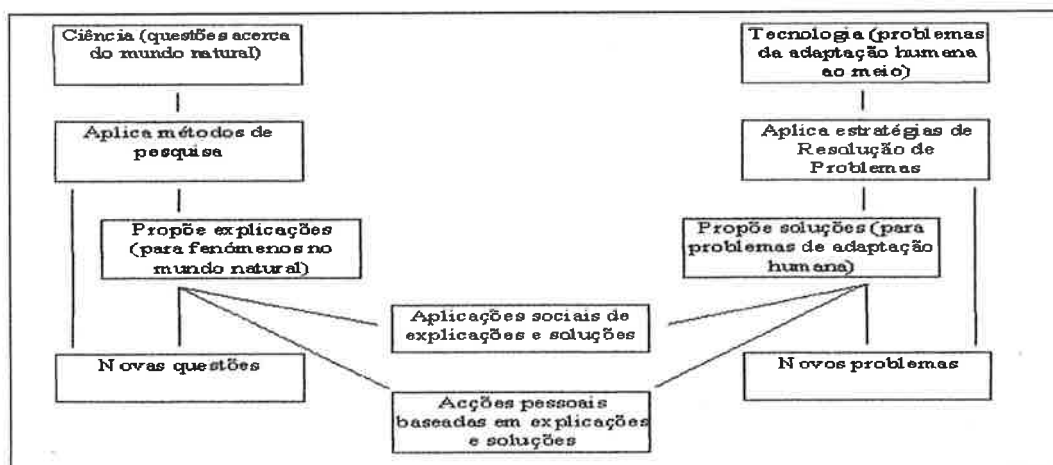


Figura 2 – Perspectiva CTSA e Resolução de Problemas

2.3.2.2- A Resolução de Problemas e a Metacognição

Diversos estudos realizados têm vindo a alertar para o deficiente envolvimento metacognitivo dos alunos nas metodologias tradicionais de ensino da Ciência o que não se coaduna com novos objectivos educacionais onde o *saber pensar* é fundamental para o exercício da cidadania nas suas diferentes vertentes.

Importa, antes de mais clarificar alguns conceitos. Segundo Baird (1990, p.184, *in* Mintzes, Wandersee & Novak, 1998) *a metacognição refere-se ao conhecimento, consciência e controlo da nossa própria aprendizagem.*

Gunstone & Mitchell (1998) consideram que o conhecimento metacognitivo refere-se ao conhecimento da natureza e aos processos de aprendizagem, às características da aprendizagem pessoal, às estratégias eficazes de aprendizagem e à sua aplicação. Considera-se a actividade de resolução de problemas como um instrumento para desenvolver estratégias metacognitivas nos alunos, já que estas permitirão, entre outros aspectos, aumentar o próprio desempenho dos alunos nessas actividades de RP.

A resolução de problemas pode permitir ao aluno conhecer os processos que utiliza durante a resolução de problemas e, por conseguinte: controlar esses processos e aplicá-los a outras tarefas e em outras ocasiões; avaliar a sua eficácia, nomeadamente, comparando-os com os que outros colegas utilizam e adquirir gradualmente competências que se traduzam num aumento de confiança nas suas capacidades para enfrentar novos problemas.

Em termos práticos, para se implementar uma estratégia metacognitiva durante a resolução de problemas, são considerados na literatura modelos de acções sequenciais a desenvolver nas actividades. Não se tratando de regras rígidas e limitativas ao processo de

resolução, são pelo contrário orientações que proporcionam a tomada de consciência dos processos utilizados em cada passo da resolução.

Um modelo sequencial de acções para resolver um problema pode ser o seguinte, de acordo com Hayes (1981):

1. Identificar o problema, isto é, reconhecer que o problema existe e qual o obstáculo que tem de ser vencido;
2. Representar o problema, isto é, apresentá-lo de uma forma que o obstáculo se torne compreensível e/ou o problema se apresente com uma formulação mais precisa;
3. Explorar possíveis soluções, hipóteses, de forma a escolher a estratégia mais adequada para a resolução;
4. Executar o plano escolhido;
5. Avaliar a solução proposta para o problema, bem como o processo de resolução;
6. Consolidar a aprendizagem quer em termos conceptuais, quer em termos processuais, a partir da experiência da resolução de problemas.

A partir deste modelo e de outros na mesma linha de pensamento, em particular o de Neto (1998), construiu-se nesta investigação, para aplicar no estudo, uma **Ficha de Orientação para Resolução de Problemas numa Perspectiva Metacognitiva**, consultar Anexo V, para que os alunos se familiarizassem com novos processos de resolução distintos dos seguidos na metodologia tradicional.

Pretendendo-se, nesta investigação, conhecer, através das percepções dos alunos e por observação de aulas, o grau de metacognição evidenciado pelos alunos em diferentes metodologias de RP, importava definir um conjunto de indicadores, comportamentos observáveis, que, evidenciando atitudes metacognitivas nos alunos permitisse um critério de quantificação do envolvimento metacognitivo.

Com o propósito anterior considerou-se com particular relevância para esta investigação o estudo que se iniciou na Austrália em 1985 por professores de ciências com o objectivo de pôr em prática, em *escolas normais* os resultados das investigações sobre metaaprendizagem. O projecto designado por P.E.E.L., (Project for Enhancing Effective Learning) resultou da preocupação de um grupo de professores de ciências de uma escola com a qualidade das aprendizagens dos alunos. O responsável pelo projecto, Ian Mitchell, obteve a cooperação de uma dezena de colegas da escola para pôr em prática os princípios da metaaprendizagem, com que tinha tomado contacto através dos estudos do investigador John Baird.

Por meta aprendizagem entende-se o conhecimento que o indivíduo tem sobre os seus próprios processos de aprendizagem, à consciência do uso que faz desses processos e à sua capacidade de controlá-los.

O professor pode influir negativamente na metaaprendizagem, se ignorar ou penalizar a intenção de um aluno em expor livremente as suas ideias, ou positivamente se dedicar uma parte do tempo das aulas a discutir em turma as ideias dos alunos. A influência na meta aprendizagem dos alunos também é positiva quando o professor consegue desenvolver actividades que promovam a capacidade dos alunos para controlar a sua aprendizagem desenvolvendo-lhes raciocínios do tipo *antes não conseguia; o professor disse-me que agora só me falta compreender isto; parecia mais difícil no início*, substituindo-se o *não sei* por *será que é (...)*, o *não posso* ou *não sou capaz pelo bem, vou tentar (...)*.

O projecto P.E.E.L desenvolveu-se numa escola do subúrbio de Melbourne habitada maioritariamente por trabalhadores da indústria. Desenvolveu-se, assim, num contexto

sócio-cultural que, à partida, não dispunha de nenhuma condições vantajosas para a implementação do projecto.

Ao fim de um ano de trabalho os professores envolvidos descreveram a experiência num livro de Baird & Mitchell (1986).

De acordo com os autores deste projecto, existem quatro condições fundamentais para uma aprendizagem de qualidade:

1. O estímulo da autonomia dos alunos;
2. O desenvolvimento de atitudes práticas de cooperação entre professores;
3. Utilização de métodos de ensino diversificados;
4. Variedade de métodos de avaliação.

No sentido de procurarem indícios que evidenciassem aprendizagens significativas os professores do projecto P.E.E.L. identificaram algumas condutas que ao serem manifestadas pelos alunos revelassem que os alunos além de estarem compreendendo os assuntos da aula se encontravam a reflectir sobre esses mesmos temas, a ponderar sobre as suas implicações e a expressarem o seu grau de concordância com essas mesmas ideias.

Esses comportamentos dos alunos foram designados, pelos autores do projecto, como **boas condutas de aprendizagem**.

O quadro seguinte indica as boas condutas de aprendizagem identificadas pelos autores do projecto PEEL.

Quadro 5 – Comportamentos metacognitivos dos alunos identificados no projecto PEEL

Dimensão	Comportamento
Solicita ajuda ao professor	<ul style="list-style-type: none"> -Avisa o professor quando não entende -Pergunta ao professor porque está errado -Transmite ao professor o que não entende
Comprova o seu avanço pessoal	<ul style="list-style-type: none"> -Compara o trabalho com as instruções, corrigindo erros e omissões -Quando bloqueia, verifica o que já fez, antes de perguntar ao professor -Comprova, questionando o professor, a sua compreensão acerca das instruções, material e objectivos da tarefa -Pede mais informação, se lhe parece faltar
Planifica e antecipa possíveis resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Planifica uma estratégia geral antes de começar - Procura razões para etapas do trabalho - Antecipa e prediz possíveis resultados
Reflecte sobre o trabalho	<ul style="list-style-type: none"> -Explica propósitos e resultados -Procura relações entre ideias e actividades adjacentes -Procura relações entre ideias e outras actividades e entre temas diferentes
Relaciona os assuntos da aula com as suas convicções e experiências	<ul style="list-style-type: none"> -Procura, autonomamente, mais informação a partir de ideias surgidas na aula -Faz perguntas inquisitivas e abrangentes -Fornecer exemplos pessoais relevantes -Procura relações específicas entre os trabalhos escolares e a sua vida pessoal -Procura debilidades na sua própria compreensão acerca de determinado assunto, através da análise crítica da consistência das suas explicações em diferentes contextos.
Manifesta os seus pontos de vista	<ul style="list-style-type: none"> -Sugere novas actividades e procedimentos alternativos -Expressa desacordo -Propõe ideias e explicações alternativas -Justifica opiniões -Reage e refere-se a comentários de outros colegas

As condutas anteriores encontram-se no modelo teórico de investigação na medida em que são comportamentos observáveis dos alunos no que se refere às suas acções durante as aulas. Estas condutas foram ainda incluídas como itens no instrumento de observação Questionário acerca das Percepções dos Alunos.

2.3.2.3 - A Resolução de Problemas e o Ensino Experimental das Ciências

O panorama actual do trabalho experimental no contexto do ensino das ciências nas nossas escolas é bastante diferente do que era desejável. Estas actividades normalmente não são desenvolvidas de forma a incentivar atitudes investigativas nem são orientadas para a resolução de problemas. Esta realidade tem sido estudada por diferentes autores entre os quais, Fonseca (1996) e Cachapuz *et al* (1989). Este último publicou um estudo intitulado, O Trabalho Experimental nas aulas de Física e Química: Uma perspectiva nacional, visando a caracterização das actividades experimentais em aulas de Física e Química. Desse estudo resultaram as seguintes conclusões acerca do tipo de trabalho experimental que estava a ser desenvolvido nas nossas escolas:

- Maioritariamente consistiam em actividades de demonstração (logo centradas no professor).
- Quando as actividades foram desenvolvidas pelos alunos o tipo de trabalho mais utilizado foi o de Verificação em grupo que é aquele que, embora centrado nos alunos, lhes possibilita menor participação.
- De todas as modalidades de trabalho experimental a menos utilizada foi a de pequenas investigações pelos alunos que seria a que proporcionaria maior grau de abertura e de participação do aluno. Seria esta a modalidade mais adequada de acordo com a perspectiva construtivista e social construtivista, para a **aprendizagem da metodologia científica e da resolução de problemas.**

Os resultados anteriores evidenciam que, actualmente nas nossas escolas, o trabalho experimental que está a ser desenvolvido não está a promover, como devia, o desenvolvimento nos alunos das seguintes capacidades intelectuais:

- Planear e delinear experiências acerca das quais se previu resultados, se formularam hipóteses e definiram procedimentos - a teoria antecedendo a prática;
- Condução da experiência, o que envolve que o estudante decida acerca das técnicas de investigação e manipulação de equipamentos;
- Análise, aplicação e explicação dos resultados.

Na mesma linha crítica, Lopes (1994) considera que para o insucesso do trabalho experimental podem contribuir os seguintes factores associados ao que normalmente se faz na sala de aula.

- Os exercícios práticos são feitos sem qualquer base teórica;
- Pretende-se que o concreto se torne abstracto;
- O trabalho laboratorial de manuseamento é muito extenso, (ocupa muito tempo da aula), o que leva a um tempo de contacto passageiro com o conteúdo em causa;
- Muitas vezes o conteúdo é fornecido pelo professor, restando pouco espaço para o aluno construir o seu significado pessoal;
- O trabalho laboratorial é visto como um meio de obtenção de informação ou de dados meramente factuais;
- Os alunos não são envolvidos no projecto e na planificação das investigações experimentais, (é o professor que o faz), o que se traduz num trabalho com pouca utilidade do ponto de vista pedagógico;
- Os alunos não só não possuem a teoria necessária e apropriada para a compreensão do que executam, como podem possuir uma “teoria” diferente.

Assim, vão proceder às observações no sítio errado e interpretá-las de forma incorrecta;

- Existem experiências que apenas servem para desviar a atenção dos alunos dos conceitos teóricos importantes envolvidos, bem como para inibir o seu pensamento criativo.

Para que se atinjam os verdadeiros objectivos educacionais da realização de actividades experimentais é necessário que estas sejam definidas com um maior grau de abertura e se afastarem da forma de “receita”, onde tudo é fornecido e onde se pede apenas, em algumas situações, a “observação” e/ou a “interpretação da observação”. Para esta abordagem do trabalho experimental muito tem contribuído a proliferação nos manuais escolares de actividades experimentais com protocolos tipo “receita”, em que até se diz ao aluno o que deve observar inferindo ele, dessa forma, o que não é importante que se observe. Com este procedimento retira-se grande parte da riqueza, em termos de juízo crítico, que uma experiência realizada pelos alunos possui face a uma “demonstração controlada” feita pelo professor.

A relação entre o ensino da ciência através da resolução de problemas e as actividades experimentais enriquecedoras surge quando a partir de uma situação ou tema são pedidos aos alunos que:

*coloquem problemas / façam previsões / planifiquem
experiências para procurar respostas aos problemas*

O trabalho experimental é ainda um momento privilegiado para criar situações de *conflito conceptual com vista à mudança conceptual* desde que o problema inicial e/ou a actividade experimental proposta tenha sido escolhida com esse objectivo.

Os recentes avanços em termos de conceptualização da aprendizagem segundo a perspectiva construtivista, ou mais recentemente, social-construtivista (Duit & Treagust,

1998; Hodson & Hodson, 1998), o reconhecimento das novas filosofias da Ciência (Chalmers, 1987; Jiménez-Alexandre, 1996) e os trabalhos desenvolvidos na área da mudança conceptual (Santos, 1991; Duarte, 1993; Hewson, Beath & Thorley, 1998) provocaram o convergir de atenções para uma nova forma de utilizar o trabalho experimental as actividades P.O.E., ou seja, **Prevê-Observa-Explica** (Gunstone, 1991) ou, segundo outros autores P.O.E.R., ou seja **Prevê-Observa-Explica-Reflecte**. Recorde-se que esta foi também uma das estratégias exploradas no projecto P.E.E.L., já referenciado neste trabalho. Esta estratégia descrita por Mintzes, Wandersee & Novak (1998) inicia-se pela apresentação de uma situação-problema real e por todos entendida. Pede-se aos estudantes que acerca dela, ou da alteração de uma das suas variáveis, façam previsões, indicando as suas razões. Depois, através de uma pequena experiência ou simulação computacional, planeada pelo aluno ou sugerida pelo professor, observa-se a situação ou o efeito da alteração que se deseja estudar, e, finalmente reconciliam-se ou confrontam-se as previsões com as observações durante a fase de explicação. De notar que esta estratégia consiste, dentro das modalidades de trabalho experimental, em *pequenas investigações pelos alunos* que de acordo com o estudo, citado nesta subsecção, continuam a ser o parente pobre do que em termos experimentais se continua a realizar nas nossas escolas.

Defende-se ainda para a nova metodologia de resolução de problemas em aulas de Física, cujos efeitos nos níveis de literacia científica se pretende conhecer de acordo com os objectivos da investigação, a articulação das estratégias de POER com a exploração de diagramas K-W-L. Os diagramas **K-W-L**, (**K**now -**W**ant to know-**L**earned) desenvolvidos por Carr e Ogle (1987), segundo referência de Wandersee & Trowbridge (1998), consistem em esquemas com três colunas onde o aluno tenta provar, acerca de um qualquer tema ou problema inicial, o que sabe (**K**), o que quer saber (**W**) e o que aprendeu (**L**).

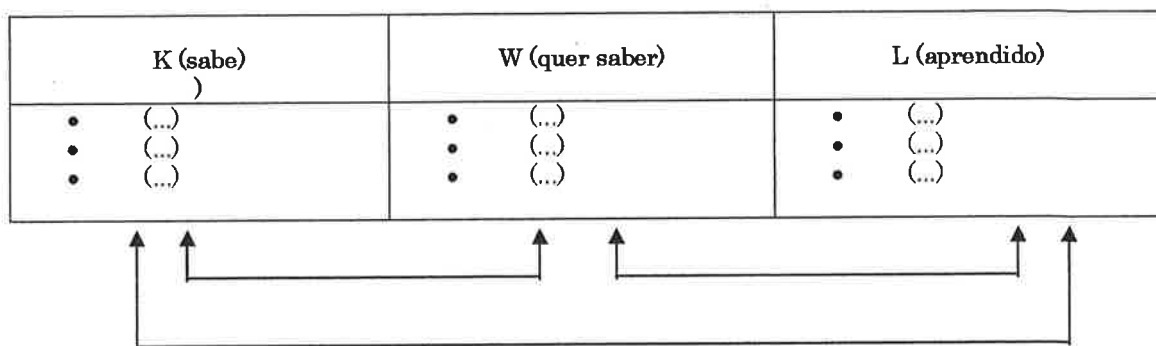


Figura 3 – Relações entre as categorias num diagrama K-W-L

A exploração da necessidade do aluno passar da coluna K para a coluna W e posteriormente para a L fornecerá elementos para que planeie as suas próprias experiências, ou guiar as suas pesquisas. A exploração nas aulas de física de problemas reais e com interesse para serem resolvidos, através de estratégias de POER apoiadas pela exploração de diagramas K-W-L, contribuirão para o desenvolvimento de actividades experimentais promotoras nos alunos de níveis cognitivos superiores e aquisição de competências associadas aos métodos e processos usados em Ciência.

De acordo com a preocupação da investigação na promoção de níveis superiores de literacia científica nos alunos importa ainda evidenciar, de acordo com a bibliografia consultada, a adequação das estratégias de RP a esse objectivo educacional.

2.3.2.4 - A Resolução de Problemas em Aulas de Ciência: uma aposta educacional na promoção de níveis superiores de literacia científica nos alunos.

Actualmente, as sociedades estão intimamente dependentes do desenvolvimento científico-tecnológico que possuem. O nível de conhecimentos gerais e em particular científicos da sua população constitui, porventura, a sua maior valia em oposição à situação de um passado recente, onde a riqueza de um país era apreciada pelo montante dos seus recursos naturais – não humanos.

Constata-se, assim, que as sociedades de maior poder económico são aquelas que mais desenvolvidas se encontram do ponto de vista científico, apesar deste último sofrer também a influência dos valores sociais e éticos dominantes em cada uma das épocas. Embora reconhecendo-se a importância de diferentes domínios do conhecimento no bem-estar e progresso de uma sociedade, os conhecimentos científico-tecnológicos contribuem com uma quota-parte significativa.

Martins e Veiga (1999) destacam os seguintes argumentos a favor da importância do conhecimento científico-tecnológico:

- A Ciência esclarece múltiplas relações dos seres vivos entre si e com a Natureza, orientando para uma intervenção da Tecnologia que respeite a Natureza;
- A Ciência fornece as bases que permitem avaliar os efeitos da Tecnologia no ambiente;
- A Ciência pode ajudar a resolver problemas locais e globais e, deste modo, contribuir para a segurança do Planeta;
- A Tecnologia fornece ferramentas capazes de gerarem, interligadamente com a Ciência, novos conhecimentos;
- Os processos próprios do pensamento científico ajudam na elaboração de juízos sobre situações do quotidiano;
- A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

Assumindo-se estes argumentos como válidos, torna-se natural a preocupação crescente que tem vindo a manifestar-se a nível mundial, nas sociedades mais desenvolvidas, com a importância de haver uma compreensão pública da Ciência, que permita, ainda segundo as mesmas autoras, aos indivíduos: usar conhecimento científico básico para tomar decisões individuais e sociais; conhecer, valorizar e usar a tecnologia na sua vida pessoal; reconhecer as vantagens e limitações da Ciência e da Tecnologia e adquirir os saberes (competências, atitudes e valores) que lhe permita adaptar-se às mudanças inevitáveis, a maioria delas imprevisíveis;

Esta compreensão pública da ciência tem vindo a ser designada por *ciência para todos*, *alfabetização científica*, *cultura científica* e *literacia científica*. Dado que o entendimento do que é literacia científica não é exactamente o mesmo para diferentes autores, podendo-se considerar que existem quase tantas definições quanto o número de autores que acerca dela escreveram, considera-se importante clarificar o termo recorrendo a algumas definições.

Bybee (1997) descreve o que, de acordo com a NSTA, em 1971 se considerava como indivíduo cientificamente literato. Este seria identificado pelos seguintes factores:

- Uso dos conceitos, processos, capacidades e valores da ciência na tomada de decisões no dia a dia;
- Forma como interage com os outros e com o ambiente;
- Compreensão da relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, incluindo o desenvolvimento económico e social.

Em 1983 a *National Commission on Excellence in Education* (NCEE), com base num estudo que evidenciou níveis preocupantes de iliteracia funcional nos alunos, propôs a revisão dos cursos de ciência de forma a irem ao encontro das necessidades de todos os

alunos e não somente daqueles que vão prosseguir estudos para lá da escolaridade obrigatória.

Para assegurar este objectivo o referido organismo recomendou modificações nos programas para o ensino das ciências ao nível do secundário que possibilitassem aos alunos acesso a:

1. Conceitos, leis e processos das ciências físicas e biológicas;
2. Métodos de investigação e raciocínio científico;
3. Aplicação do conhecimento científico a factos da vida;
4. Implicações ambientais e sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

A preocupação central destas medidas era a de que cada indivíduo deverá dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico que lhe permita compreender os fenómenos do mundo em que se insere, e acompanhar as questões decorrentes da actividade científico-tecnológica com implicações sociais e deve tomar decisões democráticas de modo informado.

A crise do ensino da ciência, no que se refere aos programas disciplinares, é descrita por Martins e Veiga (1999, p.3) da seguinte forma:

Uma leitura ainda que sumária, dos programas deixa perceber que estes estão longe de permitir essa alfabetização, ora porque não reflectem a relação entre os avanços da Ciência e Tecnologia e os seus efeitos nas nossas vidas, ora porque não têm em conta as ideias prévias dos alunos sobre questões científicas básicas, ora ainda porque parecem destinar-se prioritariamente a alunos que virão a prosseguir estudos ou a seguir cursos no domínio das Ciências.

Em finais dos anos 80, a *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), no relatório “*Science for All Americans*”, 1990, aponta que, para se considerar um indivíduo cientificamente culto este deverá possuir as seguintes capacidades, (Mestre, Fonseca & Conboy, 2000, p26):

- Reconhecer a ciência, a matemática e a tecnologia como empreendimentos interdependentes produzidos pelo ser humano e que apresentam grandes potencialidades mas também limitações;
- Compreender os conceitos e princípios de base da ciência;
- Familiarizar-se com o mundo natural reconhecendo simultaneamente a sua diversidade e unicidade;
- Fazer uso do conhecimento e do raciocínio científico tendo em vista os objectivos pessoais e sociais.

A mesma visão de *conhecimento útil ao cidadão* e familiarização com a *forma de pensar e processos* da Ciência é partilhada por Boujaoude (2002), quando considera os seguintes aspectos para a literacia científica: Conhecimentos Científicos; Ciência como Forma de Pensar e Conhecer; Ciência como Forma de Investigação; e Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade.

A classificação anterior assume particular importância para a investigação a desenvolver, na medida em que as quatro dimensões consideradas no estudo para a variável de investigação Literacia Científica foram adaptadas a partir da classificação anterior. No modelo teórico de análise da investigação consideraram-se as seguintes dimensões para a Literacia Científica:

- Conhecimentos Científicos em Física (CCF);
- Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (CFPC);
- Ciência como Forma de Investigação (CFI);
- Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA).

Como resposta ao desafio de reformar a educação em ciência, em matemática e em tecnologia a AAAS inicia em 1985 o *Projecto 2061*. Este projecto, segundo Neto (1998), teria como premissa fundamental a ideia de que as escolas devem colocar ênfase não na quantidade indiscriminada de informação a transmitir, mas naquilo que é essencial a uma alfabetização científica efectiva, adequada às necessidades das crianças quando adultas.

A necessidade de uma base conceptual para a reforma do ensino das ciências e o papel da sociedade, além da comunidade escolar, no seu estabelecimento, são reconhecidas por Martins & Veiga (1999, p.16) quando referem:

(...) a ideia de literacia científica e as discussões em torno da sua necessidade levantam o problema, ainda não resolvido, do estabelecimento dos limites do que deve ser aprendido na escola para que tal meta vá conseguindo ser real, adequada e útil. Não será demais voltar a recordar que, numa democracia, a resposta a esta questão se vai socialmente determinando, em vez de definitivamente se estabelecer teórica e academicamente.

O mesmo movimento, centrado no aumento da cultura científica dos indivíduos, surgiu na Europa com algum atraso e com menos força que nos Estados Unidos. Entre os projectos com algum sucesso implementados em Portugal é referenciado na literatura o *Projecto Dianoia (Aprender a Pensar)*, concebido e implementado pelo Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa (Valente *et al*, 1987).

Em termos de estudos em Portugal envolvendo níveis de literacia em geral existe o *Estudo Nacional de Literacia* (Benavente, Rosa, Costa & Ávila, 1996) onde se procurou conhecer as competências de leitura, escrita e cálculo da população adulta e avaliar os níveis de literacia para o caso português.

Por outro lado, os resultados de um estudo internacional comparativo dos níveis de conhecimento em Matemática e Ciência, envolvendo jovens de quatro dezenas de países

frequentando a escolaridade obrigatória traduziu-se, para os jovens portugueses, numa posição entre os últimos da lista quer em Matemática quer em Ciências (Amaro, 1996).

Será para colmatar esta situação que deverá ser introduzida nos currículos do ensino das Ciências as actividades de RP, não nos moldes tradicionais, mas sim através da abordagem de problemas do quotidiano, que permitirá reflectir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia, bem como de das suas inter relações com a Sociedade e Ambiente (temas CTSA), facultando para além de uma aprendizagem científica e tecnológica, uma possibilidade de tomar decisões informadas e o desenvolvimento de atitudes e valores (Martins & Veiga, 1999).

2.3.2.5 - Em busca de um Modelo Integrador para a Estratégia de Ensino por Resolução de Problemas

De acordo com os novos desafios, face à resolução de problemas clássica, em termos de objectivos educacionais que se coloca nesta nova perspectiva de resolução de problemas em aulas de Ciências, importa clarificar a forma como ela se deverá desenvolver nas aulas.

Coloca-se então a questão “ Como devem os professores evitar que os problemas que propõem não se tornem apenas exercícios para os alunos? ”

Com este objectivo, Pozo (1996) *in* Freitas, (2000,p98), propõe doze critérios a serem observados pelos professores.

Na formulação do problema :

1. Propor tarefas abertas, que admitam várias vias possíveis de resolução e incluso várias soluções possíveis, evitando as tarefas fechadas;
2. Modificar o formato ou definição dos problemas, evitando que o aluno identifique uma forma de apresentação com um tipo de problema;
3. Diversificar os contextos em que se propõe a aplicação de uma mesma estratégia, fazendo com que o aluno trabalhe os mesmos tipos de problema em distintos momentos do currículo e em relação a conteúdos conceptuais diferentes;
4. Propor as tarefas não só com um formato académico mas também em cenários quotidianos e significativos, procurando que o aluno estabeleça conexões entre ambos os tipos de situações;
5. Adequar a definição do problema, as perguntas e a informação proporcionada aos objectivos da tarefa, utilizando em distintos momentos, formatos mais ou menos abertos em função desses mesmos objectivos;
6. Utilizar os problemas com fins diversos durante o desenvolvimento ou sequência didáctica de um tema, evitando que as tarefas práticas apareçam como ilustração, demonstração ou exemplificação de conteúdos previamente apresentados ao aluno.

Durante a resolução do problema:

7. Habituar o aluno a adoptar as suas próprias decisões sobre o processo de resolução, assim como a reflectir sobre esse processo, concedendo-lhe uma autonomia crescente nesse processo de tomada de decisões;
8. Fomentar a cooperação entre os alunos na realização das tarefas, mas também incentivar a discussão e os pontos de vista diversos, que obriguem a explorar o espaço de problema, para confrontar as resoluções ou vias de resolução alternativas.
9. Proporcionar aos alunos a informação de que precisem durante o processo de resolução, realizando um trabalho de apoio, dirigido mais a fazer perguntas ou a fomentar nos alunos o hábito de se questionarem, do que a dar resposta às perguntas;

Na avaliação:

10. Avaliar mais os processos de resolução seguidos pelo aluno que a correcção final da resposta obtida. Ou seja, avaliar mais que corrigir. Ou se se preferir, corrigir o aluno, não só a tarefa;
11. Valorizar especialmente o grau em que esse processo de resolução implica uma planificação prévia, uma reflexão durante a realização da tarefa e uma auto-avaliação por parte do aluno do processo seguido;
12. Valorizar a reflexão e a profundidade das soluções alcançadas pelos alunos e não a rapidez com que são obtidas.

Por outro lado e reportando-nos aquilo que na abordagem tradicional de “resolução de problemas” os professores promovem na sala de aula, os alunos são levados a pensar que resolver problemas, em particular de física, equivale a fazer exercícios de cálculo matemático. Mestre *et al* (1993) considera que ao resolver um problema perante uma turma, o professor de física, podendo muito embora referir de passagem os princípios e procedimentos que utiliza, quase sempre se limita a escrever as fórmulas resultantes da aplicação desses princípios. Como consequência, os alunos indevidamente concluem que o conhecimento qualitativo não passa de um conjunto de abstrações supérfluas que não têm grande utilidade na resolução de problemas.

Assim o aluno desenvolve o que se designa por “obsessão pela fórmula” e a resolução de problemas afigura-se-lhe como, unicamente, a “procura e manipulação da fórmula que relaciona numericamente os dados com a incógnita”. A imagem que no estudante perdura da Física é desvirtuada por esta realidade, resumindo-se a uma “miscelânea de equações matemáticas da pior espécie: equações literais” (Hewitt, 1983).

“Nenhum cientista pensa com fórmulas. Antes de começar a calcular, o físico deve ter no seu cérebro o raciocínio. Este último, na maioria dos casos, pode ser exposto com palavras simples. Os cálculos e as fórmulas constituem o passo seguinte.

(Einstein, in Gil *et al* , 1992,p116)

A resolução de problemas como estratégia de ensino deve-se aproximar da metodologia científica, assumindo-se como uma actividade investigativa. Freitas (2000) com base nos trabalhos de Gil e Martinez-Torregrosa considera que para que os alunos investiguem, através da resolução de problemas é necessário que:

- Se evitem problemas nos quais os dados são utilizados como ponto de partida e em que a tarefa se resume a encontrar um caminho, normalmente uma fórmula, que relaciona os dados e as incógnitas;
- Se evite a utilização de “problemas tipo” no ensino visto que resulta nos alunos uma memorização dos procedimentos nos problemas standard, fazendo assim as verdadeiras tarefas de investigação mais difíceis;
- Se peça aos alunos a formulação de hipóteses e explicitação de ideias para resolver os problemas, fazendo uma análise cuidadosa dos resultados à luz dos conhecimentos disponíveis, como aspectos fundamentais da metodologia científica.

Como contributo significativo para a caracterização de uma nova metodologia Gil *et al* (1992 e 1999) propõem a seguinte sequência para a resolução de problemas, num percurso investigativo:

1. Considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada;
2. Começar por um estudo qualitativo da situação, tentando delimitar e definir de maneira precisa o problema;
3. Emitir hipóteses fundamentadas sobre os factores dos quais pode depender a grandeza procurada e sobre a forma da dependência, imaginando, em particular, casos limite de fácil interpretação física;
4. Elaborar e explicitar possíveis estratégias de resolução antes de a executar, evitando a pura tentativa - erro. Procurar diferentes vias de resolução para possibilitar o contraste dos resultados obtidos e mostrar a coerência do corpo de conhecimentos de que se dispõe;
5. Realizar a solução verbalizando ao máximo o que se faz e porque se faz e evitando, uma vez mais, a pura tentativa – erro ou operativismos carentes de significado físico;
6. Analisar cuidadosamente os resultados à luz do corpo de conhecimentos e das hipóteses elaboradas e, em particular, dos casos limite considerados;
7. Considerar as perspectivas abertas pela investigação realizada, contemplando, por exemplo, o interesse de abordar a situação a um nível de maior complexidade ou considerando as suas implicações teóricas (aprofundamento na compreensão de algum conceito) ou práticas (possibilidade de aplicações técnicas) e conceber, muito em particular, novas situações a investigar sugeridas pelo estudo realizado;
8. Elaborar uma memória, que explique o processo de resolução, e que destaque os aspectos de maior interesse no tratamento da situação considerada. Incluir, em particular, uma reflexão global sobre o que foi aprendido com o trabalho realizado, numa perspectiva metodológica ou outra, para incrementar a competência dos resolventes.

Serão os referenciais teóricos anteriores para as actividades de RP que orientarão nesta investigação a planificação das actividades de ensino por resolução de problemas para o grupo experimental da investigação.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

Neste capítulo procurar-se-á descrever as diferentes etapas do trabalho desde a concepção de um modelo teórico de análise, passando pela construção e validação dos instrumentos de observação, pela descrição da amostra do estudo e pelos procedimentos de preparação e efectivação da observação e pela forma de recolha de dados e análise de dados com vista a poder-se responder às questões de investigação colocadas.

3.1- MODELO TEÓRICO DE ANÁLISE DA INVESTIGAÇÃO

A construção e validação de um modelo teórico de análise adequado ao objecto de estudo e às questões de investigação que, para esse objecto, foram definidas, ocorreram em dois momentos. Num primeiro momento, inserido na componente curricular do mestrado, definiu-se, a partir do objecto de estudo uma questão inicial de partida e, a partir desta delineou-se um modelo conceptual entre as variáveis de investigação implícitas nessa questão inicial. Os primeiros passos da investigação consistiram na validação do modelo conceptual inicial, através quer da sua análise por peritos quer pela análise dos dados recolhidos por aplicação de um instrumento, questionário, construído de forma a verificar a consistência do modelo inicial. Após a validação e aperfeiçoamento do modelo conceptual inicial este passou a constituir a primeira versão do Modelo Teórico de Análise do trabalho de investigação a desenvolver.

Num segundo momento, período de tese, devido a diferentes contributos recolhidos procedeu-se a alterações, visando a consolidação desse mesmo Modelo Teórico de Análise

Descrever-se-ão, de seguida, de forma mais detalhada os passos dados pelo investigador em cada um desses momentos.

3.1.1- Do Modelo Conceptual Inicial ao Modelo Teórico de Análise

Sendo um dos objectivos deste trabalho a construção de instrumentos de observação adequados à observação da relação pedagógica na sala de aula, importa clarificar exactamente qual o objecto do estudo. A realidade que se pretende observar diz respeito aos efeitos, no grau de literacia científica dos alunos, da implementação no ensino da Física de uma nova metodologia de resolução de problemas. Os efeitos serão medidos no grupo experimental e considerados em comparação com os obtidos no grupo de controlo em que a metodologia de resolução de problemas será a tradicional.

O contexto de intervenção em que a investigação se desenvolverá, tendo por base os instrumentos de observação construídos neste trabalho de tese, consistirá em duas turmas do 10º ano do agrupamento científico-natural de uma escola do barlavento algarvio.

No âmbito da componente curricular do mestrado foi definido o objecto de estudo e foi elaborada a primeira formulação da questão de investigação que seria o principal elemento orientador quer na definição das variáveis do estudo quer na construção dos instrumentos adequados à observação, à recolha de dados e à análise das variáveis em estudo.

A questão de investigação considerada nesse primeiro momento foi:

Estratégias adequadas de ensino por resolução de situações-problema favorecem a manifestação de boas condutas de aprendizagem nos alunos e promovem a sua literacia científica?

As variáveis de investigação consideradas foram:

- **Estratégias de ensino por resolução de problemas**
- **Boas condutas de aprendizagem**
- **Grau de literacia científica dos alunos**

E para cada uma das variáveis consideraram-se as seguintes dimensões como indicado no quadro seguinte:

Quadro 6 – Variáveis de investigação e dimensões consideradas

VARIÁVEL	DIMENSÕES
Estratégias de ensino por resolução de problemas	- Resolução, numa perspectiva metacognitiva, de problemas na sala de aula
	- Investigação, numa metodologia de trabalho de (micro)projecto, a partir de situações problema
Boas condutas de aprendizagem	- Solicita ajuda ao professor
	- Comprova o seu avanço pessoal
	- Planifica e antecipa possíveis resultados
	- Reflecte sobre o trabalho
	- Relaciona os assuntos da aula com as suas convicções e experiências
Literacia científica	- Manifesta os seus pontos de vista
	- Compreensão de conceitos científicos
	- Aplicação dos conceitos na interpretação e tomada de decisões acerca da realidade do seu quotidiano
	-Familiarização com a natureza da Ciência através dos seus métodos e processos

Deste modo, o modelo conceptual inicialmente definido foi:

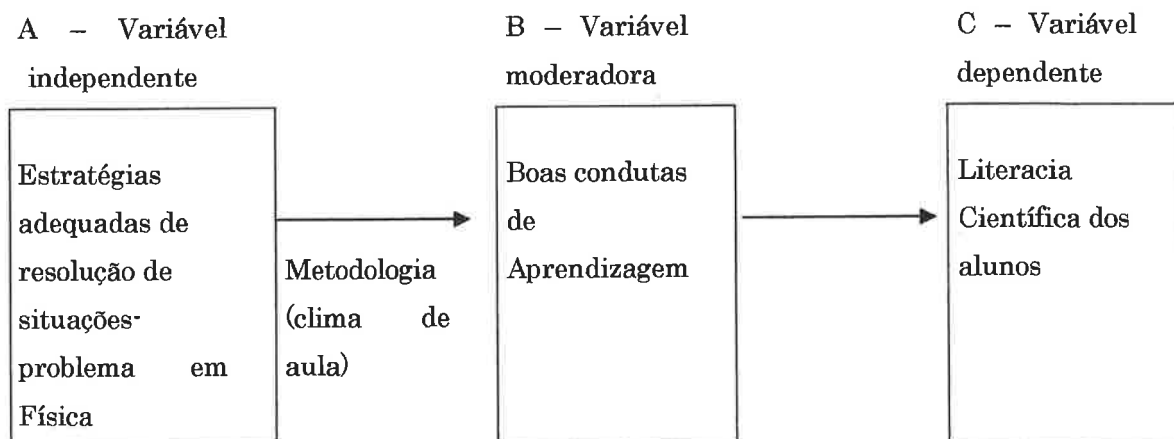


Figura 4 – Modelo conceptual

Posteriormente, para cada dimensão foram definidos indicadores, comportamentos observáveis, que ao serem revelados pelos alunos fornecessem informações acerca dessa dimensão. Atendendo ao número elevado de dimensões das diferentes variáveis, foi considerado um número razoável de indicadores para cada dimensão que, posteriormente foram incluídos num instrumento, questionário, que se destinou a elaborar um **modelo teórico de análise** a partir do modelo conceptual inicial.

Os quadros 7, 8, explicitam os indicadores, comportamentos observáveis, para as dimensões consideradas em cada uma das variáveis de investigação.

VARIÁVEL 1 – Estratégias adequadas de resolução de situações-problema em aulas de Física

Dimensão 1.1: Resolução, numa perspectiva metacognitiva, de problemas na sala de aula

Quadro 7- Indicadores considerados para a dimensão 1.1

INDICADORES
<ul style="list-style-type: none">- Planear situações de partida problemáticas e relevantes.- Considerar enunciados de diferentes graus de abertura, vários caminhos de resolução e nalguns casos, diferentes soluções.- Diversificar a actividade realizando-a umas vezes como trabalho cooperativo em pequenos grupos e noutras como actividade individual.- Utilizar a resolução de problemas no início, durante e após a leccionação do tema.- Promover a análise qualitativa-intuitiva do problema em detrimento da preocupação excessiva com as “fórmulas”.- Incentivar a formulação de hipóteses de trabalho e a análise das variáveis a considerar, isolar e desprezar.- Analisar, no caso de questões com dados numéricos iniciais, as suas unidades por forma a trabalhar com o sistema de unidades conveniente.- Sensibilizar para as vantagens da construção de: esquema da situação-problema, mapas conceptuais, diagramas, “bonecos”, gráficos, etc, que possibilitem uma visão global.- Orientar para que o método de resolução parta da concepção de um plano global de acção e estratégia, que não se apoie em tentativas de “ensaio e erro”.- Promover a reflexão acerca <u>do que se sabe</u>, <u>do que se quer saber</u> e de <u>como se poderá vir a saber</u>.- Promover, caso necessário, a planificação de actividades experimentais. Actividades do tipo P.O.E. (prever-observar-explicar) podem revelar-se adequadas.- Apoiar os alunos na tarefa de resolução questionando-os e incentivando a que se auto-questionem para encontrar as informações que estão ao seu alcance.- Fazer o ponto da situação, durante a resolução, promovendo-se a discussão na sala de aula.- Promover a análise crítica e a discussão dos processos seguidos e resultados obtidos.- Analisar, na apresentação de resultados numéricos, a adequação da ordem de grandeza e das unidades.- Elaborar, e registar em turma a memória descritiva do(s) processo(s) de resolução, dificuldades sentidas e aprendizagens obtidas.

Dimensão 1.2: Investigação, numa metodologia de trabalho de (micro) projecto, a partir de situações-problema

Quadro 8 – Indicadores considerados para a dimensão 1.2

INDICADORES
<ul style="list-style-type: none">- Promover a escolha pelos alunos de temas de acordo com os seus interesses e que, de alguma forma, estejam relacionados com conteúdos da disciplina.- Suscitar o interesse em trabalhos que abordem a evolução histórica do conhecimento de fenómenos do dia-a-dia relacionados com aspectos do programa da disciplina.- Incentivar o desenvolvimento de projectos relacionados com a importância do conhecimento científico no domínio tecnológico e, de uma forma geral com o bem – estar e qualidade de vida da Humanidade.- Incentivar a que no desenvolvimento dos projectos se distinga o conhecimento científico da aplicação que dele o Homem decide ou decidiu fazer.- Definir, em turma, aspectos práticos tais como: prazos de entrega, momentos em sala de aula a eles consagrados, formas possíveis de apresentação e comunicação à turma, critérios de avaliação e peso na avaliação da disciplina.- Estimular e apoiar a que os alunos, em pequenos grupos de trabalho, <i>desenhem a sua investigação.</i>

VARIÁVEL 2- Boas condutas de aprendizagem

Quadro 9 – Relação entre a dimensão e o indicador considerado

DIMENSÃO	INDICADOR
Solicita ajuda ao professor	<ul style="list-style-type: none"> - Avisa o professor quando não entende - Pergunta ao professor porque está errado - Transmite ao professor o que não entende
Comprova o seu avanço pessoal	<ul style="list-style-type: none"> - Compara o trabalho com as instruções, corrigindo erros e omissões - Quando bloqueia, verifica o que já fez, antes de perguntar ao professor - Comprova, questionando o professor, a sua compreensão acerca das instruções, material e objectivos da tarefa - Pede mais informação, se lhe parece faltar
Planifica e antecipa possíveis resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Planifica uma estratégia geral antes de começar - Procura razões para etapas do trabalho - Antecipa e prediz possíveis resultados
Reflecte sobre o trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Explica propósitos e resultados - Procura relações entre ideias e actividades adjacentes - Procura relações entre ideias e outras actividades e entre temas diferentes
Relaciona os assuntos da aula com as suas convicções e experiências	<ul style="list-style-type: none"> - Procura, autonomamente, mais informação a partir de ideias surgidas na aula - Faz perguntas inquisitivas e abrangentes - Fornece exemplos pessoais relevantes - Procura relações específicas entre os trabalhos escolares e a sua vida pessoal - Procura debilidades na sua própria compreensão acerca de determinado assunto, através da análise crítica da consistência das suas explicações em diferentes contextos
Manifesta os seus pontos de vista	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere novas actividades e procedimentos alternativos - Expressa desacordo - Propõe ideias e explicações alternativas - Justifica opiniões - Reage e refere-se a comentários de outros colegas

VARIÁVEL 3- Literacia científica

Dimensão 3.1: Compreensão de conceitos científicos

Quadro 10- Indicadores para a dimensão 3.1

INDICADORES
<ul style="list-style-type: none">- Conhecer os termos inventados, criados, pelo Homem para designar os conceitos- Distinguir entre o termo que designa o conceito (concreto) e o conceito (subjectivo)- Identificar a <u>classe</u> ou <u>categoria</u> a que o conceito pertence (por exemplo <i>força</i> pertence à categoria das grandezas físicas)- Identificar a <u>subcategoria</u> (vectorial/escalar) a que o conceito pertence- Fundamentar a classificação do conceito quanto à categoria e subcategoria- Definir por palavras suas o conceito, de forma cientificamente correcta- Indicar outros conceitos relacionados com o conceito em causa- Estabelecer relações correctas, qualitativas e quantitativas, entre o conceito em causa e os outros com ele relacionados- Indicar leis, princípios e regras em que o conceito intervém- Aplicar correctamente o conceito na análise e procura de respostas a problemas e exercícios

Dimensão 3.2: Aplicação dos conceitos na interpretação e tomada de decisões no seu quotidiano

Quadro 11- Indicadores para a dimensão 3.2

INDICADORES
<ul style="list-style-type: none">- Indicar situações, fenómenos, em que o conceito esteja presente- Explicar fenómenos do dia-a-dia através da correcta utilização do conceito- Reconhecer a importância do conceito no desenvolvimento de uma ou mais componentes da interface Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente

Dimensão 3.3: Familiarização com a natureza da Ciência através dos seus métodos e processos

Quadro 12- Indicadores para a dimensão 3.3

INDICADORES
<ul style="list-style-type: none">- Distinguir, em diferentes contextos, a observação da interpretação, na óptica da metodologia científica- Distinguir entre o papel ocasional das descobertas acidentais e o da maioria das descobertas que só foram possíveis devido a estratégias deliberadas de considerar hipóteses e de as testar- Compreender o significado em Ciência do termo “teoria” sendo capaz de, em exemplos específicos, explicar como as teorias foram formuladas, testadas e validadas de forma a serem aceites pela comunidade científica- Questionar-se, procurar respostas e identificar lacunas na sua compreensão através de interrogações do tipo: <i>Como é que sei (...)?; Porque é que sei (...)?; Que evidências conheço acerca de (...)?</i>- Associar aos conceitos e teorias científicas um carácter mutável e provisório ainda que resultante de um processo de contínuo aperfeiçoamento e de aproximação selectiva à correcta interpretação da natureza- Conhecer, em exemplos específicos, o percurso histórico da evolução de conceitos e teorias científicas- Compreender as limitações inerentes à investigação científica no que concerne às questões a que não consegue responder, ou com as quais ainda não se confrontou e do número significativo de novas questões por responder que se colocam por cada que consegue responder- Conhecer exemplos específicos nos quais o conhecimento científico teve/tem impacto directo na história intelectual e na própria visão da natureza do universo e da condição humana- Associar o progresso da Ciência a situações vantajosas à condição humana nos domínios, entre outros, tecnológico, do bem-estar, do conforto, da saúde e da segurança- Distinguir entre o conhecimento científico e a utilização que dele a Humanidade tem feito e fará

O questionário, consultar Anexo I, é constituído por afirmações acerca das variáveis, dimensões e indicadores e das suas articulações consideradas no modelo conceptual inicial. Foi solicitado aos respondentes, professores de Ciências Físico-

Químicas do Ensino Secundário, que para cada uma das afirmações expressasse o grau de concordância com o teor da afirmação.

O questionário tinha por objectivo obter um conjunto de dados que por tratamento estatístico permitisse a obtenção de resultados que se traduzissem em:

- Validação do modelo conceptual inicial
- Alargamento e (re)operacionalização do modelo

Após a construção do questionário procedeu-se à sua validação nos seguintes aspectos:

- Adequação das questões ao modelo conceptual inicial
- Inteligibilidade, clareza, das questões, face ao que se pretendia conhecer
- Dificuldade de resposta
- Extensão

A validação do questionário ocorreu recorrendo a dois grupos de respondentes: um constituído por 10 professores de Ciências Físico-Químicas do Ensino Secundário, e outro grupo constituído por peritos.

No primeiro grupo pronunciaram-se professores de Ciências Físico-Químicas da escola onde, posteriormente, se desenvolveria a investigação. O grupo de 5 peritos que analisaram o questionário, 4 eram professores da Universidade do Algarve da área das Ciências da Educação e um era professor do Ensino Secundário doutorado no tema da resolução de problemas em Física.

Os comentários e sugestões transmitidos resultaram na reformulação de algumas questões mas, de uma forma geral na manutenção, da proposta de questionário.

A aplicação do questionário, visava a obtenção de aproximadamente 100 questionários respondidos. Este objectivo contava, à partida, com duas dificuldades: os inquiridos só podiam ser professores do grupo 4º A e tratando-se de um questionário exigente em termos de resposta a mortalidade da amostra era, previsivelmente, grande.

Para colmatar estas dificuldades **a amostra seleccionada foi de conveniência** optando-se pelas situações que, potencialmente, se traduzissem no maior número de questionários respondidos e devolvidos. Assim, na aplicação do questionário, privilegiaram-se:

- Escolas secundárias próximas, dos concelhos de Portimão, Lagoa, Silves, Lagos, Albufeira e Faro, **para que o contacto com essas escolas fosse pessoal**, umas vezes com os próprios professores, quando o conhecimento o permitia, outras vezes através do Delegado de grupo / Chefe de Departamento;
- No caso de Escolas mais afastadas de Portimão mas ainda relativamente próximas, do Algarve e Alentejo, aquelas relativamente às quais existisse um relacionamento com professores que se disponibilizaram a colaborar na distribuição, aplicação e recolha dos questionários;
- A distribuição de questionários a professores estagiários da licenciatura em ensino de Física e Química da Universidade do Algarve, através da colaboração de um professor orientador desses estágios;
- Escolas secundárias da região de Aveiro, nomeadamente as duas escolas secundárias de Aveiro, devido à existência de contactos pessoais privilegiados com professores dessas escolas;
- A divulgação e pedido de resposta ao questionário através da internet;

Através desta diversidade de estratégias, obtiveram-se 102 questionários respondidos o que satisfaz os objectivos estabelecidos para constituição da amostra.

Considerando como objectivo fundamental do tratamento dos dados, obtidos através do questionário, o da construção de um modelo de análise teórico, trataram-se e analisaram-se os dados estatisticamente tendo em conta os seguintes parâmetros:

- Validade das relações entre as variáveis consideradas no modelo conceptual inicial;
- Validade, e eventual alargamento, das dimensões consideradas para cada variável no modelo conceptual inicial;
- Validade, e eventual alargamento, dos indicadores para cada uma das dimensões consideradas no modelo conceptual inicial;

Na abordagem estatística e conseqüente análise dos dados utilizaram-se os parâmetros e testes estatísticos que se afiguravam mais adequados aos objectivos anteriores. O tratamento estatístico foi efectuado com o software SPSS versão 10.0 e as análises dos dados basearam-se essencialmente nas medidas de tendência central média e mediana e no desvio padrão como medida de dispersão de um conjunto de dados, já que quanto maior for o seu valor maior será a dispersão dos valores relativamente ao seu valor médio.

Atendendo à natureza das variáveis e ao tipo de questões do questionário, consideraram-se os dados como intervalares e dentro da estatística paramétrica utilizou-se o teste T de Student para uma amostra, com o objectivo de verificar se os resultados obtidos eram de confiança relativamente ao que se pretendia medir. Optou-se ainda pelo teste T pelo facto de, sendo a amostra relativamente grande, os efeitos negativos na

fiabilidade dos seus resultados, pelo facto da distribuição dos dados se afastar da curva normal, serem atenuados e assim poder-se utilizar o teste que de acordo com os objectivos se apresenta mais adequado para uma amostra única com dados intervalares.

A análise baseou-se, maioritariamente, na complementaridade de informações dadas pelos três parâmetros estatísticos: média, mediana e desvio padrão. A complementaridade baseou-se nas propriedades de cada um deles. A média está, em certo sentido, posicionada a meio dos resultados, em termos dos seus valores, sendo muito afectada pelos resultados extremos da distribuição. Pelo contrário, a mediana, sendo o valor que se encontra a meio da distribuição, em termos do *número* de resultados é menos sensível aos resultados extremos da distribuição. A análise conjunta e comparativa das duas grandezas permite, a partir da análise dos dados, conclusões mais rigorosas.

Quanto à informação acerca da dispersão dos dados foi obtida a partir do desvio padrão na medida em que este se relaciona com a amplitude da diferença, entre o resultado mais elevado e o mais baixo. Ou seja, pode dizer-se que tipicamente, quanto maior for o desvio-padrão, mais dispersos estão estes resultados, relativamente à média.

Foi utilizado o teste T de Student nas questões que visavam validar as relações entre as variáveis, (questões 1 e 2 do questionário), e nos casos em que se pretendia conhecer o grau de concordância dos respondentes com os indicadores considerados para cada uma das três variáveis do modelo conceptual, (questões 7.1 e 7.2, questão 9, questões 14.1.1, 14.2.1 e 14.3.1), consultar Anexo I.

Atendendo a que os indicadores de cada variável/dimensão são comportamentos observáveis, quer em alunos quer em professores, a incluir nos instrumentos de observação a construir decidiu-se analisar ainda os dados de forma a conhecer o grau de concordância da amostra com cada um dos indicadores, o que conduziu ainda a uma

análise, em separado, de cada um dos itens do questionário que se referiam a esses mesmos indicadores.

Os resultados desta análise - apresentados no trabalho final da componente curricular do mestrado em que este estudo se insere - permitiram tirar as seguintes conclusões:

Os professores de Ciências Físico-Químicas consideraram válidas as relações entre as variáveis definidas no modelo conceptual nomeadamente as de que:

- Estratégias adequadas de resolução de situações-problema em aulas de Ciência promovem a manifestação de boas condutas de aprendizagem;
- A manifestação de boas condutas na sala de aula promove nos alunos níveis superiores de literacia científica;

Consideraram ainda válidas:

- As dimensões consideradas no modelo conceptual para cada variável,
- Os indicadores, comportamentos observáveis dos alunos e do professor, para cada uma das dimensões;

Através destes resultados considerou-se validado o modelo conceptual inicial tendo sido considerado o modelo teórico de análise para a investigação que se pretendia, nomeadamente para a construção dos instrumentos de observação.

3.1.2- Contributos para o Aperfeiçoamento do Modelo Teórico de Análise

Ao serem dados os primeiros passos da construção dos instrumentos de observação houve a necessidade de proceder a algumas alterações que não desvirtuando o modelo teórico de análise, se mostraram desejáveis face ao objecto de estudo e questões de investigação. Essas alterações, que se fizeram sentir na concepção dos instrumentos de observação, foram:

- No que respeita às boas condutas de aprendizagem dos alunos, estas foram incluídas num conjunto mais vasto de atitudes e comportamentos do aluno, designadas por **acções dos alunos**, cuja observação se mostrou importante face aos objectivos do estudo. Essas acções foram medidas, indirectamente através das percepções dos alunos no instrumento de observação intitulado **Questionário das Percepções dos Alunos**.
- Para a variável **Literacia Científica dos alunos** alargaram-se as dimensões de acordo com novas definições de literacia científica e das suas vertentes equacionada para este estudo (consultar secção sobre Literacia Científica no capítulo II).

Este alargamento consistiu na definição das dimensões e respectivos indicadores conforme o quadro seguinte:

Quadro 13 - Dimensões e respectivos indicadores

DIMENSÃO	INDICADORES
1- Conhecimentos Científicos em Física. (C C F)	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os termos inventados pelo Homem para designar conceitos e relações em Física. • Compreender conceitos e relações, explicando-os por palavras suas de forma cientificamente correcta. • Estabelecer relações correctas, qualitativas e quantitativas, entre o conceito em causa e os outros com ele relacionados.
2- Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (C F P C)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a importância do pensamento, raciocínio e reflexão na construção do conhecimento científico e do trabalho dos cientistas. • Associar á Ciência uma natureza empírica. • Evidenciar confiança na objectividade da Ciência. • Utilizar suposições em Ciência. • Evidenciar raciocínios indutivo e dedutivo. • Identificar e utilizar relações de causa e efeito. • Assumir o papel da auto-análise na Ciência • Conhecimento dos métodos e processos usados pelos cientistas
3- Ciência como Forma de Investigação (C F I)	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar métodos e processos científicos tais como: observar, medir, classificar, inferir, registar e analisar dados, comunicar de forma escrita e oral, explorar gráficos e tabelas de dados, realizar cálculos. • Ênfase em actividades "<i>hands-on minds-on</i>"
4- Interações Ciência/Tecnologia/ Sociedade/ Ambiente (C T S A)	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos que evidenciem o impacto da Ciência na Sociedade. • Conhecer aspectos das inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. • Reconhecer a utilidade da Ciência na tomada de decisões e resolução de problemas no dia a dia. • Conhecer aspectos morais e éticos associados à Ciência.

Ainda nesta fase houve a necessidade de clarificar e delimitar a questão de investigação geral inicial especificando-a em termos de sub-questões a ela associadas.

Na versão final da investigação foram consideradas as seguintes questões definitivas de investigação:

Como questão geral da investigação:

Estratégias adequadas de ensino por resolução de problemas em aulas de Física do 10º ano favorecem a manifestação de boas condutas de aprendizagem nos alunos e promovem a sua literacia científica?

Esta questão geral foi especificada noutras, designadamente as seguintes:

1- Em termos de “**grau de desejabilidade**”, as questões respeitantes às percepções dos alunos são:

Q₁ – Relativamente à natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física, quais as percepções dos alunos acerca de características específicas desses problemas, medidas nas quatro dimensões de literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₂ – Relativamente às acções realizadas pelos alunos nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos mesmos acerca de algumas dessas acções, medidas nas quatro dimensões da literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₃ – Relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos no que respeita às interacções específicas aluno-aluno e professor-aluno, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₄ – Relativamente às condições físicas da escola para as aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos acerca dessas mesmas condições, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

2- Em termos de “**grau de consecução**”, as questões respeitantes às percepções dos alunos são:

Q₅ – Relativamente à natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física, quais as percepções dos alunos acerca de características específicas desses problemas, medidas nas quatro dimensões de literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₆ – Relativamente às acções realizadas pelos alunos nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos mesmos acerca de algumas dessas acções, medidas nas quatro dimensões da literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₇ – Relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos no que respeita às interacções específicas aluno-aluno e professor-aluno, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Q₈ – Relativamente às condições físicas da escola para as aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos acerca dessas mesmas condições, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Nota: As questões **Q₁** a **Q₈** referem-se a indicadores de cada uma das dimensões de literacia científica consideradas no estudo ou transversais a essas mesmas dimensões.

Q₉ – Como se comparam os momentos, dentro da unidade programática e dentro do espaço temporal-aula, em que os problemas são resolvidos em aulas de Física de cada um dos grupos, controlo e experimental?

Q₁₀ – Como se compara a apresentação dos problemas, quanto ao proponente e forma de enunciação, nas aulas de Física de cada um dos grupos, controlo e experimental?

- Q₁₁** – Como se comparam os problemas propostos em aulas de resolução de problemas de Física em cada um dos grupos, controlo e experimental?
- Q₁₂** – Como se comparam as actividades utilizadas na resolução de problemas em aulas de Física em cada um dos grupos, controlo e experimental?
- Q₁₃** – Quais os conhecimentos científicos em Física dos alunos, para o tema Energia e trabalho de uma força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam esses conhecimentos nesses mesmos grupos?
- Q₁₄** – Quais as competências de pensamento dos alunos, para o tema Energia e trabalho de uma força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam essas competências nesses mesmos grupos?
- Q₁₅** – Quais as competências dos alunos em termos de processos de investigação, para o tema Energia e trabalho de uma força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam essas competências nesses mesmos grupos?
- Q₁₆** – Quais os conhecimentos dos alunos acerca das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente, para o tema Energia e trabalho de uma força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam esses conhecimentos nesses mesmos grupos?

Mostrar-se-á neste capítulo todos os procedimentos considerados necessários pelo investigador para obter resultados que lhe permita responder às questões anteriores.

3.2- INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO

A concepção dos instrumentos de observação partiu da necessidade de, a partir do modelo teórico de análise e das questões de investigação, estudar as diferentes variáveis e compará-las nos grupos experimental e de controlo.

Cada uma das variáveis contempladas no estudo possuía uma natureza particular que conduziu o investigador à escolha do instrumento de observação que se afigurasse o mais adequado ao estudo dessa variável ou de uma das relações entre variáveis equacionadas nas questões de investigação.

3.2.1- Articulação entre as Questões de investigação e os Instrumentos de Observação

Destinando-se os instrumentos de observação a observar a realidade educativa em que a problemática deste trabalho se insere de forma a responder às questões de investigação, é de toda a importância evidenciar a correspondência considerada pelo investigador como existente entre cada um dos instrumentos de observação e as questões de investigação.

Quadro 14 - Relação entre cada instrumento de observação e as questões de investigação

INSTRUMENTO DE OBSERVAÇÃO	QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO A QUE PRETENDE RESPONDER
Questionário sobre percepções do aluno	Q ₁ a Q ₈
Grelha de observação de aulas de resolução de problemas	Q ₉ a Q ₁₂
Questionário sobre literacia científica dos alunos	Q ₁₃ a Q ₁₆

À questão geral da investigação, procurar-se-á responder a partir das respostas às sub-questões, Q₁ a Q₁₆, a partir dela definidas.

3.2.2- Questionário das Percepções dos Alunos

O questionário foi construído tendo por base, em termos de estrutura, tipo de questões e conteúdo de alguns dos itens, dois questionários já existentes, nomeadamente, um questionário visando práticas de auto-avaliação das escolas em diferentes domínios intitulado *Guidelines for Self-Assessment*, publicado em 1987 pela *National Science Teachers Association* (NSTA) e um segundo questionário, da autoria de Fonseca et al (2001), visando conhecer as opiniões dos professores de Biologia/Física quanto às necessidades e preocupações nas suas práticas de ensino.

O questionário é composto por 77 itens, constituídos por afirmações para as quais se solicita ao aluno que expresse a sua opinião, assinalando-a com uma cruz, relativamente a duas vertentes, grau de desejabilidade e grau de consecução. Cada item assume a forma de duas questões de posicionamento, uma para cada uma das vertentes, graduadas de 1 a 5, do tipo de escala de Likert.

Com o grau de desejabilidade pretende-se conhecer, de acordo com a percepção do aluno, até que ponto considera importante, em termos de expectativa, o aspecto focado na afirmação quando resolve problemas em aulas de Física. Com o grau de consecução pretende-se conhecer, já não expectativas, mas antes pelo contrário a opinião do aluno acerca do maior ou menor grau com que esse aspecto foi conseguido nas actividades de resolução de problemas que efectivamente desenvolveu nas aulas de Física.

De acordo com a escala de resposta considerada, atribui-se ao valor 1 o mínimo quer no aspecto de desejabilidade quer no de consecução. Ao valor 5 corresponde o máximo para esses mesmos aspectos.

Os 77 itens do questionário agrupam-se nas quatro escalas que a seguir se indicam:

1. Natureza dos problemas abordados;
2. Acções desenvolvidas pelos alunos na actividade;
3. Relações interpessoais, professor-aluno e aluno-aluno, durante a realização da actividade;
4. Condições da escola associadas à actividade.

Na construção deste instrumento, tal como de todos os outros instrumentos de observação que fazem parte da investigação, procurou-se compatibilizá-los o mais possível, enquadrando-os nas dimensões da literacia científica definidas no modelo teórico de análise

Desta forma, no que se refere a este instrumento, os itens pertencentes a cada uma das quatro escalas anteriores estão relacionados, ou com uma das quatro dimensões consideradas para a variável Literacia Científica dos alunos ou são, relativamente a elas, transdimensionais. A articulação entre cada escala do questionário e a dimensão da literacia científica é clarificada através do seguinte quadro, onde se indicam os itens do questionário através dos quais a articulação se efectua:

Quadro 15 - Articulação entre os itens do questionário e a dimensão de literacia científica

Natureza dos Problemas	Dimensão da Literacia Científica			
	Conhecimentos científicos de Física	Ciência como forma de pensar e conhecer	Ciência como forma de investigação	Interacções C/T/S/A
Itens	1.13, 1.14, 1.15, 1.21	1.2, 1.9, 1.10, 1.11, 1.16,	1.3, 1.12, 1.17, 1.22	1.1, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.18, 1.19, 1.20
Acções desenvolvidas pelos alunos				
Itens	2.17, 2.23, 2.30, 2.34	2.2, 2.5, 2.6, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.15, 2.20, 2.21, 2.25, 2.28, 2.29, 2.31, 2.36, 2.37, 2.38, 2.40	2.1, 2.3, 2.13, 2.14, 2.16, 2.18, 2.19, 2.22, 2.24, 2.26, 2.27, 2.35, 2.39	2.4, 2.7, 2.8, 2.32, 2.33

As terceira e quarta escalas do questionário, respectivamente, Relações interpessoais durante realização da actividade e Condições da escola associadas à actividade, são constituídas por itens incidindo sobre aspectos das instalações e equipamentos da escola ou das relações professor-aluno e aluno-aluno podem, eventualmente, influenciar e condicionar as dimensões consideradas para a literacia científica. Tais características são englobadas no que se designou por Condições transdimensionais à promoção da literacia científica. O seguinte quadro apresenta a classificação dos itens considerados na terceira e quarta escalas do questionário:

Quadro 16 - Classificação dos itens nas condições transdimensionais

	Condições transdimensionais para a promoção da literacia científica	
	Relação professor-aluno e aluno-aluno	Condições (Instalações / equipamentos)
Itens	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8

Desta forma o aluno, ao responder ao questionário, fornecerá informações ao investigador do que, para cada umas das quatro escalas, considera desejável e conseguido tendo em vista a promoção da literacia científica.

De seguida procede-se a uma análise mais pormenorizada de cada uma das quatro escalas. Um exemplar do questionário pode ser consultado no Anexo II.

3.2.2.1- Natureza dos Problemas

A primeira escala, Natureza dos problemas, é constituída por 22 afirmações- itens 1.1 a 1.22 no questionário. Com estes itens procura-se conhecer o posicionamento dos alunos nos graus de desejabilidade e de consecução relativamente a características dos problemas a abordar em aulas do 10º ano de Física, no tema considerado nesta investigação.

Estas características são emergentes do que no capítulo II foi discutido de forma a caracterizar uma nova metodologia, distinta da tradicional, de ensino das Ciências através da resolução de problemas com novos, e mais ambiciosos, objectivos educacionais.

Consideram-se nas afirmações, características de problemas ou de exercícios para que através das respostas dos alunos seja possível, ao nível das suas percepções, caracterizar *o que os alunos esperam dos problemas de Física*, grau de desejabilidade, e *o que acham dos que resolveram nas aulas de Física*, através do grau de consecução.

Nesta escala do questionário focam-se os seguintes aspectos:

- Interesse do problema para o aluno;
- Actualidade dos problemas;
- Relação entre o problema e um ou mais aspectos da interface Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente;
- Diversidade e modalidades de formas de resolução possíveis;
- Relação com aspectos do “*trabalho dos cientistas*”;
- Utilidade para a tomada de decisões no dia a dia;
- Natureza das capacidades que, pela sua resolução, são desenvolvidas;

Com a análise das respostas caracterizar-se-ão as percepções dos alunos acerca da natureza dos problemas, nas vertentes de desejabilidade e de consecução nos dois grupos. Esta caracterização ocorrerá para cada grupo, controlo e experimental, para cada uma das dimensões da literacia científica.

Será ainda possível comparar as respostas dadas quanto à natureza dos problemas nos dois grupos, experimental e controlo, e desta forma responder às questões de investigação Q₁ e Q₅.

3.2.2.2- Acções desenvolvidas pelos Alunos nas Actividades de Resolução de Problemas

A segunda escala no questionário, Acções desenvolvidas pelos alunos na actividade, é constituída por 40 afirmações - itens 2.1 a 2.40 no questionário (Anexo II). Com estes itens procura-se caracterizar as percepções dos alunos, nas duas vertentes, acerca das suas acções durante a actividade de resolução de problemas. Através das suas respostas poder-se-á caracterizar o que o aluno *acha que devia fazer*, vertente de desejabilidade, e *o que ele*, face ao tipo de problema e contexto em sala de aula, *pensa ter feito*.

Sob a designação geral de Acções do Aluno surgem, entre outras consideradas importantes para a investigação, as acções dos alunos reveladoras de níveis elevados de envolvimento metacognitivo nas actividades, identificadas pela designação de Boas condutas de aprendizagem, pelos autores do projecto PEEL (consultar capítulo II).

Incluíram-se ainda afirmações referentes a acções dos alunos desejáveis quando se resolvem, de uma forma alternativa à tradicional, problemas em aulas de Física. Estas acções são consensuais para muitos autores, nomeadamente, Polya (1975), Gil Pérez & Torregrosa (1983), Neto (1998), Lopes (1994) e Pozo (1996). Tratando-se de autores com uma visão inovadora acerca do papel e interesse da resolução de problemas no ensino da Ciência, os seus trabalhos apontam muito mais na complementaridade do que na oposição, retomando cada um muitas das características já defendidas pelos outros. A inclusão neste instrumento, de acções dos alunos associadas a um forte envolvimento metacognitivo nas actividades de resolução de problemas possibilitará caracterizar e comparar, de acordo com os objectivos da investigação, as percepções dos alunos quanto às suas acções nas actividades de resolução de problemas nas duas metodologias implementadas.

Com o posicionamento dos alunos em termos do grau, para as duas vertentes, constitui objectivo do investigador caracterizar as percepções dos alunos acerca das suas acções durante as actividades. Esta caracterização ocorrerá para a metodologia tradicional e para a nova metodologia através da análise separada dos dados obtidos pela aplicação do questionário às duas turmas envolvidas no estudo, grupos de controlo e experimental. Será ainda objectivo comparar entre grupos as percepções anteriores para responder às questões de investigação Q₂ e Q₆.

3.2.2.3- Relações interpessoais durante a actividade

A terceira escala no questionário é constituída por afirmações referentes à relação educativa existente durante as actividades de resolução de problemas. As afirmações incidem sobre a relação professor-aluno e aluno-aluno. Estas afirmações correspondem, no questionário, aos itens 3.1 a 3.8.

Abordam-se nesta escala os seguintes aspectos:

- Atitudes do professor;
- Natureza do “clima de aula”;
- Relações professor-aluno e aluno-aluno;

Considera-se na investigação que a relação que se estabelece entre os intervenientes do processo de ensino aprendizagem, respectivamente professor e alunos desempenha um papel determinante no sucesso, em termos educativos, da implementação de estratégias de ensino por resolução de problemas.

Os itens considerados no questionário relacionam-se com aspectos da relação educativa, transversais às dimensões da literacia científica que, de acordo com o modelo de investigação, são potencialmente promotoras, à aquisição dos alunos de níveis superiores de literacia científica.

São objectivos dos itens desta escala a recolha de dados que permita:

1. Caracterizar os grupos, controlo e experimental, no que se refere às suas percepções, nas vertentes de desejabilidade e consecução, relativamente a aspectos das relações interpessoais durante as aulas de resolução de problemas.
2. Comparar os grupos controlo e experimental, no que refere às suas percepções, nas vertentes de desejabilidade e consecução, relativamente a aspectos das relações interpessoais durante as aulas de resolução de problemas.

A análise das respostas dadas a estes itens permitirá responder às questões Q₃ e Q₇.

3.2.2.4- Condições da escola associadas à actividade

A escala no questionário que se refere às condições da escola para o desenvolvimento das actividades de resolução de problemas em aulas de Física do 10º ano é constituída por 8 afirmações relativamente às quais, se solicita ao aluno que se posicione, de acordo com as suas percepções e para as duas vertentes, respectivamente, de desejabilidade e consecução.

Estas afirmações correspondem aos itens 4.1 a 4.8 do questionário. As afirmações referem-se quer a condições físicas da escola, por exemplo salas, laboratórios e biblioteca,

quer a recursos, por exemplo equipamentos informáticos e experimentais ou ao nível do conteúdo documental da biblioteca. Os itens foram seleccionados pelo facto de se referirem a condições potencialmente promotoras da aquisição de níveis superiores de literacia científica dos alunos em aulas de resolução de problemas de Física. A título de exemplo, na metodologia inovadora de resolução de problemas exploram-se actividades investigativas, experimentais e/ou de pesquisa documental, estas estão, naturalmente, dependentes de condições objectivas da escola. Entre essas condições podem-se referir: biblioteca escolar bem apetrechada, laboratórios com o mínimo de equipamento exigível, acesso fácil à Internet, etc.

De notar que apesar de ser a escola a mesma para os dois grupos, as respostas dos alunos, em particular para o grau de consecução, serão, previsivelmente, distintas pela diferente exploração que os dois modelos de resolução de problemas fazem das condições acentuadas no questionário. A título de exemplo, os recursos da escola de acesso à internet são iguais para os dois grupos mas a utilização efectiva que deles fazem é extremamente condicionada pelas metodologias e estratégias do professor.

As respostas dos alunos aos itens desta secção do questionário, grupos controlo e experimental, possibilitarão ao investigador obter resposta às questões de investigação Q₄ e Q₈.

3.2.2.5- Validade e Fidelidade do Instrumento

A análise do instrumento, Questionário acerca das Percepções do Aluno, com vista à sua validação, seguiu a seguinte metodologia:

1. O questionário foi entregue a cinco professores do ensino secundário, a um professor universitário, especialista em Didáctica das Ciências, e a um professor universitário especialista em Pedagogia e Sociologia de Educação para que o analisassem nos aspectos:
 - Adequação dos itens do questionário face aos seus objectivos;
 - Inteligibilidade, clareza, dos itens de acordo com os objectivos do questionário e nível etário dos respondentes;
 - Dificuldade de resposta;
 - Extensão;
2. Teste piloto do instrumento através da aplicação do questionário, no final do ano lectivo de 2001/2002, a um grupo de alunos de 2 turmas do 10º ano de escolaridade da área Científico Natural. O teste piloto destinou-se à obtenção de dados pelo investigador acerca dos aspectos referidos no ponto anterior no que se refere aos alunos. Os dados serviram ainda para a análise da fidelidade do instrumento. Com a aplicação do teste a esta primeira amostra não se pretendeu analisar os dados das respostas aos itens com vista a estudar a caracterização das percepções dos alunos.
3. Aplicação do questionário, em Novembro de 2002, a duas turmas do 10º ano de escolaridade da área Científico Natural, grupos controlo e experimental da investigação.

Aplicou-se o questionário aos dois grupos, após terem sido implementadas nas duas turmas as duas metodologias de resolução de problemas cujos efeitos na literacia científica dos alunos a investigação procura conhecer. As respostas dos alunos visam a obtenção de dados pelo investigador acerca das duas metodologias caracterização das percepções dos alunos, e comparação dessas percepções nos dois grupos.

No primeiro momento ocorreu a análise do instrumento nos aspectos de conteúdo e forma. Dos elementos recolhidos pelo investigador, críticas e sugestões, resultou quer a inclusão quer a exclusão de itens, a melhoria de itens através da sua reformulação e, alterações na estrutura do questionário e sequência dos itens visando uma melhor organização do questionário.

No segundo momento, teste piloto do instrumento, o questionário foi aplicado no final do ano lectivo de 2001/2002 a duas turmas de 10º ano, 46 alunos, da área de estudos Científico Natural. O investigador, que não era professor das turmas, compareceu nas aulas em que o questionário foi pilotado e esclareceu alguns aspectos do questionário, tais como:

- Objectivos;
- Confidencialidade das respostas;
- Estrutura do questionário, quanto a tipo de itens, significado dos aspectos Desejável e Conseguído, forma de resposta;

Esta explicação baseou-se nas informações que, na folha de rosto do questionário, são prestadas. O questionário foi respondido em aulas de um tempo lectivo. No final do questionário o investigador trocou impressões com as turmas procurando obter

informações adicionais acerca de aspectos particulares como sejam: extensão do questionário e dificuldades sentidas nas respostas.

De acordo com as opiniões dos alunos o tempo dado para a sua resposta, um tempo lectivo, foi adequado. Consideraram o questionário extenso, “*com muitas perguntas*”, revelaram alguma impaciência com o tempo que demoraram a responder. Contudo reconheceram que essa impaciência se devia, essencialmente, ao facto de, tratando-se da penúltima aula da disciplina, não se encontrarem, nas suas palavras, “*mentalmente preparados para aquilo*”.

Como dificuldades sentidas na resposta referiram, apesar das explicações dadas, possuir alguma dificuldade em distinguir o que se pretendia com cada uma das duas vertentes, desejabilidade e consecução.

Os dados recolhidos foram tratados em termos do estudo, programa SPSS versão 10.0, da correlação existente entre os itens incluídos em cada uma das quatro secções do questionário. Para os itens das secções, Natureza dos Problemas e Acções desenvolvidas pelos Alunos, estudaram-se também as suas correlações em cada uma das quatro dimensões da literacia científica consideradas.

Consideraram-se susceptíveis de serem excluídos do questionário itens, cujos valores do coeficiente de correlação de Pearson fossem inferiores a 0,4 em relação a vários dos outros itens da mesma secção/dimensão.

Os coeficientes de correlação de Pearson relativos aos itens não evidenciaram para qualquer das secções, e dimensões, itens para os quais o coeficiente de correlação, relativo aos outros itens, fosse inferior a 0,4. De acordo com estes resultados decidiu-se não eliminar nenhum dos itens.

Para evitar má interpretação de parte dos alunos considera-se imprescindível, quando o questionário for aplicado nos grupos controlo e experimental, insistir nas

explicações prévias aos alunos exemplificando para um ou mais itens o significado de várias possibilidades de resposta nos graus de desejabilidade e consecução. Nestas possibilidades deverá incluir-se a análise e discussão do significado da resposta a um item em que seja atribuído maior grau à consecução que à desejabilidade.

De seguida os dados foram estudados estatisticamente de forma a estudar a consistência interna do questionário verificando-se se os itens considerados numa mesma secção/dimensão estão efectivamente todos a medir as características que lhe são subjacentes.

Analisaram-se apenas as respostas dadas pelos alunos no grau de desejabilidade já que as referentes ao grau de consecução são mais úteis na comparação de diferentes estratégias de ensino.

O seguinte quadro indica para cada uma das escalas do questionário o número de itens que no questionário lhe correspondem e o valor do coeficiente α obtido.

Quadro 17 - Relação número de itens/valor do coeficiente α obtido em cada uma das secções consideradas

Secção	Número de itens	Valor de α
1- Natureza dos Problemas	20	0,93
2- Acções desenvolvidas pelos Alunos	40	0,96
3- Relações Interpessoais	7	0,90
4- Condições da Escola	8	0,90

Verificou-se que o valor de α foi para qualquer das escalas superior a 0,8, na literatura considera-se que valores de $\alpha \geq 0,8$ indiciam uma elevada consistência interna

entre itens, pelo que os itens considerados em cada uma das escalas do questionário aparentam estar a medir efectivamente características dessa escala.

De seguida analisar-se-á para os aspectos, Natureza dos Problemas e Acções desenvolvidas pelos Alunos, os itens classificados em cada uma das dimensões da literacia científica.

1- Natureza dos Problemas

Quadro 18 - Relação número de itens/valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas

Dimensão da Literacia Científica	Número de itens	Valor de α
1.1- C C F	3	0,63
1.2- C F P C	5	0,67
1.3- C F I	3	0,63
1.4- C T S A	9	0,89

Dado o pequeno número de itens do questionário relacionados com as dimensões de literacia científica 1.1, 1.2, 1.3 os valores encontrados para o coeficiente α para essas dimensões, superiores a 0.6, indiciavam ainda uma boa correlação entre os itens de cada uma das dimensões. No entanto decidiu-se estudar o efeito no valor de α se o número de itens de cada uma das dimensões, paralelos aos existentes, aumentasse, por exemplo, para o dobro.

Com esse objectivo utilizou-se a expressão de Spearman-Brown (Allen & Yen, 1979):

$$r_{SB} = \frac{nr_{1,2}}{1 + (n-1)r_{1,2}}$$

Sendo:

r_{SB} – fidelidade da escala se o número de itens fosse aumentado por um factor n

r_{12} – fidelidade observada numa escala sumativa

n – factor de aumento (não o número de itens)

A aplicação da expressão anterior permitiu a previsão no valor de α , da duplicação do número de itens, para as três dimensões (escalas) referidas anteriormente. O seguinte quadro indica o valor de α previsto para cada uma das dimensões duplicando-se o número de itens:

Quadro 19 - Relação número de itens/valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas

Dimensão da Literacia Científica	Número de itens (duplicação do nº de itens do instrumento)	Valor previsto de α
1.1- C C F	6	0,77
1.2- C F P C	10	0,82
1.3- C F I	6	0,77

Verificou-se que o aumento apenas de, respectivamente, três ou cinco itens consoante a dimensão, com correlação idêntica aos outros conduzia ao aumento de α , para um valor igual ou superior a 0,8.

2- Acções desenvolvidas pelos alunos

Quadro 20 – Relação número de itens/valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas

Dimensão da Literacia Científica	Número de itens	Valor de α
2.1- C C F	4	0,74
2.2- C F P C	18	0,93
2.3- C F I	13	0,91
2.4- C T S A	5	0,60

Tal como para a secção anterior do questionário estudou-se o efeito da duplicação, face aos existentes no instrumento, do número de itens para as dimensões 2.1 e 2.4., que apresentavam menor valor de α . O quadro seguinte indica os respectivos valores previstos de α :

Quadro 21 - Relação número de itens/valor do coeficiente α obtido em cada uma das dimensões consideradas

Dimensão da Literacia Científica	Número de itens (duplicação do nº de itens do instrumento)	Valor previsto de α
2.1- C C F	8	0,85
2.4- C T S A	10	0,75

Também neste caso o valor de α aumentou para valores reveladores de uma boa consistência interna entre os itens considerados em cada uma das dimensões.

A análise do coeficiente α calculado quer directamente a partir das respostas dadas aos itens existentes no questionário ou através da extrapolação estatística para a

consideração de um maior número de itens no caso de algumas dimensões permitiu, em termos da investigação, concluir que:

- De uma forma global para as secções do instrumento referentes à Natureza dos Problemas e às Acções desenvolvidas pelos Alunos, existe uma correlação elevada entre os itens de cada uma das dimensões de literacia científica;
- No caso das dimensões cujo conjunto de itens apresenta menor valor do coeficiente α , os seus novos valores por duplicação de itens paralelos indicam que o valor mais baixo de α apenas se deve ao pequeno número de itens nessas escalas e não à falta de consistência interna entre eles;

Dadas as constatações anteriores e atendendo a alguma extensão do instrumento foi decisão do investigador não aumentar o número de itens nas secções/dimensões anteriores.

O instrumento revela uma boa fidelidade que é traduzida pela consistência interna que possui para cada uma das secções e dimensões.

3.2.3- Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física

De acordo com o *design* da investigação importa caracterizar as diferentes estratégias de resolução de problemas cujos efeitos nas acções dos alunos e, posteriormente, na literacia científica se pretende testar.

Essa caracterização ocorre através da análise dos dados obtidos por dois dos instrumentos de observação, respectivamente, o Questionário acerca das Percepções dos Alunos e a Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas.

Enquanto que o primeiro instrumento possibilita informações de acordo com as percepções dos alunos, em particular através das respostas na vertente de consecução, acerca do tipo de aula e estratégias seguidas, o segundo visa, através da observação directa das aulas, obter informação complementar que possibilite caracterizar e, posteriormente diferenciar, a perspectiva tradicional, grupo controlo, e a perspectiva inovadora, no grupo experimental.

O instrumento de observação, consultar Anexo III, consiste numa grelha com 16 itens a observar.

Alguns itens, 7, 8 e 9, são medidos através do posicionamento expresso pelos observadores, de acordo com a escala considerada, relativamente ao grau de concordância ou de discordância com cada uma das características observáveis testadas pelos itens. Estes itens envolvem os seguintes aspectos: existência de dados numéricos iniciais nos problemas e modalidade da actividade de RP desenvolvida nas aulas.

Para a observação relativa a estes itens utiliza-se a escala de Likert, 1 a 5, em que o valor 1 corresponde a *nunca* e o 5 a *sempre* relativamente às ocorrências na sala de aula da característica testada pelo item.

Outros itens, 3,4,5 e 6, referentes à caracterização dos problemas resolvidos nas aulas de Física, visam a sua classificação pelo observador quanto a diferentes parâmetros, como sejam, grau de abertura, natureza curricular, estruturação, relação com aspectos C/T/S/A.

Esta classificação consiste na atribuição de um valor numérico para cada problema/alínea, em cada um dos parâmetros anteriores de acordo com a chave numérica existente no instrumento para cada um dos parâmetros observados.

Existem ainda itens de observação, 1.1, 1.2, 2.1 e 2.2, que solicitam ao observador que assinale de acordo com as opções existentes, os seguintes aspectos: momento, na unidade/subunidade e no espaço temporal, em que os problemas são resolvidos, proponente dos problemas e forma como são enunciados.

O instrumento, inicia-se pela caracterização do momento da observação em termos de: data, turma, nº da aula, posicionamento dentro da unidade/sub-unidade, tema e duração temporal. O corpo principal do instrumento encontra-se dividido em duas grandes secções, A e B, designadas, respectivamente, por Problemas Colocados e Natureza das Actividades de Resolução de Problemas.

Procede-se de seguida a uma análise mais pormenorizada das duas secções que compõem a Grelha.

3.2.3.1- Natureza e Abordagem dos Problemas

A primeira secção do questionário é constituída por nove itens de resposta onde se procura observar e, assim, caracterizar diferentes aspectos das aulas de resolução de problemas nas duas metodologias que na investigação se implementam.

Consideram-se aspectos na grelha que, de acordo com a literatura, sobre literacia científica e resolução de problemas em Física, são considerados relevantes e permitem diferenciar, no que se refere à natureza dos problemas, a nova abordagem à resolução de problema promotora de níveis superiores de literacia científica, da tradicional que, maioritariamente, continua a praticar-se nas nossas escolas em que a promoção da literacia científica não é um seu objectivo. Procurou-se ainda articular os aspectos a observar nas aulas com as dimensões consideradas no modelo teórico de análise para a literacia científica.

O seguinte quadro pretende ilustrar os aspectos sobre os quais incidem os itens de resposta desta secção e que itens os pretendem observar e, dessa forma, medir.

Quadro 22 – Relação entre o aspecto e os itens de observação

Aspecto	Itens de observação na grelha
Momento em que os problemas são abordados (aula e unidade)	1.1 e 1.2
Apresentação dos problemas (proponente e forma)	2.1 e 2.2
Grau de abertura dos problemas	3
Grau de natureza curricular dos problemas	4

Os itens do instrumento referentes aos graus de: abertura, carácter curricular, estruturação, existência ou não de dados numéricos e relação com questões C/T/S/A dos problemas foram construídos a partir de Lopes (1994).

Para cada um dos itens, ou nalguns casos para grupos de itens relacionados, foi dada ainda a possibilidade aos observadores de registarem, sempre que achassem conveniente, comentários acerca de aspectos particulares observados. Esta possibilidade revelou-se muito útil durante as observações efectuadas pois sendo normalmente abordados, por tempo lectivo, 1-3 problemas/exercícios, existiam por vezes diferenças entre eles que diferenciavam a observação para um mesmo item.

A análise dos registos das observações de aulas, dos grupos experimental e controlo, correspondentes aos itens desta secção da grelha permitirão ao investigador caracterizar e comparar as duas metodologias de resolução de problemas no que se refere aos aspectos indicados no quadro anterior.

A análise das observações possibilitará ao investigador obter resposta às questões de investigação Q₉, Q₁₀, Q₁₁.

3.2.3.2- Natureza das Actividades de Resolução de Problemas

A segunda secção do instrumento é constituída por 7 itens através dos quais se pretende observar aspectos particulares das aulas de resolução de problemas. Os aspectos a observar pretendem constituir elementos que sendo observados, presumivelmente, em graus diferentes nas aulas dos dois grupos permitam caracterizar e diferenciar, relativamente a esses mesmos aspectos, as duas metodologias implementadas nas aulas.

As acções a observar são as que emergem dos trabalhos e estudos, referidos na revisão da literatura, visando novas abordagens, com novos objectivos, à resolução de problemas em aulas de Física. Como principais contribuições para os itens da 2ª secção da grelha destacam-se os seguintes autores Martin *et al* (1990), Lopes (1994), Gouveia (1996), Pozo (1996), Neto (1998) e Gil *et al* (1999).

Constituindo a investigação, em última instância, na verificação, ou não, da relação de causa efeito entre as variáveis - Estratégia de Resolução de Problemas em Física e Nível de literacia científica adquirido pelos alunos - a caracterização da primeira através da observação directa de aulas é fundamental.

A Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física pretende, justamente, recolher dados que, para a primeira das variáveis anteriores, a caracterize nas aulas dos dois grupos para que as diferenças, esperadas pelo investigador, nos níveis de literacia científica dos alunos dos dois grupos, controlo e experimental, possam ser atribuídos às diferenças entre as estratégias de resolução de problemas implementadas.

O observador registará na escala de 1 a 5, caracterizada anteriormente, para a acção do professor testada pelo item, a frequência com que essa acção ocorreu durante a observação.

Tal como tinha ocorrido para os itens da 1ª secção da grelha foi dada a possibilidade aos observadores de registarem comentários relativos a esses itens quando desejassem. A análise dos registos das observações de aulas, dos grupos experimental e controlo, correspondentes aos itens desta secção da grelha permitirão ao investigador caracterizar e comparar as duas metodologias de resolução de problemas no que se refere aos aspectos das actividades de resolução desenvolvidas.

A análise das observações possibilitará ao investigador obter resposta à questão de investigação Q₁₂.

3.2.3.3- Validade e Fidelidade do Instrumento

A validação do instrumento de observação de aulas, grelha, ocorreu através da análise a que foi sujeita a sua versão original por um grupo de peritos de entre os quais fizeram parte educadores em ciência e professores do Ensino Secundário, nomeadamente, os dois observadores e o professor das turmas envolvidas na investigação.

Para o caso destes últimos, houve ainda uma reunião para discussão conjunta acerca do instrumento. Esta discussão iniciou-se pela descrição, pelo investigador, de todo o instrumento, indicando-se objectivos e exemplos práticos para todos os itens de observação da grelha. Posteriormente, foi sugerido aos professores, que reflectissem, para cada um dos itens da grelha, nos seguintes aspectos:

1. Inteligibilidade do item de observação, isto é, até que ponto era claro o que relativamente à aula deveria ser observado para aquele item;
2. Dificuldade que o item de observação colocava ao observador numa situação de aula;
3. Dificuldade no registo da observação do item através do preenchimento no impresso da grelha de observação;

Discutiram-se ainda os seguintes aspectos relativos à grelha de observação:

4. Exequibilidade, viabilidade, de numa aula de um tempo lectivo, de se observarem todos os aspectos incluídos na grelha;
5. Capacidade das observações efectuadas e registadas a partir da grelha, para, de acordo com a investigação, possibilitarem uma boa caracterização das actividades de resolução de problemas em aulas de Física;
6. Pertinência dos itens de observação da grelha de forma a evidenciarem diferenças mensuráveis em aulas numa perspectiva tradicional, face a aulas de acordo com novos modelos para a resolução de problemas como estratégia de ensino.

Como resultado da discussão acerca do instrumento de acordo com os pontos anteriores, destacam-se os seguintes aspectos:

Relativamente ao ponto 1;

- Clarificação, através de diferentes enunciados de problemas, do que se pretendia com os itens números 3, 4 e 5.

Relativamente ao ponto 2:

- Não se colocaram problemas, após as explicações e exemplos dados, para os itens números 3,4 e 5.

Relativamente ao ponto 3:

- Não foram referidas quaisquer dificuldades.

Relativamente ao ponto 4:

- Foi considerado viável dado que uma parte significativa dos itens da grelha, referindo-se a aspectos específicos dos problemas, podiam ser observados antes ou depois da aula, desde que se consultassem esses mesmos problemas.
- Na aula o observador deveria concentrar-se nos outros itens o que, na opinião destes professores, se afigurava realizável.

Relativamente ao ponto 5:

- A grelha foi considerada, pela multiplicidade de aspectos que foca, bastante completa face à realidade que pretende observar
- Pelas razões anteriores os professores consideraram o instrumento capaz de fornecer elementos para uma caracterização bastante detalhada das actividades de resolução de problemas desenvolvidas.
- Não foram efectuadas, mesmo por solicitação do investigador, nenhuma sugestões de itens a acrescentar.

Relativamente ao ponto 6:

- Foram identificados, pelos professores, um número significativo de itens associados a aspectos que, na sua opinião, não são tradicionalmente explorados nas actividades convencionais de resolução de problemas na sala de aula.

- Consideraram que o instrumento de observação grelha permite encontrar diferenças consideráveis entre a resolução de problemas clássica e novas metodologias desde que estas últimas explorem aqueles aspectos.

Pelas conclusões anteriores considerou-se o instrumento validado, quanto ao seu conteúdo e estrutura. Quanto à sua análise em termos de fidelidade entre observações, num mesmo contexto, por diferentes observadores descreve-se, de seguida, o processo seguido pelo investigador.

A fidelidade do instrumento, Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física, foi estudada através da análise da consistência entre as observações, em aulas de resolução de problemas, por diferentes observadores. Os observadores participantes foram, além do investigador, dois professores da escola que se disponibilizaram a participar nas observações das aulas. Dado que a disponibilidade de cada um para esta participação foi assumida para 6 aulas foi a partir desta realidade que o estudo da fidelidade do instrumento ocorreu.

Calendarizaram-se quer um momento para aferição de critérios de observação quer as aulas a observar em cada uma das turmas, grupos experimental e controlo. Esta calendarização ocorreu por negociação entre os observadores e o professor-implementador para que os momentos de observação correspondessem a aulas de resolução de problemas. Relativamente ao primeiro momento foram discutidos diversos problemas, distintos dos estudos, para que se aferissem critérios de observação.

Quanto às observações, foram assistidas no total, para as duas turmas, 12 aulas envolvendo actividades de resolução de problemas de física. Este número de aulas observadas dividiu-se em 6 aulas cada um dos grupos participantes na investigação. Cada aula foi observada por dois observadores, o investigador e um dos dois professores-

observadores. Condicionismos, quer do horário dos observadores e investigador e da planificação das actividades inviabilizaram a observação de aulas por todos simultaneamente.

O quadro seguinte descreve as participações do investigador, INV, e dos dois professores-observadores, O₁ e O₂, nas aulas observadas de resolução de problemas.

Quadro 23- Participação nas aulas pelos Observadores

OBSERVADORES	GRUPO EXPERIMENTAL (TURMA B)	GRUPO CONTROLO (TURMA C)
O ₁ e Inv	3 Aulas	3 Aulas
O ₂ e Inv	3 Aulas	3 Aulas

Após cada conjunto de três observações, o investigador reuniu-se em separado com cada um dos professores-observadores e confrontaram-se para cada uma das aulas as observações quer da natureza dos problemas quer dos outros aspectos a observar nas actividades de RP desenvolvidas.

Indicam-se a seguir as principais conclusões das análises aos registos das observações das aulas para as duas metodologias de RP em aulas de Física:

- Verificou-se uma elevada unanimidade entre os registos das observações das aulas efectuadas pelo investigador e observador, quer para os itens da grelha que caracterizavam os problemas quer para os que caracterizavam aspectos particulares das própria actividades de RP;
- Nos itens números 3,4,5 e 6 as discrepâncias ocorridas entre observações relativas a problemas/exercícios foram as mínimas possíveis, diferença de 1 unidade, na apreciação global que se pretendia. Salienta-se que, para qualquer destes itens foi

seguida, no registo da observação; uma chave numérica em cada uma das características a analisar;

- Para os outros itens de observação cujo registo ocorria através do posicionamento do observador em escalas do tipo Likert também se verificaram apenas pequenas discrepâncias associadas, maioritariamente, à diferença de 1 unidade na escala;

Face à consistência de observações nos dois grupos que o instrumento permitiu, considerou-se que o instrumento construído possuía uma boa fidelidade.

Salienta-se, no entanto, que de acordo com a investigação a desenvolver o instrumento destina-se a ser utilizado apenas por um investigador. De registar ainda que os observadores não referiram, ao investigador, dificuldades na utilização do instrumento.

Detectou-se, numa primeira análise, das observações diferenças nítidas entre as aulas nos grupos controlo e experimental. Detectar diferenças nas aulas dos dois grupos, quer sobre as características dos problemas quer sobre outros aspectos das actividades de resolução dos problemas, era um dos objectivos das observações pelo que os itens de observação do instrumento mostraram-se adequados de acordo com os seus objectivos.

3.2.4 - Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica

Trata-se de um instrumento de observação concebido para possibilitar a recolha de dados relativos aos conhecimentos dos alunos, dos grupos controlo e experimental, nas diferentes dimensões de literacia científica consideradas no estudo. Estes dados serão tratados de forma a constituírem uma medida do nível de literacia científica dos alunos que permita, quer a caracterização de cada um dos grupos, quer a comparação entre grupos desses mesmos níveis de literacia científica adquiridos pelos alunos.

3.2.4.1 – Construção e Descrição do Instrumento

O instrumento de observação dos conhecimentos consiste num questionário constituído por questões de natureza diversificada quanto ao tipo de resposta, entre as quais, questões de sinalização, Verdadeiro/Falso, de associação, de cálculo e de desenvolvimento com diferentes graus de abertura. Um exemplar do instrumento foi incluído como Anexo IV.

As questões foram concebidas de forma a testarem os conhecimentos dos alunos relativos aos conteúdos da mini-unidade leccionada (Energia e Trabalho de uma Força) nas diferentes dimensões da literacia científica consideradas no modelo teórico de análise da investigação.

A relação dos itens do instrumento de observação de conhecimentos e as dimensões da literacia científica consideradas na investigação é indicada no seguinte quadro:

Quadro 24 – Relação entre cada dimensão e os itens do questionário

DIMENSÃO	ITENS DO QUESTIONÁRIO
Conhecimentos Científicos em Física (CCF)	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 2, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 e 9.1.
Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (CFPC)	4.1, 4.2, 7.1, 7.2, 12.1, 12.2, 13 e 14.
Ciência como Forma de Investigação (CFI)	3.1, 3.2, 3.3, 5, 6, 9.2, 9.3 e 9.4.
Interacções Ciência/Tecnologia /Sociedade/ /Ambiente (CTSA)	10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10, 10.11, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4 e 11.5.

Os itens do instrumento consistem em questões concebidas, propositadamente para o instrumento, essencialmente a partir de figuras e esquemas existentes em: manuais escolares dos 8º e 10º anos de escolaridade e, no caso da questão 3, de uma revista, QUO, de divulgação de, entre outros aspectos, temas científico-tecnológicos. As questões 13 e 14 foram adaptadas a partir de itens existentes no Inquérito à Cultura Científica dos Portugueses (OCT, 1998). No caso da questão 1 do questionário, deriva do conhecimento, de acordo com a literatura (consultar capítulo II) das concepções alternativas que os alunos manifestam relativamente aos conteúdos da mini-unidade leccionada.

A concepção de itens para o instrumento centrou-se na definição do que, para aquele tema (Energia e Trabalho de uma Força) os alunos deveriam saber e ser capazes de fazer, para que, nele, pudessem ser considerados cientificamente letrados. Desta forma as questões não se destinam a testar só os conhecimentos do aluno de conceitos e leis, mas também a sua capacidade de aplicá-los as situações concretas do seu quotidiano. Exploram-se, nos itens do instrumento, questões envolvendo situações nas interfaces CTSA de forma a testar a utilização que o aluno faz das aprendizagens das aulas na interpretação e tomada de decisões acerca dessa situações e (ou) problemas. O instrumento inclui ainda itens, questões, onde se procura testar conhecimentos, capacidades e atitudes do aluno face à Ciência. Entre elas salientam-se:

- Planear e executar experiências;
- Formular e testar hipóteses;
- Analisar e interpretar dados;
- Analisar criticamente processos e resultados.

Todos os objectivos anteriores resultam do modelo teórico de análise da investigação, no que se refere à variável dependente da investigação, Literacia Científica dos Alunos.

A análise das respostas dadas pelos alunos aos itens do instrumento, questionário, permitirá a caracterização do seu nível de literacia científica, nas quatro dimensões consideradas. A classificação, pontuação, obtida pelos alunos no somatório dos itens que se referem a cada uma das dimensões da literacia científica, quadro anterior, constituirá a medida do nível de literacia científica adquirido em cada uma das dimensões. A análise dos dados obtidos por este instrumento permitirá, de acordo com as questões de investigação, caracterizar, e comparar, os níveis de literacia científica adquiridos pelos alunos dos dois grupos nas diferentes dimensões.

O instrumento recolherá dados que após análise permitirão responder às questões de investigação Q₁₃, Q₁₄, Q₁₅, Q₁₆.

3.2.4.2 - Validade e Fidelidade do Instrumento

A análise da validade deste instrumento, de acordo com o seu papel na investigação, consistiu na sua análise por um grupo de peritos, designadamente, dois Físicos, um experimental e um teórico, dois Educadores, um especialista em ensino em Ciência e outro em Pedagogia e Sociologia da Educação, e três professores do Ensino Secundário, os dois observadores de aulas e o professor das turmas envolvidas no estudo.

A análise incidu em diferentes aspectos do instrumento, como sejam:

- Adequação dos itens, questões, ao objectivo de a partir das respostas a ele inferir informações acerca de níveis de literacia científica;
- Classificação dos itens do instrumento nas quatro dimensões de literacia científica consideradas na investigação;
- Inteligibilidade, clareza, dos itens para os respondentes;
- Dificuldade de resposta;
- Extensão.

O instrumento foi considerado adequado à caracterização e comparação dos conhecimentos dos alunos dos dois grupos numa perspectiva de literacia científica. As contribuições dos peritos para a construção do instrumento foram importantes na medida em que resultaram em alterações no conteúdo e estrutura de alguns dos seus itens, sobretudo, com o objectivo de os clarificar.

Para estudar a fidelidade do instrumento, avaliou-se a sua consistência interna através da análise do coeficiente de correlação de Pearson. Não se considerou adequado utilizar o valor alfa (α) de Cronbach dado que as escalas de resposta para cada um dos itens sendo diferentes, vão implicar também diferentes variabilidades nos itens o que faz com que a exploração do alfa (α) de Cronbach não tenha sentido. Dividiu-se o

instrumento, questionário, em duas partes, A e B, cabendo a cada uma a cotação de 50 pontos. A constituição das duas partes anteriores recorreu, de forma alternada, à totalidade dos itens do instrumento. O quadro seguinte descreve a composição de cada umas das partes.

Quadro 25 - Divisão do questionário por itens e cotações

PARTE	A	B
ITENS	1.1, 1.3, 1.5, 1.7, 3.1, 3.3, 4.2, 6, 7.2, 8.2, 8.4, 9.2, 9.4, 10.2, 10.4, 10.6, 10.8, 10.10, 11.1, 12.2, 14	1.2, 1.4, 1.6, 2, 3.2, 4.1, 5, 7.1, 8.1, 8.3, 9.1, 9.3, 10.1, 10.3, 10.5, 10.7, 10.9, 10.11, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 12.1, 13
COTAÇÃO (pontos)	50	50

O valor encontrado para o coeficiente de correlação de Pearson, $r_{A,B}$, foi de 0,929, para um nível de significância de 0,01, o que revela uma elevada consistência interna entre os itens que compõem o instrumento de observação, Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica.

3.3 - PROCEDIMENTOS DE TRABALHO DE CAMPO

Dado que o estudo pretendia, em última análise, observar os efeitos nos alunos, nos níveis de literacia científica adquiridos, através de duas metodologias de ensino envolvendo resolução de problemas, houve a necessidade de definir:

- Uma amostra física constituída pelos indivíduos que participariam nos dois grupos, controlo e experimental;
- Uma amostra teórica constituída pelo tema e conteúdo programático, em cuja leccionação seriam implementadas as duas metodologias de resolução de problemas.

3.3.1 - Amostragem Física

O estudo foi realizado com duas turmas de alunos do 10º ano de escolaridade do curso Científico Natural de uma escola do barlavento algarvio. O ano de escolaridade sobre o qual o estudo incide justifica-se pelo facto de, sendo um ano de transição entre os ensinos básico e secundário, constituir um momento crítico para os alunos quer em termos de aproveitamento quer em termos de motivação. Com efeito é ao nível do 10º ano de escolaridade que ocorre grande parte, quer de reprovações quer de abandono de estudos, sendo a disciplina de Ciências Físico-Químicas uma das que, na área científico natural, mais contribui para esse fenómeno.

A escolha da escola justificou-se por critérios de conveniência, por se tratar da escola onde o investigador lecciona, situação que se revelou uma mais valia para a investigação.

Sendo o investigador professor da escola ficaram, obviamente, facilitadas tarefas decisivas à investigação tais como:

- Constituição das turmas a participar na investigação, por forma a constituir-se uma amostra adequada ao estudo - duas turmas o mais equivalentes possível. Tendo participado o investigador no grupo de trabalho constituído na escola para constituir as turmas do ano lectivo 2002/2003, a tarefa anterior efectuou-se com maior rigor;
- Planificação conjunta, com o professor-implementador, da unidade temática seleccionada tendo em conta as duas metodologias;
- Observação de aulas nos dois grupos;
- Aplicação dos diferentes instrumentos de observação, para recolha de dados;

As turmas, amostra, sobre as quais veio a incidir o estudo foram escolhidas de entre as turmas leccionadas por um professor que se disponibilizou a implementar as duas metodologias. Como foi referido anteriormente as turmas eram equivalentes. De facto, no período de constituição de turmas, o investigador participou nesse processo, pela necessidade de formar as duas turmas, grupos de controlo e experimental, o mais equilibradas possível.

Baseando-se nas informações dos processos individuais dos alunos. Utilizaram-se como critérios para constituição das duas turmas as seguintes variáveis:

- Sexo;
- Idade dos alunos;
- Perfil sócio-económico do agregado familiar;
- Aproveitamento escolar nos anos anteriores;
- Número de repetências;

Com estes critérios construíram-se as duas turmas emparelhando-se alunos com características o mais semelhantes possível de acordo com as variáveis anteriores.

Apesar destes critérios terem-se articulado com outros a que as escolas têm de obedecer, tal como o da manutenção numa mesma turma dos alunos provenientes de uma mesma turma e/ou escola no 9º ano, as turmas formadas foram consideradas, quer pelo investigador quer pelo professor que as iria leccionar, aparentemente equilibradas e portanto, em princípio, estatisticamente comparáveis.

Houve, nesta etapa da investigação, uma preocupação acentuada com a constituição da amostra de forma a minimizar, tanto quanto possível, previsíveis efeitos nos resultados da investigação por uma qualquer característica em uma só das turmas que, não sendo controlada no estudo, viesse a influenciar as conclusões da investigação.

Pretende-se que os resultados obtidos na investigação sejam atribuíveis a aspectos associados às duas metodologias de resolução de problemas em aulas de Física e não a outras variáveis associadas ao professor ou aos alunos dos grupos de controlo e experimental.

Sendo a variável independente as estratégias de resolução de problemas e não se pretendendo estudar o efeito de outras variáveis, intrínsecas ao professor, decidiu-se que teria de ser um mesmo professor a aplicar as duas metodologias. Desta forma procurou-se reduzir, dentro do possível, a influência nos resultados da investigação de características específicas do professor não contempladas no *design* da investigação.

A escolha do professor considerou ainda que o seu perfil deveria mostrar ser capaz de, por vezes em tempos lectivos seguidos, mudar radicalmente de abordagem, da tradicional no grupo de controlo para a abordagem inovadora no grupo experimental.

Também a disponibilidade do professor para que as suas aulas fossem assistidas, por vezes por três observadores, recomendou alguma prudência ao investigador na escolha do professor-implementador.

Apesar das dificuldades a escolha veio a revelar-se, posteriormente, adequada e a colaboração do professor revelou-se decisiva para a investigação.

3.3.2 - Planificação da Mini-Unidade programática para o estudo exploratório

Dada a impossibilidade, por limitações de tempo, da investigação ocorrer ao longo de toda a componente de Física do 10º ano de escolaridade decidiu-se que o estudo deveria incidir numa unidade temática da componente de Física do programa da disciplina de Ciências Físico Químicas. O tema seleccionado foi a Unidade 1- Energia e Trabalho de uma Força, que se justifica por:

- Limitações temporais decorrentes do prazo para conclusão da investigação obrigando à implementação do trabalho de campo no início do 1º período do ano lectivo 2002/2003 e com a duração de, aproximadamente, um mês e meio;
- Riqueza potencial do tema em termos de exploração à custa da abordagem de resolução de problemas que evidenciem ligações entre os conteúdos disciplinares e a realidade do dia a dia. É ainda um tema que ilustra a utilidade prática dos conhecimentos de física dada a actualidade e mediatização da necessidade da Humanidade mudar comportamentos no que se refere à utilização quotidiana da Energia.

Essa importância é bem retratada na frase seguinte:

“Para a Ciência, a Energia é útil pela ideia da sua conservação. Ela está por detrás de qualquer lei ou modelo que pretenda interpretar o real.

Para a Tecnologia, a Energia é útil pela capacidade que tem de se transferir e de se transformar. Permite, deste modo, criar objectos que funcionem.

Para a sociedade, a Energia é indispensável. Estamos no dia a dia, dependentes de muitos objectos que, graças a ela, funcionam.

Para o Homem, a energia é vital. Sem ela nada podia fazer, mover-se, pensar ou até emocionar-se.”

(Bello et al, 1997, p.15)

A energia torna-se ainda um tema aliciante pelas dificuldades de compreensão que origina nos alunos e que são reveladas, entre outras formas, pela persistência de concepções alternativas acerca do tema e de outros temas com ela intimamente relacionados, após o seu ensino formal em aulas de Física. Esta complexidade ao nível da apropriação pelos alunos é expressa na seguinte citação:

“A energia, embora sendo algo que toda a gente sabe o que é, ao mesmo tempo é algo que não é fácil de definir.”

(Bello et al, 1997, p.15)

Os imperativos temporais e o interesse do tema anterior implicaram ainda que o investigador tenha solicitado ao Departamento de Ciências Físico-Químicas da escola envolvida que, ao contrário da prática normal de anos anteriores, a leccionação do programa de 10º ano se iniciasse pela componente de Física.

Dado que todos os instrumentos de observação construídos incidiam sobre aspectos associados às duas metodologias de resolução de problemas a sua validação passava pela sua aplicação em aulas, e com alunos, onde essas metodologias estivessem a desenvolver-se. De acordo o objectivo de validar os instrumentos de observação construídos planificou-se uma mini-unidade, Situação energética mundial e degradação de energia, do tema

Energia e Trabalho de uma Força a implementar através das duas metodologias de resolução de problemas. A planificação da sub-unidade foi definida para as duas turmas, grupo controlo e grupo experimental, a partir do mesmo núcleo de conteúdos. A planificação para as duas turmas difere, na natureza dos problemas abordados e nas actividades de resolução de problemas propostas. No grupo controlo os *problemas* abordados são, tal como acontece tradicionalmente, exercícios do manual escolar cuja resolução implica essencialmente a utilização correcta de um algoritmo numérico que permita, a partir dos dados numéricos iniciais, o cálculo da solução, também ela numérica, para uma qualquer incógnita conhecida de início. No grupo experimental abordam-se problemas com uma forte ligação ao quotidiano e, supostamente na opinião do investigador, para os alunos mais interessantes e apresentando a sua resolução uma maior utilidade. Quanto às actividades de resolução de problemas, estas são actividades de *lápiz e papel* para o grupo controlo, enquanto que no grupo experimental envolvem modalidades variadas tais como: trabalhos de pesquisa documental, actividades laboratoriais, respostas a problemas reais e trabalho em grupo. As planificações, e as actividades, desenvolvidas pelo professor nos dois grupos encontram-se disponíveis para consulta no Anexo V.

É ainda pertinente na caracterização da investigação referir que, no grupo controlo, a planificação é a mesma seguida por todos os professores de 10º ano da escola, não envolvidos na investigação. Da mesma forma os *problemas* que nesse grupo são resolvidos são, essencialmente, os considerados, por esse conjunto de professores, mais adequados aos conteúdos em causa. A não inclusão de nenhuma actividade experimental na planificação reflecte também o que será seguido pelos outros professores no que se refere a esses conteúdos.

Pelo contrário, a planificação para o grupo experimental foi elaborada em equipa pelo professor-implementador e investigador. Na sua concepção, ao nível de objectivos e

estratégias, utilizaram-se algumas das linhas orientadoras do projecto de revisão curricular para o Ensino Secundário, uma vez que neste projecto é dada especial ênfase às actividades de resolução de problemas como estratégia de ensino da Física. À data em que este trabalho se desenvolve ainda não está perfeitamente definido o momento de implementação da revisão curricular no Ensino Secundário.

No que se refere à concepção dos problemas, são essencialmente da responsabilidade do investigador, sendo alguns inéditos no que diz respeito ao aproveitamento educacional e outros desenvolvidos por adaptação de ideias e exercícios existentes em manuais. As estratégias de resolução de problemas consistem, embora com diferentes formatos, em actividades de natureza investigativa.

É ainda importante evidenciar para as actividades de resolução de problemas nos dois grupos os seguintes aspectos:

- Relação com os conteúdos da mini-unidade;
- Relação com as dimensões da literacia científica consideradas neste estudo;
- Características específicas das actividades, como sejam, a modalidade da actividade e o espaço onde se desenvolve.

Encontram-se disponíveis, Anexo V, sob a forma de quadros a articulação para cada um dos grupos, controlo e experimental, a articulação entre os *problemas* e situações-problema resolvidos e os conteúdos programáticos e, para o grupo experimental, as dimensões de literacia científica consideradas.

Descritas as actividades de resolução de problemas que foram desenvolvidas nos dois grupos de alunos, importa clarificar a forma como os três instrumentos de observação foram aplicados.

3.3.3 - Recolha de Dados

Dadas as características específicas dos três instrumentos, nomeadamente nas variáveis de investigação que observam, a sua exploração em termos de observação ocorreu de forma variada no que se refere aos momentos e tipos de observação. Descrever-se-á de seguida, para cada um dos instrumentos a metodologia de recolha de dados utilizada.

3.3.3.1 - Questionário acerca das Percepções dos Alunos

Tratando-se de um instrumento onde se pretende conhecer e comparar, para duas metodologias, as percepções dos alunos acerca de diferentes aspectos das actividades de resolução de problemas em aulas de Física, a sua aplicação, nos dois grupos, só fez sentido após a leccionação da mini-unidade planificada.

O professor-implementador disponibilizou uma aula em cada uma das turmas envolvidas no estudo para o investigador aplicar os questionários. A decisão de ser o investigador a aplicar o questionário pretendeu minimizar constrangimentos dos alunos face ao seu professor ao expressarem, acerca dele ou das suas aulas, uma opinião menos favorável. O professor das turmas, antes de se ausentar da sala, apresentou o investigador a cada uma das turmas e pediu a colaboração de todos para o que lhes iria ser solicitado.

A entrega dos questionários aos alunos para que respondessem ocorreu após o investigador ler em voz alta as instruções de preenchimento incluídas na folha de rosto do questionário. Foram ainda esclarecidas dúvidas apresentadas pelos alunos e transmitidas às turmas informações que de acordo com o teste piloto efectuado com este instrumento se

tenham mostrado úteis para a aplicação do instrumento na investigação principal. Entre essas informações, salientam-se as seguintes:

- As respostas eram confidenciais, não sendo prestadas informações ao professor da turma acerca do teor das suas respostas;
- Deveriam responder, para as vertentes de desejabilidade e consecução, em todos os itens do questionário;
- O grau de Desejabilidade, referia-se à forma como nas aulas de resolução de problemas em aulas de Física “*achavam que devia ter sido*” o aspecto focado em cada uma das afirmações do questionário;
- O grau de Conseguído, referia-se à forma como nas aulas de resolução de problemas em aulas de Física “*achavam que foi*” o aspecto focado em cada uma das afirmações do questionário;
- Para um item do questionário, foram registadas no quadro, através do posicionamento nas duas escalas, três possibilidades de resposta, Grau (Desejabilidade) **maior/menor/igual** Grau (Conseguído). Posteriormente o professor traduziu o significado de cada uma delas.

O questionário foi respondido pelos alunos de cada um dos grupos num tempo lectivo uma vez que, de acordo com a experiência no teste piloto essa duração se tinha mostrado adequada.

Na recolha dos questionários o investigador certificou-se para cada aluno se tinha respondido para todas as escalas, nos casos em que tal não ocorreu foi solicitado ao aluno que o fizesse. Foram recolhidos 21 questionários respondidos em cada uma das turmas, grupos controlo e experimental.

3.3.3.2 - Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física

O instrumento destinava-se a caracterizar e comparar, por observação directa de aulas, as aulas de resolução de problemas de Física das duas turmas envolvidas no estudo.

No início das aulas o professor-implementador comunicou de forma informal aos alunos das duas turmas que algumas aulas iriam ser assistidas por um ou dois professores que estavam a realizar uma investigação. A situação não despertou grande estranheza pelo facto de em cada uma das turmas existirem alunos que no ano anterior tinham sido alunos de professores estagiários em que também tinham sido observadas aulas. A professora esclareceu que os objectivos da presença destes observadores, nestas aulas, eram diferentes mas que deveriam reagir naturalmente à presença dos observadores adoptando nessas aulas as mesmas atitudes e comportamentos que nas outras.

Foram observadas pelo investigador 16 aulas no total, sendo 8 aulas em cada uma das turmas. Estas observações serviram dois objectivos distintos. Com o objectivo de analisar a consistência entre as observações registadas para a mesma aula por diferentes observadores, 6 das 8 aulas observadas por turma foram observadas, simultaneamente, pelo investigador e por um outro professor de Física da escola. Esta análise de consistência visando o estudo da fidelidade do instrumento foi descrita anteriormente, secção 3.2.3.3, deste mesmo capítulo.

O momento das observações foi decidido em conjunto com o professor-implementador para que coincidisse, em ambas as turmas, com actividades de resolução de problemas. As observações servirão um segundo objectivo: caracterizar, de acordo com os itens do instrumento, os problemas e as actividades de RP em cada um dos grupos. Pelos registos das observações será ainda possível comparar, para cada uma das metodologias, a

natureza dos problemas abordados e aspectos quanto à forma como os mesmos foram resolvidos.

3.3.3.3 - Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica

O instrumento foi aplicado pelo professor-implementador em cada uma das turmas, grupos controlo e experimental, após a leccionação da mini-unidade. Os alunos responderam ao questionário como se de um teste sumativo se tratasse. Para a sua resposta dispuseram de uma aula de dois tempos lectivos. A duração mostrou-se adequada à aplicação deste instrumento, uma vez que os alunos terminaram na duração estipulada.

3.4 - PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS PARA OS INSTRUMENTOS

Descrevem-se nesta secção os procedimentos de análise para os dados recolhidos através de cada um dos instrumentos de observação que se utilizam na investigação.

Durante a implementação das metodologias de RP nos dois grupos, recolheram-se os dados acerca da natureza dos problema e das actividades de RP, através de uma **Grelha para Observação de aulas de Resolução de Problemas de Física** e, posteriormente à implementação recolheram-se os dados referentes a percepções dos alunos e aos níveis de literacia científica dos alunos, através dos instrumentos **Questionário acerca das Percepções dos Alunos** e **Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica**. Esses dados recolhidos serão analisados com dois objectivos principais: o objectivo de validar os instrumentos, quer pelo estudo da sua fidelidade quer pela sua

adequação aos objectivos da investigação, nomeadamente, através da resposta que permitem às questões de investigação; e o objectivo de observar e analisar efectivamente o ensino e a aprendizagem de Física no 10º ano de escolaridade, em termos de promoção de literacia científica pelo uso de estratégias de resolução de problemas.

Para os dois instrumentos de observação, Questionário acerca das Percepções dos Alunos e Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica, a caracterização, quer ao nível das percepções dos alunos quer dos níveis de literacia científica, para os grupos controlo e experimental ocorrerá por análise estatística dos dados. Estes serão analisados através do cálculo das medidas de tendência central, média e moda, e do desvio padrão como medida da dispersão desses dados. No que se refere aos objectivos de comparar os dados dos dois grupos recorreu-se ao teste T de Student para amostras independentes. Através da análise dos valores de t e p , estudar-se-á, caso venham a ocorrer, se as diferenças nos dois grupos, controlo e experimental, são, ou não, estatisticamente significativas.

Esta análise, no caso do Questionário acerca das Percepções dos Alunos, ocorre em separado para os graus de desejabilidade e consecução e envolve as diferentes dimensões consideradas no modelo teórico de análise para a variável Literacia Científica.

No caso do Questionário de Conhecimentos relativos a literacia Científica, a análise baseia-se na pontuação obtida, pelos alunos dos grupos experimental e controlo, no conjunto dos itens pertencentes a cada uma das quatro dimensões da literacia científica. De salientar que o questionário é cotado para 100 pontos, cabendo a cada uma das quatro dimensões da literacia científica a cotação parcelar de 25 pontos. O registo das pontuações dos alunos dos dois grupos pode ser consultado no Anexo VI.

Para a análise dos dados do instrumento de observação, Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física, dada a sua especificidade relativamente aos

outros instrumentos de observação utilizados utilizar-se-á análise de conteúdo dos registos das observações efectuadas. Dadas as especificidades dos itens números 3, 4, 5 e 6 deste instrumento importa esclarecer alguns aspectos:

1. Tratam-se de itens onde se procura de forma sistemática classificar os problemas abordados nos dois grupos do estudo relativamente a determinados parâmetros como sejam, grau de abertura (item 3), natureza curricular (item 4), estruturação (item 5) e relação com aspectos C/T/S/A (item 6);
2. Para cada um dos parâmetros anteriores, existem características específicas dos problemas que ao serem observadas permitem a caracterização do problema, no que se refere a cada um dos parâmetros. Essas características são as indicadas nas colunas dos quadros que se referem a estes itens (consultar exemplar do instrumento). A título de exemplo, para a classificação de um problema no parâmetro grau de abertura, o problema é observado quanto às características: solução, processo de resolução e formulação;
3. Para cada parâmetro de classificação dos problemas, a cada uma das suas características está associado um valor numérico, que varia de acordo com a forma que essa característica se manifesta no problema, que em cada parâmetro é definido por uma chave numérica que se encontra em cada um dos itens;
4. A classificação de cada problema quanto aos diferentes parâmetros considerados é feita através do somatório dos valores numéricos atribuídos pelo observador relativamente às características que lhe estão associadas. O posicionamento desse valor dentro do intervalo constituído pelos valores mínimo e máximo possíveis permitirão caracterizar o problema quanto a cada um desses parâmetros.

A análise dos dados resultantes das observações em cada um dos grupos com vista à resposta às questões de investigação basear-se-á, nos casos em que se justifique, nos parâmetros estatísticos média, moda e desvio padrão.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Tratar-se-á neste capítulo da análise dos dados recolhidos pelos diferentes instrumentos de observação que constituíram a essência deste trabalho. Pretende o investigador, com esta análise, evidenciar as potencialidades dos instrumentos, na obtenção de dados que após tratamento se constituam em resultados que respondam às questões de investigação.

4.1- QUESTIONÁRIO ACERCA DAS PERCEPÇÕES DOS ALUNOS

De acordo com os propósitos da investigação o instrumento deve permitir a resposta às questões de investigação, respectivamente, Q₁ a Q₈.

As primeiras quatro questões de investigação, Q₁ a Q₄, pretendem conhecer as percepções dos alunos, para as dimensões consideradas, na **vertente de desejabilidade**:

Desejabilidade

Natureza dos problemas

Apresentam-se no Quadro 26 as médias e os desvios-padrão das dimensões Conhecimentos Científicos de Física (CCF), Ciência como Forma de Pensar e Conhecer

(CFPC), Ciência como Forma de Investigação (CFI) e Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), nos grupos de controlo e experimental.

Questão 1- Relativamente à natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física, quais as percepções dos alunos acerca de características específicas desses problemas, medidas nas quatro dimensões de literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 26 – Percepções quanto à natureza dos problemas.

Grupo	N	CCF		CFPC		CFI		CTSA	
		M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.
Controlo	21	4,35	0,33	4,29	0,39	4,37	0,23	4,28	0,35
Experimental	23	4,28	0,31	4,43	0,29	4,39	0,22	4,46	0,22
Teste t para amostras independentes									
Diferença entre médias		0,07		0,14		0,02		0,18	
t · teste		0,64		1,42		0,32		2,12	
Nível de significância (p)		0,52		0,17		0,75		0,04	

Legenda: Dimensão CCF (Conhecimentos Científicos de Física) – questões 1.13/1.14/1.15/1.21; Dimensão CFPC (Ciência como Forma de Pensar e Conhecer) – questões 1.2/1.9/1.10/1.11/1.16; Dimensão CFI (Ciência como Forma de Investigação) – questões 1.3/1.12/1.17/1.22; Dimensão CTSA (Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente) – questões 1.1/1.4/1.5/1.6/1.7/1.8/1.18/1.19/1.20
N-nº de casos; M – média; Mo – moda; D.P. – desvio-padrão.

Dimensão Conhecimentos Científicos de Física (CCF):

- De acordo com as percepções dos alunos, nos dois grupos, é muito desejável (média $\geq 4,28$, num máximo de 5), que os problemas propostos nas aulas de Física, promovam a literacia científica na dimensão CCF.
- Na dimensão CCF não se verificaram diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo ($t(42) = 0.64$; $p = 0.52$).

Dimensão Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (CFPC):

- De acordo com as percepções dos alunos, nos dois grupos, é muito desejável (média $\geq 4,29$, num máximo de 5), que os problemas propostos nas aulas de Física, promovam a literacia científica na dimensão CFPC. Em ambos os grupos foi atribuído maior grau de desejabilidade ao item 1.9, considerando como máximo de

desejabilidade para a dimensão que os problemas sejam variados quanto à existência ou não, de dados numéricos iniciais.

- Na dimensão CFPC não se verificaram diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo ($t(42) = 1.42; p = 0.17$).

Dimensão Ciência como Forma de Investigação (CFI):

- De acordo com as percepções dos alunos, nos dois grupos, é muito desejável (média $\geq 4,37$, num máximo de 5), que os problemas propostos nas aulas de Física, promovam a literacia científica na dimensão CFI.
- Na dimensão CFI não se verificaram diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo de controlo ($t(42) = 0.32; p = 0.75$).

Dimensão Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA):

- De acordo com as percepções dos alunos, nos dois grupos, é muito desejável (média $\geq 4,28$, num máximo de 5), que os problemas propostos nas aulas de Física, promovam a literacia científica na dimensão CTSA. É nesta dimensão que ocorre a maior diferença, 0,18, entre as médias nos grupos controlo e experimental. O grupo experimental considerou, relativamente ao grupo de controlo maior desejabilidade na abordagem de problemas relacionados com a interface CTSA. Para os dois grupos, controle e experimental, não se verificam diferenças significativas nos valores médios do grau de desejabilidade atribuído nos diferentes itens referentes à dimensão CTSA (médias para qualquer dos itens superior a 4) – resultados do t-teste: $t(42) = 2.12; p = 0.04$.

Sintetizando a análise efectuada para as quatro dimensões da literacia científica a resposta à questão de investigação Q_1 é:

- Os alunos de ambos os grupos expressam um elevado grau de desejabilidade, superior ou igual a 4, que os problemas propostos promovam a literacia científica nas quatro dimensões consideradas.
- Apenas se verifica uma diferença, estatisticamente significativa, entre as percepções dos alunos quanto à desejabilidade, para a dimensão CTSA. Os alunos do grupo experimental manifestam maior desejo que os problemas abordados nas aulas de Física se relacionem com aspectos da interface CTSA.

Estes resultados eram previsíveis na medida em que sendo as turmas muito equivalentes as suas respostas em termos de desejabilidade, não deveriam ser muito diferentes; quanto à maior importância que os alunos do grupo experimental atribuem à dimensão CTSA, esta poderá ser um dos efeitos destes alunos terem resolvido problemas associados a contextos CTSA, o que não aconteceu no grupo controlo.

Acções dos alunos

Apresentam-se no Quadro 27 as médias e desvios-padrão relativamente às acções realizadas pelos alunos, nas quatro dimensões consideradas.

Questão 2 – Relativamente às acções realizadas pelos alunos nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos mesmos acerca de algumas dessas acções, medidas nas quatro dimensões da literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 27 – Percepções quanto às acções dos alunos.

Grupo	N	CCF		CFPC		CFI		CTSA	
		M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.
Controlo	21	4,32	0,47	4,42	0,77	4,28	0,39	4,45	0,43
Experimental	23	4,36	0,44	4,39	0,31	4,63	0,79	4,49	0,32
Teste t para amostras independentes									
Diferença entre médias		0,04		0,03		0,35		0,04	
t - teste		0,27		0,14		1,88		0,33	
Nível de significância (p)		0,79		0,89		0,07		0,74	

Legenda: Dimensão CCF (Conhecimentos Científicos de Física) – questões 2.17/2.23/2.30/2.34; Dimensão CFPC (Ciência como Forma de Pensar e Conhecer) – questões 2.2/2.5/2.6/2.9/2.10/2.11/2.12/2.15/2.20/2.21/2.25/2.28/2.29/2.31/2.36/2.37/2.38/2.40; Dimensão CFI (Ciência como Forma de Investigação) – questões 2.1/2.3/2.13/2.14/2.16/2.18/2.19/2.22/2.24/2.26/2.27/2.35/2.39; Dimensão CTSA (Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente) – questões 2.4/2.7/2.8/2.32/2.33
N.nº de casos; M – média; Mo - moda; D.P. - desvio-padrão.

- De acordo com os dados apresentados no Quadro 2, verifica-se que os alunos expressam um elevado grau de desajustabilidade relativamente às suas acções, durante as aulas de resolução de problemas em Física, nas quatro dimensões estudadas.
- Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos nas dimensões de literacia científica, atendendo aos resultados do t-teste, ($t(42) = 1.88$; $p = 0.07$), com o grupo experimental indicando um valor médio superior ao do grupo de controlo. Este resultado pode, tal como anteriormente, ser explicado pela equivalência entre as turmas que constituem os grupos.

Relações interpessoais

Apresentam-se no Quadro 28 as médias e os desvios-padrão quanto às relações interpessoais.

Questão 3 - Relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos no que respeita às interações específicas aluno-aluno e professor-aluno, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 28 – Percepções quanto às interações específicas aluno-aluno e professor-aluno

Grupo	N	Relações interpessoais	
		M	D.P.
Controlo	21	4,35	0,45
Experimental	23	4,40	0,41
Diferença entre médias		0,05	
t - teste		0,39	
Nível de significância (p)		0,70	

Legenda: Questões 3.1/3.2/3.3/3.4/3.5/3.6/3.7

De acordo com os dados apresentados:

- Os alunos de ambos os grupos expressam um elevado grau de desejabilidade, superior ou igual a 4, relativamente a todos os itens associados à dimensão Relações Interpessoais.
- De acordo com os resultados do t- teste ($t(42)=0.39$; $p=.70$) não existem diferenças, estatisticamente significativas, entre as percepções dos alunos, grau de desejabilidade, dos grupos controlo e experimental relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas de Física. Este resultado, pode tal como anteriormente, ser explicado pela equivalência entre as turmas do grupo experimental e controlo.

Condições físicas

Apresentam-se no Quadro 29 as médias e os desvios-padrão respeitantes às percepções dos alunos quanto aos recursos, instalações e equipamentos da Escola onde foi realizada a investigação.

Questão 4 – Relativamente às condições físicas da escola para as aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos acerca dessas mesmas condições, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 29 – Percepções quanto às condições físicas da escola.

Grupo	N	Recursos, instalações e equipamentos	
		M	D.P.
Controlo	21	4.52	0.35
Experimental	23	4.57	0.31
Diferença entre médias		0,05	
t - teste		0,40	
Nível de significância (p)		0,69	

Legenda: Questões 4.1/4.2/4.3/4.4/4.5/4.6/4.7/4.8

No que respeita às condições físicas:

- Os alunos de ambos os grupos expressam um elevado grau de desejabilidade, superior ou igual a 4, relativamente a todos os itens associados à dimensão Condições da Escola.
- De acordo com os resultados do t- teste ($t(42)=.4$; $p=.69$) não existem diferenças, estatisticamente significativas, entre as percepções dos alunos, grau de desejabilidade, dos grupos controlo e experimental relativamente às Condições da Escola nas aulas de resolução de problemas de Física.

Os resultados observados nas questões 1-4 apontam fortemente para uma justificação em termos da equivalência entre as turmas do grupo experimental e controlo.

As quatro questões de investigação, Q₅ a Q₈, pretendem conhecer as percepções dos alunos, para as dimensões consideradas, na **vertente de consecução**:

Problemas resolvidos – Consecução

Natureza dos problemas

Apresentam-se no Quadro 30 as médias e desvios-padrão das quatro dimensões estudadas.

Questão 5 – Relativamente à natureza dos problemas resolvidos nas aulas de Física, quais as percepções dos alunos acerca de características específicas desses problemas, medidas nas quatro dimensões de literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 30– Percepções quanto à natureza dos problemas.

Grupo	N	CCF		CFPC		CFI		CTSA	
		M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.
Controlo	21	2,95	0,64	2,42	0,51	1,80	0,41	2,03	0,43
Experimental	23	3,69	0,35	3,97	0,43	3,98	0,18	4,00	0,29
Teste t para amostras independentes									
Diferença entre médias		0,74		1,55		2,18		1,97	
t · teste		4,73		10,84		22,51		17,52	
Nível de significância (p)<		0,001		0,001		0,001		0,001	

Legenda: Dimensão CCF (Conhecimentos Científicos de Física) – questões 1.13/1.14/1.15/1.21; Dimensão CFPC (Ciência como Forma de Pensar e Conhecer) – questões 1.2/1.9/1.10/1.11/1.16; Dimensão CFI (Ciência como Forma de Investigação) – questões 1.3/1.12/1.17/1.22; Dimensão CTSA (Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente) – questões 1.1/1.4/1.5/1.6/1.7/1.8/1.18/1.19/1.20
N.nº de casos; M – média; Mo· moda; D.P. ·desvio padrão.

Dimensão Conhecimentos Científicos de Física (CCF):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CCF, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,95 (d.p.= 0,64), e o grupo experimental, o valor 3,69 (d.p.= 0,35) no que se refere à natureza dos problemas de Física.
- Para o grupo de controlo, o item do questionário que, de acordo com as percepções dos alunos, foi menos conseguido nas aulas foi o 1.13 (*os problemas relacionam-se não só com a Física mas também com outras áreas do conhecimento*), média = 2,43. Pelo contrário o item que consideraram ter sido mais conseguido nas aulas foi o 1.21 (*são exercícios de Física, que se resolvem com papel e lápis*), média = 3,90. Com estas respostas os alunos deste grupo consideraram que os problemas resolvidos nas aulas, se relacionaram pouco com áreas de conhecimento distintas da Física e consistiram em exercícios resolvidos com lápis e papel.
- Para o grupo experimental registaram-se, para o grau conseguido, valores médios superiores a 4, em três dos quatro itens da dimensão CCF. O item do questionário que, de acordo com as percepções dos alunos, foi menos conseguido foi o 1.21 (*exercícios que se resolvem com lápis e papel*) – que foi o mais conseguido para o grupo de controlo - com média de 2,43. Consideraram com esta resposta que as

actividades de resolução de problemas não envolveram, maioritariamente, exercícios resolvidos com lápis e papel.

- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t(42) = 4.73$; $p < 0.001$), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos de controlo e experimental relativas à dimensão CCF.

Dimensão Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (CFPC):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CFPC, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,42 (d.p.= 0,51), e o grupo experimental, o valor 3,97 (d.p.= 0,43) no que se refere à natureza dos problemas de Física.
- Para o grupo de controlo o item do questionário que, de acordo com as percepções dos alunos, foi menos conseguido nas aulas foi o 1.10 (*problemas propostos são variados quanto ao número de respostas possíveis*), média = 2,14. Não existiu nenhum item desta dimensão que os alunos considerassem ter sido conseguido, com média superior a 3.
- Para o grupo experimental registaram-se, para o grau conseguido, valores médios próximos a 4, em todos os itens da dimensão CFPC (referentes a competências e atitudes associadas à Ciência).
- Atendendo aos resultados do t- teste, ($t(42) = 10,84$; $p < 0,001$), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos controlo e experimental relativas à dimensão CFPC.

Dimensão Ciência como Forma de Investigação (CFI):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CFI, o grupo de controlo obteve como valor médio 1,80 (d.p.= 0,41), e o grupo experimental, o valor 3,98 (d.p.= 0,18) no que se refere à natureza dos problemas de Física.
- Para o grupo de controlo, em todos os itens da dimensão CFI o grau médio de consecução foi inferior a 2 ($1,52 \leq \text{média} \leq 1,86$), o que expressa, de acordo com as percepções dos alunos, que os problemas resolvidos não promoveram níveis superiores de literacia científica na dimensão CFI.
- Para o grupo experimental registaram-se, em três dos quatro itens da dimensão, valores médios iguais ou superiores a 4. No item 1.12 (*os problemas conduzem a actividades de investigação*) a média foi 3.78, o que significa que o aspecto a que se refere o item não foi conseguido de forma tão satisfatória quanto os outros.
- Atendendo aos resultados do t- teste, ($t(42) = 22.51$; $p < 0,001$), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos controlo e experimental relativas à dimensão CFI.

Dimensão Interacções Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CTSA, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,03 (d.p.= 0,43), e o grupo experimental, o valor 4,00 (d.p.= 0,29) no que se refere à natureza dos problemas de Física.
- Para o grupo de controlo, em todos os itens da dimensão CTSA o grau médio de consecução foi inferior a 3 ($1,52 \leq \text{média} \leq 2,67$), o que expressa, de acordo com as percepções dos alunos, que os problemas resolvidos não promoveram níveis superiores de literacia científica na dimensão CTSA. Salienta-se, ainda, que para o

conjunto dos itens o valor da moda mais frequente foi 1, valor que corresponde ao menor grau de consecução da escala.

- Para o grupo experimental registaram-se, em todos os itens referentes à dimensão, valores médios superiores a 3 ($3,87 \leq \text{média} \leq 4,17$). Estes valores revelam, de acordo com as suas percepções, que os alunos do grupo experimental consideram que os problemas de Física resolvidos nas aulas contribuíram para a promoção da sua literacia científica na medida em que relacionaram fortemente com a interface CTSA.
- Atendendo aos resultados do t- teste, ($t = 17,52$; $p < 0,001$), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos controlo e experimental relativas à dimensão CTSA.

Sintetizando a análise efectuada para as quatro dimensões da literacia científica a resposta à questão de investigação Q₅ é:

- O grau de consecução, conseguido, é, nas quatro dimensões da literacia científica, para o grupo experimental muito superior ao do grupo de controlo. Essa superioridade manifesta-se através das diferenças entre os valores médios do grau de consecução, nas diferentes dimensões, entre os grupos experimental e controlo. Os valores encontrados foram: CCF (dif.médias= 0,74), CFPC (dif.médias= 1,55), CFI (dif.médias= 2,18) e CTSA (dif.médias= 1,97).
- Todas as diferenças observadas foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Assim, os problemas resolvidos no grupo experimental foram, de acordo com as percepções dos alunos, os que mais contribuíram para a aquisição de níveis superiores de literacia científica. Registe-se ainda que foram para as dimensões CFI e CTSA que os problemas resolvidos no grupo experimental se revelaram, face aos

do outro grupo, mais adequados à promoção da literacia científica. Esta última conclusão é suportada, pelas diferenças entre os valores médios do grau de consecução nos dois grupos, quer pela comparação entre a ordem de grandeza do valor de t – parâmetro estatístico - destas dimensões relativamente às restantes.

- De acordo com a investigação eram previsíveis diferenças, nas respostas dos dois grupos, para as dimensões CFI e CTSA. Essa previsão baseava-se no diferente recurso a actividades de investigação e aplicação a contextos Ciência/Tecnologia/Sociedade que os problemas abordados nos dois grupos propiciavam. Contudo, não era previsível que as percepções dos alunos, quanto à natureza dos problemas fossem, de forma tão pronunciada, favoráveis ao grupo experimental em todas as dimensões.

Acções dos alunos

Apresentam-se no Quadro 31 as médias e desvios-padrão quanto às acções dos alunos.

Questão 6 – Relativamente às acções realizadas pelos alunos nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos mesmos - acerca de algumas dessas acções - medidas nas quatro dimensões da literacia científica, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 31 – Percepções quanto às acções dos alunos.

Grupo	N	CCF		CFPC		CFI		CTSA	
		M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.
Controlo	21	2,75	0,49	2,65	0,73	2,52	0,46	2,35	0,47
Experimental	23	3,80	0,55	3,86	0,49	3,95	0,45	3,97	0,45
Teste t para amostras independentes									
Diferença entre médias		1,05		1,21		1,43		1,62	
t · teste		6,72		6,43		10,39		11,52	
Nível de significância (p)<		0,001		0,001		0,001		0,001	

Legenda: Dimensão CCF (Conhecimentos Científicos de Física) – questões 2.17/2.23/2.30/2.34; Dimensão CFPC (Ciência como Forma de Pensar e Conhecer) – questões 2.2/2.5/2.6/2.9/2.10/2.11/2.12/2.15/2.20/2.21/2.25/2.28/2.29/2.31/2.36/2.37/2.38/2.40; Dimensão CFI (Ciência como Forma de Investigação) – questões 2.1/2.3/2.13/2.14/2.16/2.18/2.19/2.22/2.24/2.26/2.27/2.35/2.39; Dimensão CTSA (Interacções Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente) – questões 2.4/2.7/2.8/2.32/2.33
 N-nº de casos; M – média; Mo · moda; D.P. · desvio-padrão.

Dimensão Conhecimentos Científicos de Física (CCF):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CCF, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,75 (d.p.= 0,49), e o grupo experimental, o valor 3,80 (d.p.= 0,55) no que se refere às acções dos alunos durante as actividades de resolução de problemas de Física.
- Para o grupo de controlo os valores médios obtidos no grau de consecução para os itens referentes à dimensão CCF variaram entre 2,14 e 3,29 e os valores da moda foram, 2 e 3.
- Para o grupo experimental registaram-se, nos mesmos itens, valores médios entre 3,43 e 4,30 e os valores da moda foram, 3 e 4.
- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t = 6,72$; $p < 0,001$), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos controlo e experimental relativas à dimensão CCF.

Dimensão Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (CFPC):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CFPC, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,65 (d.p.= 0,73), e o grupo experimental, o valor 3,86 (d.p.= 0,49) no que se refere às acções dos alunos durante as actividades de resolução de problemas de Física.
- Para o grupo de controlo os valores médios obtidos no grau de consecução para os itens referentes à dimensão CFPC variaram entre 2,00 e 4,00. Os valores inferiores ocorreram para os itens 2.5 (*tomo posição relativamente a assuntos científicos*) e 2.9 (*identifico, caso existam, sub-problemas a partir do problema inicial*) e o valor superior ocorreu para o item 2.20 (*comparo o trabalho realizado com as instruções dadas, corrigindo erros e omissões*). De acordo com a natureza dos itens anteriores da seguinte forma: de acordo com as suas percepções os alunos consideram não ter sido alcançados os objectivos, respectivamente, de *tomar posição relativamente a assuntos científicos* e de *identificar sub-problemas a partir de um problema inicial*. Pelo contrário consideraram ter sido alcançado o objectivo, nas suas acções, de *comparar o trabalho realizado com as instruções dadas, corrigindo erros e omissões*.
- Para o grupo experimental registaram-se, nos mesmos itens, valores médios entre 3,61 e 4,17; qualquer destes valores foi sempre superior ao registado para o mesmo item no grupo de controlo. Note-se que o maior dos valores médios do grau de consecução dos itens desta dimensão, ocorreu para o item 2.15. De acordo com estas respostas os alunos do grupo experimental consideraram ter *desenvolvido capacidades e não apenas a memorização de definições e leis e a aplicação de fórmulas matemáticas* nas actividades desenvolvidas nas aulas de resolução de problemas de Física.

- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t(42) = 6,43$; $p < 0,001$), verificam-se diferenças significativas estatisticamente entre os grupos de controlo e experimental, relativas à dimensão CFPC.

Dimensão Ciência como Forma de Investigação (CFI):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CFI, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,52 (d.p.= 0,46), e o grupo experimental, o valor 3,95 (d.p.= 0,45) no que se refere às acções dos alunos durante as actividades de resolução de problemas de Física.
- Para o grupo de controlo os valores médios obtidos no grau de consecução para os itens referentes à dimensão CFI variaram entre 2,00 e 3,29. O valor inferior ocorreu para o item 2.3 e o valor superior ocorreu para o item 2.22. De acordo com a natureza dos itens anteriores podem-se interpretar os dados da seguinte forma: de acordo com as suas percepções os alunos consideram não ter sido alcançados o objectivo *resolver o problema investigando*. Pelo contrário consideraram ter sido alcançado o objectivo, nas suas acções, de *comprovar, questionando o professor, a sua compreensão das instruções, material e objectivos da tarefa* nas actividades desenvolvidas nas aulas de resolução de problemas de Física.
- Para o grupo experimental registaram-se, nos mesmos itens, valores médios entre 3,65 e 4,13, valores superiores aos registados para o mesmo item no grupo de controlo. O maior dos valores médios do grau de consecução dos itens desta dimensão, ocorreu para o item 2.18 (*analiso e interpreto dados sob a forma de tabelas e gráficos*).

- Na dimensão CFI e atendendo aos resultados do t-teste, ($t(42) = 10,39$; $p < 0,001$), verificam-se diferenças entre as médias dos grupos de controlo e experimental estatisticamente significativas.

Dimensão Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA):

- Relativamente ao grau de consecução, para a dimensão CTSA, o grupo de controlo obteve como valor médio 2,35 (d.p.= 0,47), e o grupo experimental, o valor 3,97 (d.p.= 0,45) no que se refere às acções dos alunos durante as actividades de resolução de problemas de Física.
- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t(42) = 11,52$; $p < 0,001$), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos controlo e experimental relativas à dimensão CTSA.

Relações interpessoais

Apresentam-se no Quadro 32 as médias e desvios-padrão para o aspecto das relações interpessoais.

Questão 7- Relativamente às relações interpessoais nas aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos no que respeita às interações específicas aluno-aluno e professor-aluno, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 32 - Percepções quanto às interações específicas aluno-aluno e professor-aluno

Grupo	N	Relações interpessoais	
		M	D.P.
Controlo	21	2,76	0,55
Experimental	23	4,01	0,51
Diferença entre médias		1,26	
t - teste		7,85	
Nível de significância (p)		0,001	

Legenda: Questões 3.1/3.2/3.3/3.4/3.5/3.6/3.7

De acordo com os dados:

- A média do grupo de controlo situa-se em 2.76 (d.p.=. 55) sendo o item 3.5 considerado o menos conseguido (*sou elogiado pelo trabalho que desenvolvo*) e o item 3.7 o mais conseguido (*considero o professor bem preparado*).
- O grupo experimental tem um valor médio de respostas 4.01 (d.p.=.51), sendo os item 3.5 e 3.7, respectivamente, o menos e o mais conseguido –como já tinha sido verificado no grupo de controlo
- As diferenças entre grupos são consideradas estatisticamente significativas ($t(42)=7.85$; $p<.001$).

Condições físicas

No Quadro 33, apresentam-se as médias e desvios-padrão relativos ao aspecto dos recursos, instalações e equipamentos a que os alunos têm acesso.

Questão 8 - Relativamente às condições físicas da escola para as aulas de resolução de problemas em Física, quais as percepções dos alunos acerca dessas mesmas condições, nos dois grupos? Como se comparam essas percepções nesses grupos, controlo e experimental?

Quadro 33 – Percepções quanto às condições físicas da escola.

Grupo	N	Recursos, instalações e equipamentos	
		M	D.P.
Controlo	21	2.41	0.55
Experimental	23	4.18	0.40
Diferença entre médias		1,77	
t - teste		12,09	
Nível de significância (p)		0,001	

Legenda: Questões 4.1/4.2/4.3/4.4/4.5/4.6/4.7/4.8

De acordo com os dados apresentados:

- A média do grupo de controlo -2.41, d.p.=.66- é claramente inferior ao valor médio obtido no grupo experimental -4.18, d.p.=.40- traduzindo uma menor utilização de instalações e equipamentos por parte do primeiro grupo.
- As respostas aos itens 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, correspondentes aos recursos, instalações e equipamentos usados em aula, obtêm, no grupo de controlo médias sempre inferiores a 2 (pouco conseguido) e no grupo experimental médias sempre superiores a 4 (muito conseguido).
- Quanto às condições físicas da escola, a diferença entre as médias dos dois grupos de alunos estudados é considerada estatisticamente significativa ($t(42)=12.09$; $p<.001$).

4.2- GRELHA DE OBSERVAÇÃO DE AULAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA

De acordo com os propósitos da investigação, o instrumento deve permitir a resposta às questões de investigação, respectivamente, Q₉ a Q₁₂.

As análises baseiam-se nos registos de 8 aulas de cada uma das duas turmas envolvidas no estudo. As observações foram programadas, em cada um dos grupos, para incidirem sobre actividades de resolução de problemas de Física. Consideraram--se 6 problemas, de entre os resolvidos em cada um dos grupos, cuja resolução integral foi observada.

Questão 9 - Como se comparam os momentos, dentro da unidade programática e dentro do espaço temporal-aula, em que os problemas são resolvidos em aulas de Física de cada um dos grupos, controlo e experimental?

A resposta a esta questão resulta da análise dos itens de observação 1.1 e 1.2 do instrumento de observação.

Relativamente à unidade/sub-unidade de ensino, item 1.1, e de acordo com os registos das aulas observadas:

- No grupo de controlo, os problemas foram resolvidos durante a leccionação da unidade e, sobretudo, na fase final do ensino da unidade, servindo essencialmente objectivos de aplicação e consolidação de conhecimentos;
- No grupo experimental os problemas foram abordados nos três momentos, início, durante e final, da leccionação da unidade. Na fase inicial o professor introduziu para discussão na turma problemas cuja resolução implicava os temas a abordar na unidade; o objectivo destes problemas foi o de motivar os alunos para os temas, através da utilidade dos mesmos na resolução dos problemas. Estes, e outros problemas foram sendo discutidos e resolvidos durante o desenvolvimento do

ensino da unidade. Na fase final da unidade, os problemas resolvidos reportavam-se a situações mais complexas, cuja análise e resolução, implicava globalmente os conteúdos abordados.

Relativamente ao espaço temporal aula, item 1.2, e de acordo com os registos das aulas observadas:

- Os problemas foram, para qualquer dos grupos, resolvidos no início ou no final da aula. Não se observaram situações em que a abordagem de problemas ocorresse entre outras modalidades de actividades;
- O objectivo com que esses momentos foram escolhidos para a resolução de problemas é que variou nos dois grupos. No grupo controlo quando a actividade de RP ocorreu no início da aula consistiu na correcção de problemas que tinham sido propostos como *trabalho para casa* (TPC) na aula anterior. No grupo experimental os problemas abordados no início da aula funcionaram como fio condutor da aula na medida em que ela desenvolvia-se de acordo com os passos necessários para a resolução desses problemas. A parte final da aula foi utilizada, no grupo controlo, para resolver problemas que ilustrassem os conhecimentos da aula e para propor outros como TPC. No grupo experimental a fase final da aula serviu, essencialmente, para propor problemas cuja resolução implicava investigação, documental e/ou experimental, extra-aula.

Existem, desta forma, diferenças entre os momentos em que os problemas são resolvidos nas aulas de Física dos grupos de controlo e experimental. Relativamente ao momento dentro da unidade, verificou-se que a resolução de problemas ocorre, no grupo de controlo, essencialmente na fase final do ensino da unidade, enquanto que no grupo experimental as actividades de RP desenvolvem-se em todos os momentos do ensino da unidade. Quanto ao momento da aula em que são resolvidos os problemas não existem

diferenças significativas nos grupos experimental e controlo, sendo os momentos inicial e final da aula os privilegiados para estas actividades. Diferenças existem nas razões, em cada grupo, para que as actividades ocorram nesses mesmos períodos da aula.

Questão 10 - Como se compara a apresentação dos problemas, quanto ao proponente e forma de enunciação, nas aulas de Física de cada um dos grupos, controlo e experimental?

A resposta a esta questão resulta da análise dos itens de observação 2.1 e 2.2 do instrumento de observação.

Relativamente ao proponente dos problemas resolvidos, item 2.1, e de acordo com os registos das aulas observadas:

- À excepção de um problema, em cada um dos grupos, não foi o professor a propor o problema. No grupo de controlo, sendo uma das aulas observadas, anterior à realização de uma prova de avaliação foi proposto pelos alunos um dos problemas como sendo *aquele em que possuíam mais dúvidas*. No caso do grupo experimental, durante uma actividade experimental envolvendo o estudo do rendimento de diferentes lâmpadas, um dos grupos de alunos propôs-se a tentar responder à seguinte questão-problema: *As condições de luminosidade das salas de aula da escola são adequadas?*

Esse problema acabou por ser investigado, através de medições com um luxímetro da intensidade luminosa em diferentes espaços de aula, e discutido na turma.

Relativamente à forma como os problemas são enunciados, item 2.2, e de acordo com os registos das aulas observadas:

- No grupo de controlo os problemas resolvidos foram sempre retirados do livro de texto adoptado na escola para o 10º ano na disciplina de Ciências Físico Químicas.
- No grupo experimental os problemas foram, à excepção de um, apresentados através de fichas de trabalho. A excepção ocorreu para a questão-problema associada à actividade Paradoxo gravítico, que foi verbalmente apresentada aos alunos e acompanhada pelo dispositivo experimental construído para a realização da actividade.

De acordo com a análise anterior não se detectaram diferenças significativas entre os grupos controlo e experimental no que se refere ao proponente dos problemas resolvidos. De acordo com as observações nos dois grupos, o proponente acabou por ser o professor. Quanto à forma como os problemas foram apresentados aos alunos dos dois grupos, registam-se diferenças entre os grupos controlo e experimental. No grupo de controlo todos os problemas resolvidos são do livro de texto, enquanto que no grupo experimental foram, maioritariamente, apresentados em fichas de trabalho e um foi apresentado verbalmente com recurso ao dispositivo através do qual a investigação com vista à sua resolução decorreria posteriormente.

Questão 11 - Como se comparam os problemas propostos em aulas de resolução de problemas de Física em cada um dos grupos, controlo e experimental?

A resposta a esta questão resulta da análise dos itens de observação 3, 4, 5, 6 e 7 do instrumento de observação.

Procedeu-se à análise estatística dos dados obtidos para os itens anteriores através dos parâmetros média e desvio padrão. Os valores encontram-se no quadro seguinte:

Quadro 34- Parâmetros estatísticos relativos aos problemas resolvidos nos dois grupos

Aspecto	Média		Desvio padrão	
	Controlo	Experimental	Controlo	Experimental
Abertura (item 3 da Grelha)	3,83	7,83	0,75	1,17
Nat. Curricular (item 4 da Grelha)	2,67	3,50	0,52	0,55
Estruturação (item 5 da Grelha)	2,50	4,00	0,55	0,89
Relação com CTSA (item 6 da Grelha)	1,50	2,67	0,55	0,52

Nota: Valores relativos ao conjunto dos problemas, seis, cuja abordagem e resolução foram integralmente observadas nas aulas dos grupos controlo e experimental.

Relativamente ao grau de abertura dos problemas resolvidos, item 3, e de acordo com os registos das aulas observadas, os valores médios e desvios padrão dos problemas analisados foram:

- grupo controlo: média de 3,83 e desvio padrão de 0,75. Verificou-se ainda que o valor máximo para o grau de abertura dos problemas resolvidos foi 5;
- grupo experimental: média de 7,83 e desvio padrão de 1,17. Verificou-se ainda que o valor máximo para o grau de abertura dos problemas resolvidos foi 9;

Os valores médios anteriores reportam-se a uma escala em que o valor 3 corresponde ao menor grau de abertura e o valor 10 ao maior grau de abertura.

Relativamente ao grau de natureza curricular, académico, dos problemas resolvidos, item 4, e de acordo com os registos das aulas observadas, os valores médios e desvios padrão dos problemas analisados foram:

- grupo de controlo: média de 2,7, e desvio padrão de 0,52. Verificou-se ainda que o valor máximo para a natureza curricular dos problemas resolvidos foi 3;
- grupo experimental: média de 3,5 e desvio padrão de 0,55. Verificou-se ainda que o valor máximo para a natureza curricular dos problemas resolvidos foi 4;

Os valores médios anteriores reportam-se a uma escala em que o valor 2 corresponde ao máximo de carácter curricular dos problemas e o valor 4 ao mínimo de carácter curricular dos problemas.

Relativamente ao grau de estruturação dos problemas, item 5, e de acordo com os registos das aulas observadas, os valores médios e desvios padrão relativos ao grau de estruturação dos problemas analisados foram:

- grupo controlo: média de 2,50 e desvio padrão de 0,55. Verificou-se ainda que o valor máximo para o grau de estruturação dos problemas resolvidos foi 3;
- grupo experimental: média de 4,00 e desvio padrão de 0,90. Verificou-se ainda que o valor máximo para o grau de estruturação dos problemas resolvidos foi 5;

Os valores médios anteriores reportam-se a uma escala em que o valor 2 corresponde ao maior grau de estruturação dos problemas e o valor 5 ao menor grau de estruturação dos problemas.

Relativamente ao grau de relacionamento do problema com questões C/T/S/A, item 6, e de acordo com os registos das aulas observadas os valores médios e desvios padrão dos problemas analisados foram:

- grupo controlo: média de 1,50 e desvio padrão de 0,55. Verificou-se ainda que o valor máximo para o grau da relação C/T/S/A dos problemas resolvidos foi 2;
- grupo experimental: média de 2,67, e desvio padrão de 0,52. Verificou-se ainda que o valor máximo para o grau da relação C/T/S/A dos problemas resolvidos foi 3;

Os valores médios anteriores reportam-se a uma escala em que o valor 3 corresponde ao máximo grau de relacionamento dos problemas a questões C/T/S/A e o valor 1 ao mínimo grau desse mesmo relacionamento.

Relativamente à existência no problema e dados numéricos iniciais de acordo com as observações verificou-se que:

- grupo de controlo: todos os problemas observados possuíam dados numéricos iniciais, estes existiam no número exacto para a resolução, pelo que não existiam

dados desnecessários. Apenas o valor da aceleração gravítica não era indicado nalguns *problemas* pelo facto de ser dado noutro.

- grupo experimental: os problemas observados foram diversificados quanto à existência de dados numéricos iniciais. Houve problemas com dados numéricos e outros sem dados. Para o caso destes últimos ocorreram ainda duas situações distintas, existindo situações em que eles eram necessários e outros cuja resolução não implicava dados numéricos. Para os problemas que necessitavam de dados foram sempre os alunos a procurá-los providenciando o professor as condições a esse acesso, por exemplo, documentação ou consulta na Internet.

A resposta à questão de investigação consiste em considerar a existência de diferenças na natureza dos problemas abordados nas aulas de cada um dos grupos. Essas diferenças foram sendo caracterizadas em função de cada um dos itens de observação do instrumento.

Questão 12 - Como se comparam as actividades utilizadas na resolução de problemas em aulas de Física em cada um dos grupos, controlo e experimental?

De acordo com as observações das actividades de RP nos dois grupos, itens 8 e 9 da Grelha, verificou-se que:

- grupo controlo: todas as actividades de RP foram consideradas *actividades de caneta e papel* e não foi realizada qualquer actividade experimental.
- grupo experimental: as actividades de RP dividiram-se pelas 4 modalidades consideradas nas questões de posicionamento. A modalidade que registou menor frequência foi a de *actividades de caneta e papel*; dividindo-se as aulas observadas de forma equilibrada pelas outras modalidades: pesquisa documental,

experimentação, projecto de investigação. As actividades experimentais as modalidades foram Verificações em grupo e sobretudo Pequenas investigações pelos alunos, incluindo-se actividades do tipo P.O.E.R.

De acordo com estas observações existem diferenças substanciais entre as actividades de RP observadas nos dois grupos. Essas diferenças consistem numa menor diversidade na modalidade de aula em que a RP se desenvolve no grupo controlo. Verifica-se ainda que, ao contrário, do grupo experimental, no grupo controlo as aulas de RP nunca envolveram actividades de natureza experimental.

4.3- QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS RELATIVOS A LITERACIA CIENTÍFICA

No que se refere às questões, 13,14,15 e 16, que visam caracterizar e comparar os níveis de literacia científica dos alunos dos dois grupos apresenta-se no quadro seguinte a análise estatística dos dados obtidos.

Quadro 35– Conhecimentos dos alunos dos dois grupos para as diferentes dimensões de literacia científica consideradas na investigação.

Grupo	N	CCF		CFPC		CFI		CTSA	
		M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.	M	D.P.
Controlo	21	9,3	3,3	6,0	3,0	5,0	2,9	15,6	4,8
Experimental	23	19,6	2,0	19,8	1,9	23,6	0,9	20,9	2,1
Teste t para amostras independentes									
Diferença entre médias		-10,3		-13,8		-18,6		-5,3	
t - teste		-12,4		-17,7		-28,0		-4,7	
Nível de significância (p)<		0,001		0,001		0,001		0,001	

Questão 13 - Quais os conhecimentos científicos em Física dos alunos, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam esses conhecimentos nesses mesmos grupos?

- Relativamente aos conhecimentos, associados à literacia científica, dos alunos dos dois grupos, na dimensão CCF, o grupo de controlo obteve como valor médio 9,3 (d.p.= 3,3), e o grupo experimental, o valor 19,6 (d.p.= 2,0). Os valores anteriores referem-se ao somatório das pontuações obtidas pelos alunos nos itens do instrumento de observação referentes à dimensão CCF.
- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t = -12,4$; $p < 0,001$), consideram-se as diferenças entre as médias das pontuações dos grupos controlo e experimental, significativas estatisticamente.

Como resposta à questão de investigação pode-se afirmar que os alunos do grupo experimental evidenciam níveis de literacia científica, na dimensão Conhecimentos Científicos de Física (CCF), superiores aos evidenciados pelos alunos do grupo controlo. Numa escala onde o máximo era de 25 pontos o grupo experimental registou um valor

médio de 19,6 pontos, 78,4% da pontuação máxima possível, contra os 9,3 pontos do grupo controlo, 37,2% da pontuação máxima possível.

Os resultados do t- teste mostram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos pelos dois grupos o que permite afirmar que para o tema Energia e Trabalho de uma Força os alunos do grupo onde foi aplicada a nova metodologia de resolução de problemas possuem níveis de literacia científica, na dimensão CCF, superiores aos do grupo controlo onde a metodologia de RP consistiu na forma tradicional. De acordo com o modelo teórico de análise existem fortes evidências da maior eficácia das novas metodologias de RP na aquisição de níveis superiores de literacia científica, dimensão CCF, comparativamente à metodologia tradicional.

Questão 14 - Quais as competências de pensamento dos alunos, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam essas competências nesses mesmos grupos?

- Relativamente às competências de pensamento associadas à literacia científica, dos alunos dos dois grupos, na dimensão CFPC, o grupo de controlo obteve como valor médio 6,0 (d.p.= 3,0), e o grupo experimental, o valor 19,8 (d.p.= 1,9). Os valores anteriores referem-se ao somatório das pontuações obtidas pelos alunos nos itens do instrumento de observação referentes à dimensão CFPC.
- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t = -17,7$; $p < 0,001$), consideram-se as diferenças entre as médias das pontuações dos grupos estatisticamente significativas.

Como resposta à questão de investigação pode-se afirmar que os alunos do grupo experimental evidenciam níveis de literacia científica, na dimensão Ciência como Forma de Pensar e Conhecer (CFPC), superiores aos evidenciados pelos alunos do grupo controlo.

Numa escala onde o máximo era de 25 pontos o grupo experimental registou um valor médio de 19,8 pontos, 79,2% da pontuação máxima possível, contra os 6,0 pontos do grupo controlo, respectivamente 24,0% da pontuação máxima possível.

Os resultados do t- teste mostram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos pelos dois grupos o que permite afirmar que para o tema Energia e Trabalho de uma Força os alunos do grupo onde foi aplicada a nova metodologia de resolução de problemas possuem níveis de literacia científica, na dimensão CFPC, superiores aos do grupo controlo onde a metodologia de RP consistiu na forma tradicional. De acordo com o modelo teórico de análise existem fortes evidências da maior eficácia das novas metodologias de RP na aquisição de níveis superiores de literacia científica, dimensão CFPC, comparativamente à metodologia tradicional.

Questão 15 - Quais as competências dos alunos em termos de processos de investigação, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam essas competências nesses mesmos grupos?

- Relativamente às competências de investigação associadas à literacia científica, dos alunos dos dois grupos, na dimensão CFI, o grupo de controlo obteve como valor médio 5,0 (d.p.= 2,9), e o grupo experimental, o valor 23,6 (d.p.= 0,9). Os valores anteriores referem-se ao somatório das pontuações obtidas pelos alunos nos itens do instrumento de observação referentes à dimensão CFI.
- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t = -28,0$; $p < 0,001$), verificam-se diferenças, estatisticamente significativas.

Como resposta à questão de investigação pode-se afirmar que os alunos do grupo experimental evidenciam níveis de literacia científica, na dimensão Ciência como Forma de Investigação (CFI), superiores aos evidenciados pelos alunos do grupo controlo. Numa escala onde o máximo era de 25 pontos o grupo experimental registou um valor médio de

23,6 pontos, 94,4% da pontuação máxima possível, contra os 5,0 pontos do grupo controlo, respectivamente 20,0% da pontuação máxima possível.

Os resultados do t- teste mostram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos pelos dois grupos o que permite afirmar que para o tema Energia e Trabalho de uma Força os alunos do grupo onde foi aplicada a nova metodologia de resolução de problemas possuem níveis de literacia científica, na dimensão CFI, superiores aos do grupo controlo onde a metodologia de RP consistiu na forma tradicional. De acordo com o modelo teórico de análise existem fortes evidências da maior eficácia das novas metodologias de RP na aquisição de níveis superiores de literacia científica, dimensão CFI, comparativamente à metodologia tradicional.

Questão 16 – Quais os conhecimentos dos alunos acerca das relações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, nos dois grupos, controlo e experimental? Como se comparam esses conhecimentos nesses mesmos grupos?

- Relativamente aos conhecimentos, associados à literacia científica, dos alunos dos dois grupos, na dimensão CTSA, o grupo de controlo obteve como valor médio 15,6 (d.p.= 4,8), e o grupo experimental, o valor 20,9 (d.p.= 2,1). Os valores anteriores referem-se ao somatório das pontuações obtidas pelos alunos nos itens do instrumento de observação referentes à dimensão CTSA.
- Atendendo aos resultados do t-teste, ($t = -4,7$; $p < 0,001$), verificam-se diferenças, estatisticamente significativas entre os alunos dos dois grupos.

Como resposta à questão de investigação pode-se afirmar que os alunos do grupo experimental evidenciam níveis de literacia científica, na dimensão Interações Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), superiores aos evidenciados pelos

alunos do grupo controlo. Numa escala onde o máximo era de 25 pontos o grupo experimental registou um valor médio de 20,9 pontos, 83,6 da pontuação máxima possível, contra os 15,6 pontos do grupo controlo, respectivamente 62,4% da pontuação máxima possível.

Os resultados do t- teste mostram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos pelos dois grupos o que permite afirmar que para o tema Energia e Trabalho de uma Força os alunos do grupo onde foi aplicada a nova metodologia de resolução de problemas possuem níveis de literacia científica, na dimensão CTSA, superiores aos do grupo controlo onde a metodologia de RP consistiu na forma tradicional. De acordo com o modelo teórico de análise existem fortes evidências da maior eficácia das novas metodologias de RP na aquisição de níveis superiores de literacia científica, dimensão CTSA, comparativamente à metodologia tradicional.

Globalmente, para o conjunto das quatro dimensões de literacia científica, o nível de literacia científica do grupo experimental, para o tema Energia e Trabalho de uma Força, é superior ao do grupo controlo. Sendo a diferença entre as médias dos dois grupos em cada uma das dimensões estatisticamente significativas, também o são quando consideradas conjuntamente. Assim considera-se existirem fortes evidências de uma maior eficácia das novas metodologias de RP na aquisição pelos alunos de níveis superiores de literacia científica, de acordo com as dimensões consideradas neste estudo, comparativamente à metodologia tradicional.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES

De acordo com o descrito nos capítulos III e IV consideram-se os instrumentos de observação construídos como válidos e fidedignos face aos objectivos da investigação. No capítulo III o investigador encontrou evidências quanto à validade dos instrumentos através da opinião de peritos e da sua fidelidade através da análise da consistência interna dos seus itens, caso dos questionários, ou da consistência entre os registos de observação, para a mesma aula, obtidos por diferentes observadores, para o caso da grelha de observação. Foi, no entanto, no capítulo IV que os instrumentos de observação, ao permitirem ao investigador obter respostas esclarecedoras às questões da investigação, deram conta do seu potencial como instrumentos adequados à observação da realidade educativa associada à problemática da investigação.

Nesta perspectiva consideram-se positivos os resultados da investigação que permitem considerar os instrumentos de investigação adequados ao desenvolvimento da investigação de natureza experimental que se desenvolveu.

Por outro lado, foram também positivos, de facto acima das expectativas, os resultados obtidos pelo grupo experimental, quanto às percepções, grau de consecução, dos alunos acerca de problemas e actividades de RP, e quanto aos níveis de literacia científica efectivamente adquiridos.

De acordo com os resultados obtidos existem diferenças significativas nos dois grupos da investigação no que se refere às percepções quer relativas à natureza dos problemas resolvidos, quer relativas à forma como as actividades de RP decorreram. Estes

resultados evidenciaram, ao nível das percepções dos alunos e em termos do grau de consecução, uma satisfação superior dos alunos do grupo experimental com os problemas e as suas acções durante as aulas de RP numa perspectiva de promoção de níveis superiores de literacia científica.

Por outro lado os resultados obtidos para o nível de conhecimentos dos alunos, no tema Energia e Trabalho de uma Força, indicam valores significativamente superiores para o grupo experimental relativamente ao grupo controlo. Os conhecimentos dos alunos do grupo experimental, para o tema considerado, revelaram-se superiores aos do grupo controlo em todas as dimensões consideradas para a literacia científica.

De acordo com o modelo teórico de análise da investigação e com a problemática em estudo poder-se-á considerar que estes resultados evidenciam, para o contexto em que a investigação decorreu, maior eficácia das metodologias de RP implementadas no grupo experimental na promoção de níveis superiores de literacia científica nos alunos.

Entendeu-se este trabalho numa perspectiva de sério contributo, na área da observação e análise da relação educativa, para a formação do investigador, e do professor, na sua dimensão de promotor de novas e mais significativas aprendizagens de Ciências e, em particular de Física, nos jovens.

Nesta perspectiva o objecto de estudo relacionou-se quer com a actual decepção com as aprendizagens dos alunos em Ciência (Física), a nível nacional e internacional, quer com a fraca motivação e interesse que os alunos manifestam, geralmente, pelos temas abordados nas aulas de disciplinas científicas como as Ciências Físico-Químicas.

Sendo aceite, sem reservas, pela comunidade educacional mundial a necessidade dos jovens adquirirem ao longo da sua formação um corpo de conhecimentos científicos sólidos, e de entre estes conhecimentos os de Física, bem como o desenvolvimento de

atitudes e competências associadas aos processos e formas de pensamento utilizadas em Ciência e à interligação desta com a Tecnologia e Sociedade, somos, de acordo com estudos internacionais e nacionais sobre níveis de literacia científica, forçados a admitir que o ensino das Ciências tal como está não responde ao que os nossos jovens, em particular, e a sociedade em geral deles esperam e necessitam.

Nesta linha de preocupações é urgente estudar a influência no processo de ensino-aprendizagem da Ciência, e da Física em particular, de novas estratégias de ensino da Ciência nas nossas escolas de forma a inverter a actual situação, caracterizada pelo baixos nível de literacia científica dos nossos alunos (conhecimentos, competências e atitudes de índole científica).

Existindo, de acordo com diversos estudos e investigações, indicações quanto a novas estratégias de ensino da Física potencialmente mais adequadas aos novos desafios e solicitações que à escola são, em termos de ensino das Ciências colocados, é urgente que os professores investiguem *no terreno* a eficácia dessas estratégias, no campo quer da relação educativa que promovem que neste estudo se identificou como eficaz, quer na motivação e níveis de aproveitamento que geram nos alunos.

A nova forma de estar no ensino implica, e é bom não ter ilusões, uma alteração de mentalidades nos professores bem como alterações a diferentes níveis, nomeadamente nos dois aspectos seguintes:

- Natureza da formação contínua que é disponibilizada aos professores;
- Organização da escola, possibilitando as condições e reconhecendo importância a investigações dos professores face às funções que tradicionalmente desempenham na escola.

Se nos dois aspectos anteriores o papel individual do professor é insuficiente para os alterar, já a mudança de atitude face à sua própria actuação como agente do sistema de ensino é um processo individual que passa pela tomada de consciência da necessidade de assumir novos papéis na escola, nomeadamente, o de investigador face aos diferentes aspectos da sua prática como docente.

Este trabalho ilustra esta nova perspectiva de actuação do professor uma vez que o investigador é um professor efectivo de uma escola secundária que procura investigar no seu contexto natural, o ensino e a aprendizagem dos alunos da sua escola, e a influência nos seus níveis de literacia científica de uma estratégia de resolução de problemas descrita na literatura, alternativa à que normalmente implementa nas suas aulas e à que normalmente é implementada por outros professores na mesma e noutras escolas.

Esta relação causa-efeito presente no modelo teórico de análise conduziu a um estudo de natureza experimental de alguma complexidade.

A complexidade da investigação iniciou-se, desde logo, pela necessidade, de acordo com as questões de investigação, da selecção de grupos equivalentes, e pela necessidade da construção de três instrumentos de observação distintos, designadamente:

- Questionário acerca das Percepções dos Alunos;
- Grelha de Observação de Aulas de Resolução de Problemas em Física;
- Questionário de Conhecimentos relativos a Literacia Científica.

Os três instrumentos de observação são originais, tendo sido todos construídos de raiz para a investigação. No entanto incorporam e reflectem, como não poderia deixar de ser, os diversificados contributos da bibliografia consultada bem como dos processos de validação a que todos se sujeitaram. Assumindo-se à partida a intenção de construir

instrumentos adequados e poderosos face às realidades a observar e medir, a validação dos três instrumentos implicou um considerável esforço e dispêndio de tempo. Dado que a realidade a observar implicava observações, de aulas e de efeitos nos alunos, de duas estratégias distintas de resolução de problemas em Física, houve a necessidade de planificar uma mini-unidade programática de acordo com essas diferentes estratégias para que fossem aplicadas nos dois grupos. No caso particular da nova metodologia de resolução de problemas a implementar no grupo experimental existiu todo um esforço de pesquisa de situações-problema e de actividades delas decorrentes consistentes com a nova abordagem que se pretendia aplicar.

Caracterizados alguns aspectos da investigação e das motivações do investigador é possível enunciar as seguintes áreas em que o estudo revelou grande importância e impacto:

- Formação do investigador numa área, metodologias de observação e análise da relação educativa, não desenvolvida em outros momentos da sua formação, inicial e contínua;
- Alargamento do corpo de conhecimentos do investigador acerca do ensino das ciências e de estratégias de ensino eficazes na promoção de aprendizagens significativas nos alunos;
- Melhoria das aprendizagens dos alunos, no âmbito desta investigação apenas para os alunos do grupo experimental, mas posteriormente para muitos mais;
- Desenvolvimento curricular, através da planificação da Unidade de Ensino;
- Construção de instrumentos de elevada validade e fidelidade para estudos experimentais;

- Formação de professor: planificação por parte do investigador em trabalho cooperativo com o professor-implementador da unidade segundo as duas metodologias de RP;
- Formação de dois observadores no uso de Grelha de Observação;
- Contributo para o desenvolvimento do corpo de conhecimentos em educação, designadamente em educação em ciências;
- Contributo para o desenvolvimento de processos de promoção de literacia científica nos jovens;

Refere-se nesta secção problemas e questões que na investigação, dadas as suas condicionantes e objectivos, não foram considerados mas que, na opinião do investigador, se podem sugerir para futuros estudos.

A título de recomendações para futuras investigações podem-se considerar as seguintes:

- Para uma análise mais aprofundada, poder-se-á recorrer a entrevistas, de forma a complementar os dados recolhidos acerca das percepções dos alunos acerca de problemas e actividades de resolução de problemas nas aulas de Física. Também no caso da variável de investigação, Literacia Científica, poder-se-á recorrer à utilização da entrevista, como forma de inquérito, para complementar os dados acerca desta variável e aumentar a fiabilidade dos resultados obtidos para os níveis de literacia científica dos alunos.
- O número de alunos e professores a envolver no estudo poderá ser alargado, por exemplo duas turmas para cada um dos grupos, controlo e experimental, leccionados pelo mesmo professor.

- Uma vez que o estudo desenvolvido na investigação foi exploratório, futuramente este estudo de implementação de duas metodologias de resolução de problemas nas aulas de Física poderá desenvolver-se num período temporal mais alargado.
- Poder-se-ia estudar os efeitos a longo prazo do ensino por RP na promoção da literacia científica dos alunos.
- Poder-se-iam implementar outras investigações envolvendo o estudo de outras Unidades de Ensino de Física no 10º e noutros anos de escolaridade.
- Poder-se-iam comparar as percepções dos alunos com as observações na sala de aula no que se refere à natureza dos problemas e às próprias actividades de resolução de problemas.

Em termos de balanço global, o presente trabalho de investigação incluiu o desenvolvimento de técnicas de observação e análise da relação educativa, aplicação dessas técnicas e produção de novo conhecimento nessa área, e noutras, como seja a de estratégias de ensino para a literacia científica.

O estudo consolidou-se através de, a partir de uma preocupação educacional do investigador, o seu objecto de estudo, um percurso, por vezes sinuoso e complexo, na definição de todos os elementos de um projecto de investigação que se pretende sólido, quer no referencial teórico que o suporta, quer nas metodologias, e processos e instrumentos de observação que utiliza.

O facto de o investigador estar a leccionar a tempo inteiro embora possa ter sido de certo modo limitativo em termos da disponibilidade que a investigação idealmente necessitava, foi sentido como uma mais-valia já que aproximou a investigação realizada àquelas que o investigador pretende continuar a realizar na sua prática futura e permitiu ainda que o projecto fosse levado a cabo nos moldes de investigação-acção o que se considera extremamente positivo. Todo o estudo se revelou de rigor e utilidade como se

pretendia e espera-se vir a contribuir para o quadro conceptual do ensino das ciências em Portugal, para a literacia científica dos nossos jovens e para a análise dos processos de relação educativa que têm lugar nas nossas escolas.

BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS

- Allen, M. & Yen, W. (1979). *Introduction to measurement theory*. Monterey, CA: Brooks/Cole.
- Amaro, G. (1996). *Terceiro Estudo Internacional em Matemática e Ciências, (TIMSS): Resultados do Estudo*. Lisboa: IIE.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Project 2061-science for all americans*. Washington,DC: A.A.A.S. Publications.
- Baird, J.R & Mitchell, I.J. (ed) (1986). *Improving the quality of teaching and teaching : an australian case study – The PEEL project*. Faculdade de educação, Melbourne, Universidade de Monash.
- Bello, A. et al. (1997). *Ritmos e Mudanças (Física 10º ano)*. Porto: Porto Editora.
- Benavente, A. et al. (1996). *A literacia em Portugal. Resultados de uma pesquisa extensiva e monográfica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian e Conselho Nacional de Educação.
- Boujaoude,S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: the case of Lebanon. Department of Education, American University of Beirut. *International Journal of Science Education*, 24(2), pp.139-156.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Cachapuz, A. et al. (1989). O Trabalho Experimental nas aulas de Física e Química. *Gazeta de Física*, 12 (2), pp.65-69.

Cachapuz, A. et al. (1991). A Problemática das concepções alternativas na formação inicial de professores de Física e Química. *Actas do 2º Encontro Nacional de Didáctica e Metodologias de Ensino*. Universidade de Aveiro, pp.173-182.

Cachapuz, A. (1995). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In A.D. Carvalho (Org.), *Novas metodologias em Educação*. Porto: Porto Editora.

Calvo, I.B. (1971). *El uso de la estrategia de resolución de problemas por alumnos de educación secundaria*. Universidad de Alcalá.

Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.

Carr, E. & Ogle, D. (1987). K-W-L Plus: A strategy for comprehension and summarization. *Journal of Reading*,30, pp.626-631.

Chalmers, A. (1987). *Qué es esa cosa llamada ciencia?* (5ª ed.). Madrid : Siglo Veintiuno de España Editores (Tradução do original em inglês: What is this thing called science?, 2ª ed., 1982)

Cruz, N. (1989) *Utilização de estratégias Metacognitivas no desenvolvimento da Capacidade de resolver problemas- Um estudo com alunos de F/Q do 11ºAno*. Tese de Mestrado.(não publicada), Universidade de Lisboa.

Dewey, J. (1925). *Comment Nous Pensons* (trad. Decroly). Paris. Ernest Flammarion,Editeur.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: MacMillan

Di Sessa, A.A. (1982). Unlearning Aristotelian Physics: A study of knowledge based learning. *Cognitive Science*, 6, pp.37-75.

Driver, R. (1983). *The pupil as a scientist?* Milton Keynes: Open University.

Driver, R. (1986). *Pupils' alternative frameworks in science*. In J. Brown et al (Eds.), *Science in schools*. Milton Keynes: Open University Press.

Duarte, M. (1993). *Mudança conceptual e ensino das ciências da natureza – uma proposta de intervenção pedagógica no 2º ciclo do ensino básico*. Tese de Doutoramento (não publicada), Universidade do Minho.

Duarte, M. (1999). *Investigação em ensino das ciências: influências ao nível dos manuais escolares*. *Revista Portuguesa de Educação*, 12 (2) pp.227-248, IEP-Universidade do Minho.

Duit, R. & Treagust, D. (1998). *Learning in Science – From behaviourism towards social constructivism and beyond*. In, *International handbook of science education* (Ed.), pp.1-25. Dordrecht: Kluwer Academic publishers.

Fonseca, J. (1996). *Educação Científica em Portugal: situação, problemas e programas de acção*. *Revista de Educação*, 6 (1), pp.121-125.

Fonseca, J.,Macedo, M. & Mestre, N. (2001). Levantamento e Análise de Necessidades na Formação Profissional de Professores de Ciência, *Enseñanza de las Ciencias*, N° extra (6º Congresso), Tomo 1, Comunicaciones.

Fonseca, J. (2002). O construtivismo e a formação de professores de ciências. In M. L Cabral (Coord.). *A universidade e a formação de professores* (pp.83-92). Faro: Universidade do Algarve, FCAS.

Freitas, I.M. (2000). *El papel de la resolución de problemas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: concepciones y prácticas de profesores com y sin experiencia en la docencia*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Huelva.

Furió, C. (1996). Metodologías utilizadas en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la Enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (10), pp.73-74.

Gil Pérez, D., & Torregrosa, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 54 (4), pp.448-457.

Gil Pérez, D. Torregrosa, J., & Pérez S. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 131-146.

Gil Pérez, D., Torregrosa, J., Ramirez, J. L., Carré, A., Goffard, M., Carvalho, & A. M. (1992). Questionando a didáctica de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino da Física*, 9(1), pp.7-19.

Gil Pérez, D. et al. (1992). La Didáctica de la resolución de problemas en cuestión: Elaboración de un modelo alternativo. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 6, pp.73-85.

Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciências al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp.197-212.

Gil Pérez, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Carré, A., Goffard, M., & Carvalho, A. M. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp.311-320.

Gouveia, R. (1996). A importância da resolução de problemas de Física e Química no ensino básico e secundário. *Gazeta da Física*, 19(3).

Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. Woolnough (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, pp.67-77.

Gunstone, R.F., & Mitchell, I.J.(1998). *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 5.

Hayes, J. (1981). *The Complete Problem Solver*. Library of Congress Cataloging in Publication Data.

Hewitt, P.G. (1983). Millikan lecture 1982: the missing essential-a conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, 14(5), pp.87-102.

Hewson, P., Beeth, M. & Thorley, R. (1998). Teaching for conceptual change. In B. Fraser & K. Tobin (Ed.), *International handbook of science education*, pp.199-218, Dordrecht: Kluwer Academic publishers.

Hodson, D. (1988). Experiments in science teaching. *Educational Philosophy And Theory*, 20(2), pp.53-66.

Hodson, D., & Hodson, J. (1998). From construtivism to social constructivism. *School Science Review*, 79(298), pp.33-41.

Jiménez-Alexandre, M. (1996). *Dubidar para aprender*. Vigo, Xerais.

Kulm, G. (1990). New directions for mathematics assessment, in G. Kulm (Ed.), *Assessing higher order thinking in mathematics*, pp.71-78, Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science.

Lopes, J.B. (1994). *Resolução de Problemas em Física e Química- modelo para estratégias de ensino aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.

Macedo, M., Fonseca, J., Conboy, J. & Martins, I. (2001). Formação contínua para a mudança conceptual de professores de biologia. *Revista de Educação*, vol. 1, pp.61-73.

Marin, N. (1999). *Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual*. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), pp.80-92.

Martin, V. R., & Mas C. F. (1990). O modelo de resolução de problemas como investigação, *Boletim da SPQ*, Série II, nº 41, pp.11-16.

Martins, I. P., & Veiga, M. (1999). *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Mestre, J., Dufresne, R. Gerace, W., Hardiman, P., Touger, J. (1993) Promoting skilled problem-solving behaviour among Beginning Physics Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), pp.305-317.

Mestre, N., Fonseca, J., & Conboy, J. (2000). A literacia científica e implicações para o ensino, *Educação, Indivíduo e Sociedade*, 1, pp.23-32.

Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, pp.203-223.

Mintzes, J., Wandersee, J., & Novak, J. D. (1998). *Ensinando Ciência para a Compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

National Science Teachers Association, (1987). *High Schools Science Programs: Guidelines for Self-Assessment*. Washington, D.C.: National Science Teachers Association.
Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em física*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Novak, J.(1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6, pp.167-193.

Observatório das Ciências e das Tecnologias (1998). *Relatório do inquérito à cultura científica dos portugueses*. Lisboa: OCT.

Osborne, R.J. & Wittrock, M.C. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, 67, 4, pp.489-508.

- Pfundt, H. & Duit, R. (1994). *Student's Alternative Frameworks in Science Education: Bibliography*. Kiel: Institute for Science Education. 4rd edition.
- Polya, G. (1975). *How to solve it?* (2^a ed.). Hillsdale, NJ: Princeton University Press.
- Pozo, J. L. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.
- Santos, M.E. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Saltiel, E., & Malgrange, J.L. (1980). «Spontaneous» ways of reasoning in elementary Kinematics, *European Journal of Physics*, 1, pp.73-80.
- Valente, M.O., Gaspar, A., Salema, M.H., Morais, M. M., & Cruz, M. N. (1987). *Aprender a pensar*. Lisboa: Departamento de Educação da FCUL, Projecto Dianóia.
- Valente, M.O., Neto, A. & Valente, M. (1989). Resolução de Problemas em Física- Necessidade de uma Ruptura com a Didáctica Tradicional. *Gazeta de Física*, 12 (2), pp.70-77.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1 (2), pp.205-221.
- Von Glasersfeld, E. (1995). A constructivist approach to teaching. In L.P.Steffe & J.Gale. (Ed.), *Constructivism in education* (pp.3-15). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wandersee & Trowbridge (1998). Using concepts maps in a college course on evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, pp.57.
- White, R.T. (1999). Condições para un aprendizaje de calidad en la enseñanza de las ciências. Reflexiones a partir del proyecto PEEL. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp.3-15.
- Watts, M. & Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 15, pp.360-365.

Watts, M. (1991). *The Science of Problem-Solving-A Practical Guide for Science Teachers*. London. Cassell.

White, R. T., & Mitchell, I. J. (1993). The promotion of good learning behaviours. Comunicacion presentata en la conferencia de la European Association for Research on Learning and Instruction, Aix-en-Provence.

Yager, R. (1996). History of STS reform in the United States. In R. Yager (Ed.), *STS as reform in science education*. Albany, NY: Suny Press, pp.3-15.

Ziman, J. (1994). The rationale of STS education is in the approach. In J.Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education-International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, pp.21-31.

BIBLIOGRAFIA GERAL

Estrela, A. (1986). *Teoria e Prática de Observação de Classes -Uma Estratégia de Formação de Professores* (2ª ed.). Lisboa: INIC.

American Association for the Advancement of Science. *Project 2061* (1993), *benchmarks for science literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press

Ávila, P. et al. (2000). Cultura científica e crenças sobre a ciência, *in* M. E. Gonçalves (org.) *Cultura Científica e Participação Pública*. Lisboa: Celta.

Baird, J. R. (1990). Metacognition, purposeful enquiry and conceptual change in E. Hegarty-Hazel (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge.

Conboy, J. (2000). Estimando a dimensão do N de uma amostra. *INUAF STUDIA*, 1(2), pp.227-274.

Driver, R. Gnesne, E & Tiberghien, A. (Eds) (1985). Childrens ideas in science, *Studies in science education*, 10(3), pp.35-50.

Fensham, P., Gunstone, R., White, R. (1994). *The content of science. A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press

Garret, R.M. (1995). Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias , *in* La resolucion de problemas , *Alambique* (Ed.), Barcelona: editorial Graó, 5, pp.6-15.

GiI et al (1991) Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias.*Enseñanza de las Ciências* 9(1), pp.69-77.

Gonçalves, F.R. (1993). *A Observação da Relação Educativa no processo Ensino-Partilha-Aprendizagem*. Universidade do Algarve.

Gunstone, R.F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. Woolnough (Ed.), *Practical Science*, Milton Keynes: Open University Press, pp.67-77.

Hill, A. & Hill, M. (2002). *Investigação por Questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.

Lunetta, V. (1998). The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In B. Fraser & K. Tobin, (ed.), *International handbook of science education*, pp.249-262, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Marreiros, A., Fonseca, J. & Conboy, J. (2001). O trabalho científico em ambiente de aprendizagem cooperativa. *Revista de Educação*, X(2), pp.99-115.

Miller, J.D. (1992). Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology. *Public Understanding of Science*, 1.

National Research Council (1996). *National science education standards*, Washington DC: National Academy Press.

Nuffield Foundation (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. London:King's College London.

Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). Attitudes to science: issues and concerns, *School Science Review*, 79(8), pp.27-33.

Pedrinaci, E., Sequeiros, L. & Garcia, E. (1992). El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. *Alambique*, 2, pp.37-45.

Pereira, A. (1999). *Guia prático de utilização do SPSS – Análise de dados para ciências sociais e psicologia* (2ªed.). Lisboa: Edições Sílabo.

Programas de ciências físico-químicas 10º / 11º / 12º anos, Ministério da Educação.

Rutherford, F.J. & Ahlgren, A. (1990). *Ciência para todos* (tradução de C. C. Martins, do original *Science for all americans*, 1995) colecção Aprender/Fazer Ciência. Lisboa: Gradiva.

Tuckman, B. (1994). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Woolnough, B.E. (1997). Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*, 78(285), pp.67-72.

Yager, R.E. (1992). The status of science-technology: society reform efforts around the world, *Icase Yearbook*, Arlington.

ANEXOS

Anexo I

QUESTIONÁRIO

Este questionário destina-se a validar um modelo de recolha/análise de informação, integrado na actividade de investigação de um Mestrado em Observação e Análise da Relação Educativa. As respostas são rigorosamente confidenciais e, após tratamento estatístico, servirão apenas os objectivos atrás referidos.

É importante que responda a todas as questões. Na maior parte das questões, apenas é solicitado que assinale com uma cruz (X) numa escala com vários graus de resposta possível:

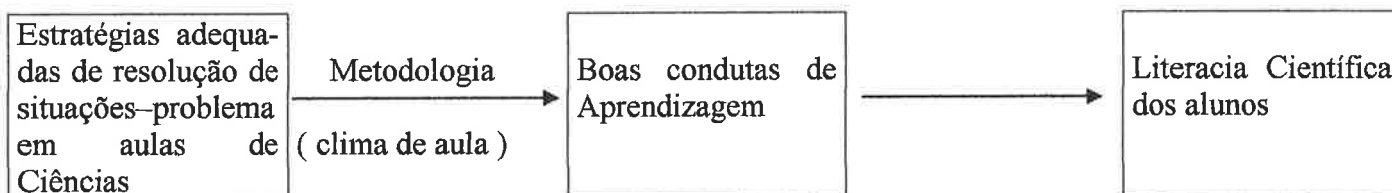
1-Discordo completamente	2-Discordo	3-Não concordo nem discordo	4-Concordo	5-Concordo completamente
--------------------------	------------	-----------------------------	------------	--------------------------

Existem ainda questões em que, caso o deseje, poderá fornecer outros elementos que enriquecerão a proposta de modelo de análise teórico.

CARACTERIZAÇÃO

Idade : _____ Tempo de serviço : _____ Habilitações : _____
Disciplina(s) que normalmente lecciona : _____

Modelo de Análise Teórico



1-Estratégias adequadas de resolução de situações-problema (*problemas e exercícios*) promovem a manifestação de boas condutas de aprendizagem dos alunos, isto é, de comportamentos reveladores de que, além de estarem a aprender conceitos, relações e processos, estão a reflectir, ponderar e avaliar as suas ideias bem como as dos colegas e professor.

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

Observações: _____

2-A manifestação nos alunos das condutas referidas na questão anterior promove neles níveis superiores de literacia científica.

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

Observações: _____

3-De acordo com muitos autores, as seguintes estratégias de resolução de situações-problema devem ser exploradas pelos professores para um ensino significativo da Física :

3.1-Actividades de resolução de situações-problema na sala de aula numa perspectiva metacognitiva (apelando ao conhecimento, consciência, reflexão e controlo das aprendizagens pelo aluno) .

D.C. □ □ □ □ C.C.

1 2 3 4 5

Observações: _____

3.2-Metodologia de trabalho de projecto, microprojecto, de investigação experimental e/ou documental a partir de situações-problema identificadas pelos alunos e abordando as interfaces Ciência/Tecnologia /Sociedade/Ambiente (C/T/S/A).

D.C. □ □ □ □ C.C.

1 2 3 4 5

Observações: _____

4-Conhece outras estratégias do professor associadas à resolução de situações-problema que, na sua opinião, sejam importantes, de acordo com o Modelo Teórico equacionado neste trabalho ?

Sim Não

5- Caso tenha respondido afirmativamente à questão anterior indique essa(s) estratégia(s)

- a) _____
- b) _____
- c) _____

6-Comparativamente às estratégias propostas em 3.1 e 3.2, qual a importância que atribui às que propôs na questão anterior? (Assinale com uma cruz para cada uma das que propôs)

	Mais importante	Igual importância	Menos importante
a)			
b)			
c)			

7-Relativamente às estratégias propostas em 3.1 e 3.2, indique o seu grau de concordância com cada um dos indicadores – comportamentos e atitudes do professor – que, presumivelmente, se devem observar:

7.1-No desenvolvimento de actividades de resolução na sala de aula de *problema e exercícios* numa perspectiva metacognitiva o professor deve :

1-Planear situações de partida problemáticas e relevantes para o aluno.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
2-Considerar enunciados de diferentes graus de abertura, vários caminhos de resolução e, nalguns casos, diferentes soluções.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
3-Diversificar a actividade realizando-a umas vezes como trabalho cooperativo em pequenos grupos e noutras como actividade individual.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
4-Utilizar a resolução de problemas no início, durante e após a leccionação do tema	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
5-Promover a análise qualitativa-intuitiva do problema em detrimento da preocupação excessiva com as “fórmulas”.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
6-Incentivar a formulação de hipóteses de trabalho e a análise das variáveis a considerar, isolar e desprezar.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
7-Analisar, no caso de questões com dados numéricos iniciais, as suas unidades por forma a trabalhar com o sistema de unidades conveniente.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
8-Sensibilizar para as vantagens da construção de: esquema da situação-problema, mapas conceptuais, diagramas, “bonecos”, gráficos, etc, que possibilitem uma visão global.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
9-Orientar para que o método de resolução parta da concepção de um plano global de acção e estratégia, que não se apoie em tentativas de “ensaio e erro”.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
10-Promover a reflexão acerca <u>do que se sabe</u> , <u>do que se quer saber</u> e de <u>como se poderá vir a saber</u> .	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
11-Promover, caso necessário, a planificação de actividades experimentais. Actividades do tipo P.O.E.(prever-observar-explicar) podem revelar-se adequadas.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
12-Apoiar os alunos na tarefa de resolução questionando-os e incentivando a que se auto-questionem para encontrar as informações que estão ao seu alcance.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
13-Fazer o ponto da situação, durante a resolução, promovendo-se a discussão na sala de aula.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
14-Promover a análise crítica e a discussão dos processos seguidos e resultados obtidos.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
15-Analisar, na apresentação de resultados numéricos, a adequação da ordem de grandeza e das unidades.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
16-Elaborar, e registar em turma a memória descritiva do(s) processo(s) de resolução, dificuldades sentidas e aprendizagens obtidas.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5

7.1.1-Conhece outros comportamentos e atitudes do professor importantes numa aula de resolução de problemas ou exercícios numa perspectiva metacognitiva?

Sim

Não

7.1.2-Caso tenha respondido afirmativamente à questão anterior indique-os e assinale a importância que lhes reconhece face aos indicados anteriormente com maior grau de concordância?

Indicador adicional (comportamento e atitude)	Grau de Importância		
a)	Mais Importante <input type="checkbox"/>	Igual Importância <input type="checkbox"/>	Menos Importante <input type="checkbox"/>
b)	Mais Importante <input type="checkbox"/>	Igual Importância <input type="checkbox"/>	Menos Importante <input type="checkbox"/>
c)	Mais Importante <input type="checkbox"/>	Igual Importância <input type="checkbox"/>	Menos Importante <input type="checkbox"/>

7.2-No desenvolvimento de actividades segundo uma metodologia de trabalho de projecto, microprojecto, de investigação experimental e/ou documental a partir de situações-problema identificadas pelos alunos e abordando as interfaces Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (C/T/S/A) o professor deve :

1-Promover a escolha pelos alunos de temas de acordo com os seus interesses e que, de alguma forma, estejam relacionados com conteúdos da disciplina.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
2-Suscitar o interesse em trabalhos que abordem a evolução histórica do conhecimento de fenómenos do dia-a-dia relacionados com aspectos do programa da disciplina.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
3-Incentivar o desenvolvimento de projectos relacionados com a importância do conhecimento científico no domínio tecnológico e, de uma forma geral com o bem-estar e qualidade de vida da Humanidade.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
4-Incentivar a que no desenvolvimento dos projectos se distinga o conhecimento científico da aplicação que dele o Homem decide ou decidiu fazer.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
5-Definir, em turma, aspectos práticos tais como: prazos de entrega, momentos em sala de aula a eles consagrados, formas possíveis de apresentação e comunicação à turma, critérios de avaliação e peso na avaliação da disciplina.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
6-Estimular e apoiar a que os alunos, em pequenos grupos de trabalho, <i>desenhem a sua investigação.</i>	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5

7.2.1- Conhece outros comportamentos e atitudes do professor importantes quando se pretende, segundo uma metodologia de trabalho de projecto, investigar a partir de situações-problema ?

Sim Não

7.2.2- Caso tenha respondido afirmativamente à questão anterior que outros comportamentos e atitudes do professor considera importantes e que importância lhes reconhece face aos indicados anteriormente com maior grau de concordância?

Indicador (comportamento/atitude)	Grau de Importância		
a)	Mais Importante <input type="checkbox"/>	Igual Importância <input type="checkbox"/>	Menos Importante <input type="checkbox"/>

b)

c)

Mais Importante <input type="checkbox"/>	Igual Importância <input type="checkbox"/>	Menos Importante <input type="checkbox"/>
Mais Importante <input type="checkbox"/>	Igual Importância <input type="checkbox"/>	Menos Importante <input type="checkbox"/>

8-Admitindo diferentes dimensões para a manifestação, nos alunos, de boas condutas de aprendizagem (comportamentos), indique o seu grau de concordância com a divisão dessas condutas nas seis dimensões a seguir consideradas.

8.1-Solicitar ajuda ao professor

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

8.2-Comprovar o seu avanço pessoal

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

8.3-Planificar e antecipar possíveis resultados

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

8.4-Reflectir sobre o trabalho

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

8.5-Relacionar os assuntos da aula com as suas convicções e experiências

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

8.6-Manifestar os seus pontos de vista

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

9-Boas condutas de aprendizagem dos alunos serão reveladas por microcomportamentos, indicadores, durante o desenvolvimento das actividades.

Indique para cada dimensão o seu grau de concordância quanto aos indicadores apresentados:

Dimensão	Comportamento	Grau de concordância
9.1 Solicita ajuda ao professor	1-Avisa o professor quando não entende	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
	2-Pergunta ao professor porque está errado.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
	3-Transmite ao professor o que não entende.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
9.2 Comprova o seu avanço pessoal	1-Compara o trabalho com as instruções, corrigindo erros e omissões.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
	2-Quando bloqueia, verifica o que já fez, antes de perguntar ao professor.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
	3-Comprova, questionando o professor, a sua compreensão acerca das instruções, material e objectivos da tarefa.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
	4-Pede mais informação, se lhe parece faltar.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5

Dimensão	Comportamento	Grau de concordância
9.3 Planifica e antecipa possíveis resultados	1- Planifica uma estratégia geral antes de começar. 2- Procura razões para etapas do trabalho. 3- Antecipa e prediz possíveis resultados	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
9.4 Reflecte sobre o trabalho	1-Explica propósitos e resultados . 2-Procura relações entre ideias e actividades adjacentes 3-Procura relações entre ideias e outras actividades e entre temas diferentes	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
9.5 Relaciona os assuntos da aula com as suas convicções e experiências	1-Procura, autonomamente, mais informação a partir de ideias surgidas na aula. 2-Faz perguntas inquisitivas e abrangentes 3-Fornece exemplos pessoais relevantes 4-Procura relações específicas entre os trabalhos escolares e a sua vida pessoal 5-Procura debilidades na sua própria compreensão acerca de determinado assunto, através da análise crítica da consistência das suas explicações em diferentes contextos.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
9.6 Manifesta os seus pontos de vista	1-Sugere novas actividades e procedimentos alternativos 2-Expressa desacordo 3-Propõe ideias e explicações alternativas 4-Justifica opiniões 5-Reage e refere-se a comentários de outros colegas	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5 D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5

10.1-Além das indicadas, na questão 8, conhece outras dimensões que, potencialmente, revelem condutas de boas aprendizagens nos alunos ?

Sim Não

Se respondeu Sim indique-a(s):

- a)- _____
b)- _____
c)- _____

10.2-Face às dimensões com que, na questão 8, expressou um maior grau de concordância que importância atribui às dimensões que propôs ?

(Assinale com uma cruz para cada uma das que propôs)

	Mais importante	Igual importância	Menor importância
a)-			
b)-			
c)-			

10.3-No caso de ter indicado, na questão 10.1, outras dimensões de boas condutas de aprendizagem, apresente alguns indicadores, observáveis nos alunos, que as traduzam :

Dimensão	Indicadores
a)-	-- -- --
b)-	-- -- --
c)-	-- -- --

11-A Literacia científica dos alunos traduz-se, entre outras, nas seguintes dimensões.

11.1-Compreensão de conceitos científicos.

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

11.2-Aplicação dos conceitos na interpretação e tomada de decisões acerca da realidade do seu quotidiano.

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

11.3-Familiarização com a natureza da Ciência através dos seus métodos e processos.

D.C. C.C.
1 2 3 4 5

12-Além das indicadas, conhece outras dimensões, que revelem literacia científica nos alunos ?

Sim Não

Se respondeu Sim indique-a(s):

a)- _____
b)- _____
c)- _____

13-Comparativamente às dimensões de literacia científica indicadas neste questionário, qual a importância que atribui às dimensões que propôs ?

(Assinale com uma cruz para cada uma das que propôs)

	Maior importância	Igual importância	Menor importância
a)-			
b)-			
c)-			

14-Indique o seu grau de concordância, para cada uma das dimensões de literacia científica, com os indicadores evidenciados pelos alunos e que as revelam:

14.1.1-Compreensão de conceitos científicos

Em termos de compreensão de conceitos o aluno deverá :

1-Conhecer os termos inventados, criados, pelo Homem para designar os conceitos.	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
2-Distinguir entre o termo que designa o conceito (concreto) e o conceito (subjectivo).	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
3-Identificar a <u>classe</u> ou <u>categoria</u> a que o conceito pertence (por exemplo <i>força</i> pertence à categoria das grandezas físicas).	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
4-Identificar a <u>sub-categoria</u> (vectorial/escalar) a que o conceito pertence.	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
5-Fundamentar as classificação do conceito quanto à categoria e sub-categoria.	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
6-Definir por palavras suas o conceito, de forma cientificamente correcta .	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
7-Indicar outros conceitos relacionados com o conceito em causa.	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
8-Estabelecer relações correctas, qualitativas e quantitativas, entre o conceito em causa e os outros com ele relacionados.	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
9-Indicar leis, princípios e regras em que o conceito intervém .	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5
10-Aplicar correctamente o conceito na análise e procura de respostas a problemas e exercícios .	D.C.□□□□ C.C. 1 2 3 4 5

14.1.2-Além dos indicadores anteriores, conhece outros, que revelem que o aluno compreende conceitos ?

Sim Não

Se respondeu Sim indique-o(s):

- a)- _____
 b)- _____
 c)- _____

14.1.3-Comparativamente aos indicados neste questionário e com os quais manifestou maior grau de concordância, qual a importância que atribui aos que propôs ?

(Assinale com uma cruz para cada um dos que propôs)

	Maior importância	Igual importância	Menor importância
a)-			
b)-			
c)-			

14.2.1- Aplicação dos conceitos na interpretação e tomada de decisões no seu quotidiano

O aluno deverá :

1-Indicar situações, fenómenos, em que o conceito esteja presente.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
2-Explicar fenómenos do dia-a-dia através da correcta utilização do conceito.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5
3-Reconhecer a importância do conceito no desenvolvimento de uma ou mais componentes das interface Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente.	D.C. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.C. 1 2 3 4 5

14.2.2-Além dos indicadores anteriores , conhece outros que revelem que o aluno aplica, correctamente, os conceitos científicos à realidade que o rodeia ?

Sim Não

Se respondeu Sim indique-o(s):

- a)- _____
 b)- _____
 c)- _____

14.2.3-Comparativamente aos indicados neste questionário e com os quais manifestou maior grau de concordância, qual a importância que atribui aos que propôs ?

(Assinale com uma cruz para cada um dos que propôs)

	Maior importância	Igual importância	Menor importância
a)-			
b)-			
c)-			

14.3.1-Familiarização com a natureza da Ciência através dos seus métodos e processos.

O aluno relativamente à Ciência deverá :

1-Distinguir, em diferentes contextos, a observação da interpretação, na óptica da metodologia científica .	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
2-Distinguir entre o papel ocasional das descobertas acidentais e o da maioria das descobertas que só foram possíveis devido a estratégias deliberadas de considerar hipóteses e de as testar .	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
3-Compreender o significado em Ciência do termo “teoria” sendo capaz de, em exemplos específicos, explicar como as teorias foram formuladas, testadas e validadas por forma a serem aceites pela comunidade científica .	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
4-Questionar-se, procurar respostas e identificar lacunas na sua compreensão através de interrogações do tipo: <i>Como é que sei (...)?; Porque é que sei (...)?; Que evidências conheço acerca de (...)?</i>	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
5-Associar aos conceitos e teorias científicas um carácter mutável e provisório ainda que resultante de um processo de contínuo aperfeiçoamento e de aproximação selectiva à correcta interpretação da natureza.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
6-Conhecer, em exemplos específicos, o percurso histórico da evolução de conceitos e teorias científicas.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
7-Compreender as limitações inerentes à investigação científica no que concerne às questões a que não consegue responder, ou com as quais ainda não se confrontou e do número significativo de novas questões por responder que se colocam por cada que consegue responder.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
8-Conhecer exemplos específicos nos quais o conhecimento científico teve/tem impacto directo na história intelectual e na própria visão da natureza do universo e da condição humana.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
9-Associar o progresso da Ciência a situações vantajosas à condição humana nos domínios, entre outros, tecnológico, do bem-estar, do conforto, da saúde e da segurança.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5
10-Distinguir entre o conhecimento científico e a utilização que dele a Humanidade tem feito e fará.	D.C. □ □ □ □ □ C.C. 1 2 3 4 5

14.3.2-Além dos indicadores anteriores, conhece outros que revelem que o aluno está familiarizado com a natureza da Ciência, nomeadamente com os seus métodos e processos?

Sim Não

Se respondeu SIM indique-o(s):

- a)- _____
 b)- _____
 c)- _____

14.3.3- Comparativamente aos indicados neste questionário e com os quais manifestou maior grau de concordância, qual a importância que atribui aos que propôs ?

(Assinale com uma cruz para cada um dos que propôs)

	Maior importância	Igual importância	Menor importância
a)-			
b)-			
c)-			

FIM

MUITO OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO !

Anexo II

QUESTIONÁRIO

Este questionário não se destina a avaliar-te mas, pelo contrário, a conhecer as tuas opiniões acerca das actividades de resolução de problemas que desenvolveste este ano nas aulas de Física.

O questionário é constituído por afirmações para as quais se solicita que expresses a tua opinião relativamente a duas vertentes. Uma das vertentes diz respeito ao grau de desejabilidade, ("DESEJÁVEL"), de determinado aspecto da actividade e a outra vertente relaciona-se com o grau de consecução, ("CONSEGUIDO"), desse mesmo aspecto na actividade.

A escala das respostas vai desde 1 ao valor 5. O valor 1 indica o menor grau quer de desejabilidade ("DESEJÁVEL") quer de consecução ("CONSEGUIDO"). O valor 5 indica o maior grau quer de desejabilidade quer de consecução. Os outros valores indicam graus intermédios destes dois aspectos. Para indicares a tua posição relativamente ao conteúdo da afirmação faz uma cruz sobre o valor que, para ti, melhor expressa quer o grau de desejabilidade quer o grau de consecução. A título de exemplo considera a seguinte afirmação:

Os problemas propostos nas aulas de Física contribuem para a compreensão dos conteúdos de Física.	1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/>
	DESEJÁVEL				
	1	<input checked="" type="checkbox"/>	3	4	5
	CONSEGUIDO				

Para que os objectivos do questionário sejam atingidos deves pronunciar-te, para as vertentes "CONSEGUIDO" e "DESEJÁVEL", em todas as afirmações.

MUITO OBRIGADO

1)- Os problemas propostos nas aulas de Física:

1.1

Abordam situações do dia-a-dia.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				

1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.2

São interessantes.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				

1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.3

Investigam situações suscitadas pelos alunos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				

1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.4

Abordam fenómenos e acontecimentos importantes referidos nos meios de comunicação.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.5

Contemplam aspectos relativos à poluição e preservação do ambiente.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.6

Abordam a situação energética e dos recursos naturais à escala mundial.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.7

Abordam a situação energética e dos recursos naturais em Portugal.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.8

Abordam situações reais da comunidade onde vivemos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.9

São variados, quanto à existência ou não, de dados numéricos iniciais.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.10

São variados quanto ao número de respostas possíveis.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.11

Possibilitam diferentes processos de resolução.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.12

Conduzem a actividades de investigação.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.13

Relacionam-se não só com os conteúdos da Física mas também com outras áreas do conhecimento.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.14

Contribuem para a compreensão dos conteúdos da Física.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.15

Contribuem para a compreensão do mundo que nos rodeia.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.16

A sua resolução envolve o desenvolvimento de capacidades e não apenas memorização de definições e leis e aplicação de fórmulas matemáticas.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.17

Proporcionam, a quem os resolve, experiências semelhantes às dos cientistas como por exemplo, formular e testar hipóteses, planear e executar experiências e analisar criticamente resultados.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.18

Clarificam as vantagens em aprender Física.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.19

Exploram a relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (impacto da ciência na sociedade, análise de temas de ciência controversos, efeitos do desenvolvimento das tecnologias, problemas ambientais, entre outros).

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.20

Desenvolvem capacidades necessárias à tomada de decisões e à resolução de problemas no quotidiano.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.21

São exercícios de Física, que se resolvem com *“lápiz e papel”*.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

1.22

Exigem pesquisa bibliográfica e/ou experimentação laboratorial.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2)- Durante a actividade de resolução de problemas nas aulas de Física:

2.1

Diversifico a forma como realizo as actividades trabalhando umas vezes individualmente e outras vezes em pequenos grupos de trabalho.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.2

Como primeiro passo, tento compreender a natureza do problema, o seu interesse e objectivos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.3

Resolvo o problema investigando.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.4

Compreendo aspectos do impacto da tecnologia na sociedade.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.5

Tomo posição relativamente a assuntos científicos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.6

Clarifico aspectos acerca da minha compreensão sobre a natureza da ciência e do trabalho dos cientistas.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.7

Adquiro conhecimentos importantes para o desenvolvimento de uma profissão futura.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.8

Adquiro conhecimentos importantes para o prosseguimento de estudos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.9

Identifico, caso existam, sub-problemas a partir do problema inicial.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.10

Distingo, na descrição do problema, o essencial do acessório localizando a informação-chave.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.11

Reflecto, relativamente ao problema, acerca do que sei, do que pretendo saber e de como poderei vir a sabê-lo.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.12

Construo um diagrama, esquema ou “boneco” que possibilite uma visão global da situação.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.13

Defino um plano de resolução do problema, não agindo por tentativas.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.14

Planeio e executo actividades de investigação, experimental ou de outra natureza.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.15

Desenvolvo capacidades e não apenas a memorização de definições e leis e aplicação de fórmulas matemáticas.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.16

Executo o plano de resolução, incluindo as operações matemáticas necessárias.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.17

Utilizo conceitos, leis, e princípios da Física.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.18

Analiso e interpreto dados sob a forma de tabelas e gráficos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.19

Respondo ao problema discutindo, em turma, as diferentes respostas obtidas e processos seguidos pelos alunos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.20

Comparo o trabalho realizado com as instruções dadas, corrigindo erros e omissões.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

2.21

Em caso de bloqueio, reflecto sobre o que já fiz antes de perguntar ao professor.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.22

Comprovo, questionando o professor, a minha compreensão acerca das instruções, material e objectivos da tarefa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.23

Peço mais informação, se me parece faltar.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.24

Planifico uma estratégia geral antes de começar a tarefa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.25

Procuro razões que justifiquem as várias etapas do trabalho.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.26

Antecipo e prevejo possíveis resultados.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.27

Explico propósitos e resultados.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.28

Procuro relações entre ideias e actividades relacionadas com o trabalho.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.29

Ajuízo o valor do meu trabalho.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.30

Procuro, autonomamente, mais informação a partir de ideias surgidas na aula.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.31

Coloco questões pertinentes e abrangentes.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.32

Forneço exemplos pessoais relevantes.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.33

Procuro relações específicas entre o trabalho na sala de aula e aspectos do quotidiano.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.34

Procuro lacunas na minha compreensão acerca de determinados assuntos, através da análise crítica da consistência das minhas explicações em diferentes contextos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.35

Sugiro novas actividades e procedimentos alternativos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.36

Expresso desacordo sempre que se justifique.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.37

Justifico as minhas opiniões.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.38

Reajo e refiro-me a comentários de outros colegas.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

Após a resolução de problemas em aulas de Física:

2.39

Revejo todo o procedimento efectuado e elaboro, oralmente ou por escrito, uma memória descritiva de tudo o que fiz.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

2.40

Reflecto e sou capaz de indicar o que aprendi com a resolução do problema.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

DESEJÁVEL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

CONSEGUIDO

3)- Em termos de relações interpessoais, durante as actividades de resolução de problemas nas aulas de Física:

3.1

Considero o professor interessado e sensibilizado para com os meus sentimentos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

3.2

Desenvolvo a actividade num clima de aula facilitador da comunicação entre professor e alunos e entre alunos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

3.3

Partilho com o professor, sempre que desejo, sentimentos e opiniões, mesmo que resultem do conflito de ideias.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

3.4

Possuo uma boa relação com o professor, existindo empatia e compreensão mútuas.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

3.5

Sou elogiado, por parte do professor, pelo trabalho que desenvolvo.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

3.6

Sou avaliado, em termos de progressão, através de diferentes instrumentos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

3.7

Considero o professor bem preparado para nos ajudar a desenvolver as actividades de resolução de problemas de Física, tendo em conta a nossa diversidade de interesses, conhecimentos e culturas..

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4)- Nas actividades de resolução de problemas nas aulas de Física:

4.1

Utilizo o computador (folha de cálculo, modelações e simulações).

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.2

Visualizo, material audiovisual, como por exemplo, filmes, datashow e acetatos.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.3

Utilizo equipamentos que permitem a obtenção de dados em tempo real, por exemplo, sondas, sensores e interfaces ligadas ao computador ou a uma calculadora.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.4

Exploro a internet durante as actividades de resolução de problemas nas aulas de Física.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.5

Considero que a escola dispõe de espaços físicos, salas e laboratórios, com condições adequadas para as actividades de resolução de problemas de Física incluindo projectos respeitantes a problemas da vida real.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.6

Considero a escola, E.S.P.A.A., bem equipada, em termos de recursos audiovisuais, tendo em conta as minhas exigências e necessidades.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.7

Encontro na biblioteca da escola, E.S.P.A.A., recursos suficientes, em diversidade e quantidade, para o desenvolvimento dos projectos de resolução de problemas de Física.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

4.8

Disponho na escola de recursos informáticos de qualidade e em número suficiente para as actividades de resolução de problemas em Física.

1	2	3	4	5
DESEJÁVEL				
1	2	3	4	5
CONSEGUIDO				

FIM

**QUADRO 1- RELAÇÃO ENTRE OS ITENS DO QUESTIONÁRIO E AS DIMENSÕES DA LITERACIA CIENTÍFICA
CONSIDERADAS NO ESTUDO**

Quanto à natureza dos problemas	Item	Dimensão da literacia científica					Condições transdimensionais	
		Conhecimentos científicos de Física	Ciência como forma de pensar e conhecer	Ciência como forma de investigação	Interações C/T/S/A	Relação professor-aluno e aluno-aluno	Recursos (Instalações/equipamentos)	
1.1						✓		
1.2			✓					
1.3				✓				
1.4						✓		
1.5						✓		
1.6						✓		
1.7						✓		
1.8						✓		
1.9			✓					
1.10			✓					
1.11			✓					
1.12				✓				
1.13		✓						
1.14		✓						
1.15		✓						
1.16			✓					
1.17				✓				
1.18						✓		
1.19						✓		
1.20						✓		
1.21		✓						
1.22				✓				

Quanto às ações desenvolvidas pelos alunos	Dimensão da literacia científica					Condições transdimensionais	
	Item	Conhecimentos científicos de Física	Ciência como forma de pensar e conhecer	Ciência como forma de investigação	Interações C/T/S/A	Relação professor-aluno e aluno-aluno	Recursos (Instalações/equipamentos)
2.1				✓			
2.2			✓				
2.3				✓			
2.4					✓		
2.5			✓				
2.6			✓				
2.7					✓		
2.8.					✓		
2.9			✓				
2.10			✓				
2.11			✓				
2.12			✓				
2.13				✓			
2.14				✓			
2.15			✓				
2.16				✓			
2.17		✓					
2.18				✓			
2.19				✓			
2.20			✓				
2.21			✓				
2.22				✓			

Quanto às ações desenvolvidas pelos alunos	Dimensão da literacia científica						Condições transdimensionais	
	Item	Conhecimentos científicos de Física	Ciência como forma de pensar e conhecer	Ciência como forma de investigação	Interações C/T/S/A	Relação professor-aluno e aluno-aluno	Recursos (Instalações/equipamentos)	
2.23	✓							
2.24			✓					
2.25		✓						
2.26			✓					
2.27			✓					
2.28		✓						
2.29		✓						
2.30		✓						
2.31			✓					
2.32					✓			
2.33					✓			
2.34	✓							
2.35				✓				
2.36		✓						
2.37		✓						
2.38		✓						
2.39				✓				
2.40		✓						

Quanto às relações interpessoais	Dimensão da literacia científica					Condições transdimensionais	
	Conhecimentos científicos de Física	Ciência como forma de pensar e conhecer	Ciência como forma de investigação	Interações C/T/S/A	Relação professor-aluno e aluno-aluno	Recursos (Instalações/equipamentos)	
3.1					✓		
3.2					✓		
3.3					✓		
3.4					✓		
3.5					✓		
3.6					✓		
3.7					✓		

Condições da escola	Dimensão da literacia científica					Condições transdimensionais	
	Conhecimentos científicos de Física	Ciência como forma de pensar e conhecer	Ciência como forma de investigação	Interações C/T/S/A	Relação professor-aluno e aluno-aluno	Recursos (Instalações/equipamentos)	
4.1							✓
4.2							✓
4.3							✓
4.4							✓
4.5							✓
4.6							✓
4.7							✓
4.8							✓

Anexo III

CARACTERIZAÇÃO DA ABORDAGEM A PROBLEMAS

INSTRUMENTO PARA OBSERVAÇÃO DE AULAS

CARACTERIZAÇÃO DA OBSERVAÇÃO

Data	Turma	Nº da aula	Momento da observação (dentro da unid./sub-unid)	Tema da aula	Duração da observação

A- NATUREZA E ABORDAGEM DOS PROBLEMAS

1- Momento em que são abordados:

1.1- Relativamente à unidade/sub-unidade de ensino

Início Durante Final Outra situação
Qual? _____

Observações: _____

1.2- Relativamente à aula:

Início Durante Final Outra situação
Qual? _____

Observações: _____

2- Apresentação dos problemas:

2.1- Quanto ao proponente:

Professor Alunos Decorrente da aula Outra situação
Qual? _____

Observações: _____

2.2- Quanto à forma como são enunciados:

Livro de texto Ficha de trabalho Com.oral/escrita à turma Outra situação
Qual? _____

Observações: _____

3- Quanto ao grau de abertura

Problema nº	Solução	Processo de resolução	Formulação	Aberto/Fechado
	Única(1) Várias(2) Várias c/ aprox.(3)	Conhecido,único(1) Conhecido,vários(2) Desconhecido,único(3) Desconhecido,vários(4)	Explicita(1) Implicita(2) Muito implicita(3)	

Classificação das situações:

Máximo Grau de Abertura - 10 pontos
Menor Grau de Abertura - 3 pontos

4- Quanto à sua natureza curricular

Problema	Conteúdo	Resolução	Curricular/Não Curricular
	Difícil de transpor para o quotidiano(1) Situação do quotidiano(2)	Recorre a conteúdos de Física e consiste numa das tarefas escolares(1) Os conteúdos de Física e as tarefas escolares contribuem para a resolução do problema(2)	

Classificação das situações:

Carácter curricular elevado - 2 pontos

Carácter curricular baixo - 4 pontos

Observações:

5- Quanto à sua estruturação:

Problema	Abordagem	Orientação	Livre/Orientado
	Indica(1) Sugere(2) Não sugere(3)	Existem questões de orientação(1) Não existem questões de orientação(2)	

Classificação das situações:

Maior grau de orientação – 2 pontos

Menor grau de orientação – 5 pontos

Observações:

6- Quanto à sua relação com questões sociais:

Problema	Relação com questões sociais	Reais/Artificiais
	Servem apenas interesses escolares(1) Relacionam-se com aspectos da interface C/T/S/A(2) Centram-se em aspectos da interface C/T/S/A(3)	

Classificação das situações:

Maior grau de aproximação à realidade – 3 pontos

Menor grau de aproximação à realidade – 1 ponto

Observações:

Nota:

Nos itens seguintes de observação, seguir-se-á, na escala de posicionamento, a seguinte chave:

Sempre
Frequentemente
Algumas vezes
Raramente
Nunca

7- Quanto à existência no problema de dados numéricos iniciais:

Existem dados numéricos iniciais..... Sempre. _____ Nunca

Não existem dados numéricos iniciais..... Sempre. _____ Nunca

Existindo:

São em número exacto, face aos necessários à resolução..... Sempre. _____ Nunca

Existem dados necessários e dados não necessários..... Sempre. _____ Nunca

São fornecidos “à medida” de cada questão..... Sempre. _____ Nunca

Não existindo :

O professor fornece-os quando solicitados.....Sempre.____Nunca

Os alunos procuram-nos, pesquisando.....Sempre.____Nunca

Observações: _____

B- NATUREZA DAS ACTIVIDADES DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

8- Quanto à resolução dos problemas enquadra-se em:

Actividades de “caneta e papel”Sempre.____Nunca

Actividades de pesquisa documental ou outra.....Sempre.____Nunca

Actividades experimentais.....Sempre.____Nunca

Projectos de investigação Sempre.____Nunca

Observações: _____

9- No caso de actividades experimentais, estas são:

Demonstrações Sempre.____Nunca

Verificações em grupo (realizadas por alunos)Sempre.____Nunca

Pequenas investigações pelos alunos (por ex. actividades do tipo P.O.E.R.)
Sempre.____Nunca

(P.O.E.R. – Prever-~~O~~bservar-~~E~~xplicar-~~R~~eflectir)

Observações: _____

FIM

Anexo IV

QUESTIONÁRIO

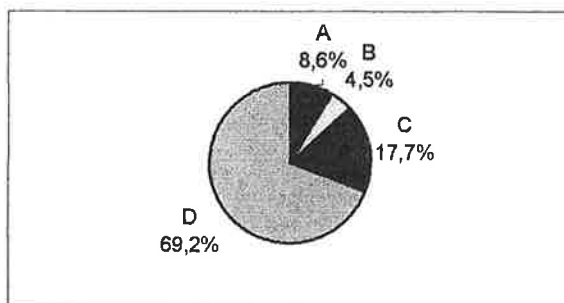
1)- Em relação à energia classifica como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações:

- 1.1- Energia é a força que coloca os corpos em movimento.
- 1.2- Energia é um material que em certas condições pode ser observado.
- 1.3- Os alimentos, os combustíveis não são energia.
- 1.4- Um corpo em movimento tem sempre mais energia que um corpo em repouso.
- 1.5- A energia de um ser inanimado, por exemplo uma pedra, pode ser maior que a de um ser vivo, por exemplo uma pessoa.
- 1.6- Quando um objecto, colocado num ponto alto, inicia a sua queda toda a sua energia potencial gravítica se transforma de imediato em energia cinética.
- 1.7- Pode-se exercer uma força e não transferir energia.

2)- O gráfico seguinte representa o consumo energético em Portugal, no ano de 2000.
(valores de acordo com o Ministério da Indústria e Energia)

Os consumos referem-se a **carvão, petróleo, barragens hidroeléctricas e aproveitamento da energia solar.**

Associa a letra correspondente a cada um dos recursos anteriores na tua folha de respostas.



3)- Lê atentamente as duas notícias publicadas na revista QUO (Julho de 2002).

Poupar com segurança nas estradas

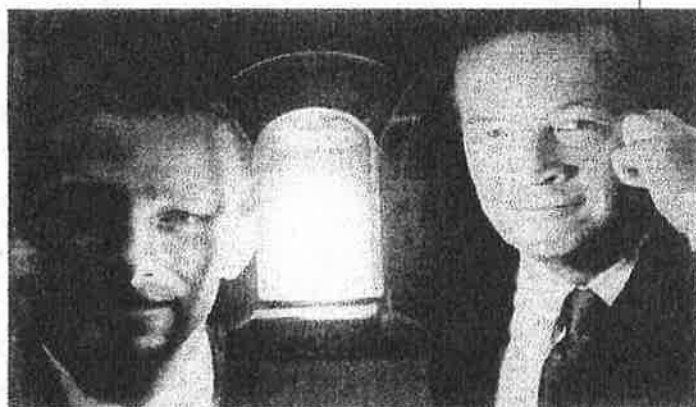
A Philips é pioneira na aplicação da tecnologia LED (Light Emitting Diodes) à iluminação pública e de consumo. As luzes LED eram até há relativamente pouco tempo utilizadas apenas como indicadores em monitores e impressoras. O desenvolvimento por parte da Philips de uma tecnologia capaz de aplicar as LED à iluminação teve como resultado lâmpadas que consomem uma décima parte da potência requerida pela iluminação convencional, duram dez vezes mais e são mais brilhantes e fáceis de visualizar em condições climáticas adversas. Actualmente, muitas são as cidades que já substituíram as lâmpadas incandescentes dos semáforos por LEDs de alta potência, uma iniciativa em que a cidade de Filadélfia foi pioneira e graças à qual viu a sua factura anual de luz diminuir 75% relativamente ao ano anterior, o que significou um decréscimo de 1,5 milhões de dólares.



Luz para os mais pobres

Uma lanterna económica, ecológica e que não necessita de manutenção recebeu o 'Environment Award for Engineers' (prémio para engenheiros que se destacaram na defesa ambiental) em Inglaterra. A

Glowstar – o seu nome – funciona a energia solar e fornece 5 horas de luz ou energia a um rádio. Uma solução para países com problemas energéticos onde ter luz durante a noite é um luxo. <http://itdtd.com/glowstar>







Tomando como base os assuntos destas notícias discute a importância das descobertas científicas, nos seguintes aspectos:

3.1)- Sócio/Económico.

3.2)- Ambiental.

3.3)- Igualdade de oportunidades entre países muito e pouco desenvolvidos.

4)- Em quatro situações, A, B, C, D, são indicados valores hipotéticos da energia envolvida em cada uma das transformações de energia.

A- Lâmpada	B- Espingarda	C- Central eléctrica	D- Altifalante
			
100 joule energia eléctrica	200 joule energia química da pólvora	400 000 joule energia química do carvão	3 joule energia eléctrica
140 joule energia como luz	250 joule energia cinética da bala	1000 000 joule energia eléctrica	0,5 joule energia como som

4.1) - Indica, através da letra correspondente, qual ou quais, não pode (m) ocorrer.

4.2) - Explica porquê.

5) - Apresenta-se a seguir um quadro contendo dados relativos à massa, altura e energia potencial gravítica de duas esferas A e B, de massas, respectivamente, 500 g e 1000g. Considera $g=10 \text{ m/s}^2$

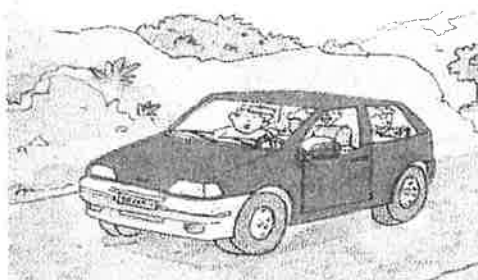
Esfera	Massa (kg)	Altura (m)	Energia potencial gravítica (J)
A	X	10	Y
B	Z	W	100

Completa o quadro, na tua folha, substituindo as letras X, Y, Z e W pelos valores convenientes, apresentando todos os cálculos e raciocínios.

6) - Observa a figura:

Considera que, por uma estranha coincidência, a massa de todos os ocupantes da viatura eram iguais a 50 kg e que o carro tem a massa de 1800 kg.

- $v = 20 \text{ m/s}$
- quatro pessoas



Calcula a energia cinética do sistema, em unidades S.I, apresentando todos os cálculos e raciocínio.

7) - Certamente que numa noite de céu claro já observaste uma “estrela cadente” que, de acordo com a ciência, é um meteorito, que atraído pela Terra, tornou-se incandescente devido à fricção com as partículas da atmosfera.

7.1) - Que forma (s) de energia mecânica possui?

7.2) - Que outra forma de energia está a transferir?

8) - Três amigos resolveram fazer uma corrida de carrinhos ao longo de um corredor de um hipermercado com 15m de comprimento. Com esse objectivo empurram os carrinhos com forças iguais em módulo, 50N, mas diferentes em direcção (ver figura). Considera o atrito desprezável.

Para cada uma das afirmações escolhe a letra que corresponde à opção correcta:

8.1) - O esforço físico:

A- É o mesmo para os três.

B- É maior para o António e menor para o Rui.

C- É maior para o Rui e menor para o António.

D- Não se pode responder. Porquê?



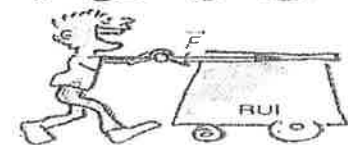
8.2) - O trabalho realizado pela força exercida pelos amigos:

A- É o mesmo para os três.

B- É maior para o Rui que para o José e é nulo para o António

C- É igual para o Rui e o José e menor para o António.

D- Não se pode responder. Porquê?



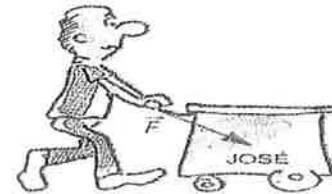
8.3) - A energia transferida para o carrinho foi:

A- A mesma para os três

B- Igual para o Rui e o José e menor para o António.

C- Maior para o Rui que para o José e é nula para o António.

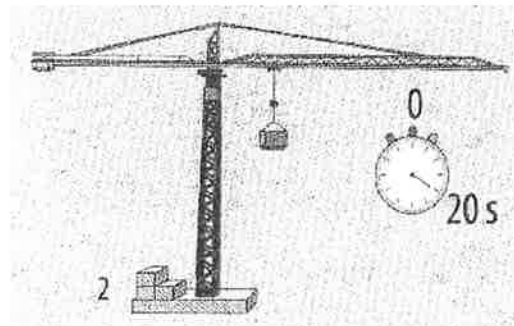
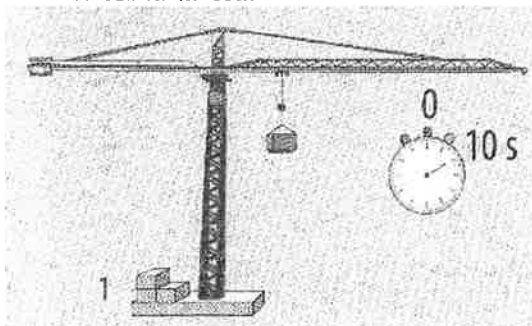
D- Não se pode responder. Porquê?



8.4) - Qual dos amigos chegou primeiro ao fim do corredor? Porquê?

9) - Considera as duas gruas, 1 e 2, da figura e os intervalos de tempo, registados nos cronómetros das figuras, que demoram a elevar corpos iguais até uma mesma altura.

A energia eléctrica “consumida” pela grua 1 foi maior que a da grua 2, para a mesma tarefa.



9.1) - Transcreve, para a tua folha de respostas, as letras correspondentes à(s) afirmação(ões) correcta(s).

- A- A grua 2 é mais potente que a grua 1.
- B- A grua 1 é mais potente que a grua 2.
- C- As potências são iguais pois ambas executam a mesma tarefa, só que uma é mais lenta.
- D- Não é possível comparar as potências das gruas por falta de dados.
- E- O rendimento da grua 1 é maior que o da grua 2.
- F- O rendimento da grua 2 é maior que o da grua 1.
- G- Os rendimentos são iguais pois ambas executam a mesma tarefa, só que uma é mais lenta.
- H- Não é possível comparar os rendimentos das gruas por falta de dados.

9.2) - Ainda referente a estas duas gruas, imagina que eras responsável pela obra e que tinhas de optar por uma delas. Indica, justificando, por qual das gruas optavas?

9.3) - Indica uma circunstância específica da construção que te levasse a optar pela outra grua.

9.4) - Apesar de não existirem máquinas ideais, numa grua ideal a energia eléctrica fornecida à máquina seria...(transcreve a letra da opção correcta).

- A- Igual à energia necessária para fazer subir o corpo.
- B- Inferior à energia necessária para fazer subir o corpo.
- C- Superior à energia necessária para fazer subir o corpo.

10) - Supõe a seguinte situação:

Um colega teu, o João, planeou uma experiência para obter o valor da potência eléctrica do frigorífico que a sua família possui. Com esse objectivo, desligou todos os outros electrodomésticos só mantendo ligado o frigorífico e, após determinados intervalos de tempo (Δt), registou no contador da sua casa a energia “consumida” (E_{cons}).

Para facilitar a análise dos valores das grandezas anteriores construiu a seguinte tabela:

Número do ensaio	Intervalo de tempo de funcionamento (Δt , expresso em h)	Energia “consumida” (E_{cons} , expressa em w×h)
1	0,25 (15 min)	50
2	0,50 (30 min)	105
3	0,75 (45 min)	150
4	1,00 (60 min)	190

10.1)- Para calcular a potência o teu amigo deve usar os valores de um dos ensaios ou de todos? Porquê?

10.2)- Em que circunstâncias é que o valor de um dos ensaios seria de rejeitar?

10.3) - De acordo com os dados da tabela que valor é que ele obteve para a potência do frigorífico? Apresenta cálculos e raciocínio.

10.4) - Constrói um gráfico que represente a variação da energia consumida pelo frigorífico em função do tempo de funcionamento.
(Utiliza a folha de papel milimétrico fornecida pelo professor)

10.5) - Qual das seguintes linhas traduz melhor a variação da energia em função do tempo que representaste no gráfico? Assinala a tua opção na folha de respostas.

A- recta que passa pela origem do referencial.

B- ramo de parábola que passa pela origem do referencial.

C- recta que não passa pela origem do referencial.

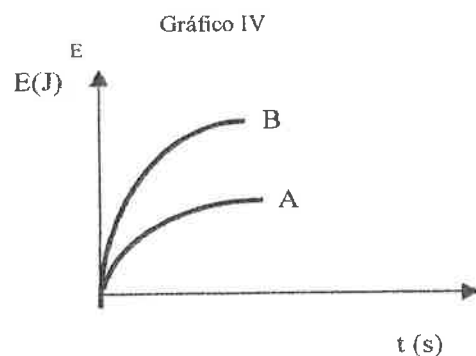
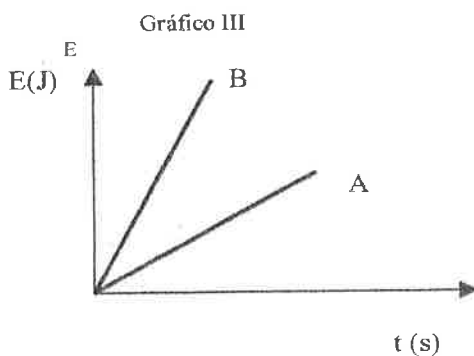
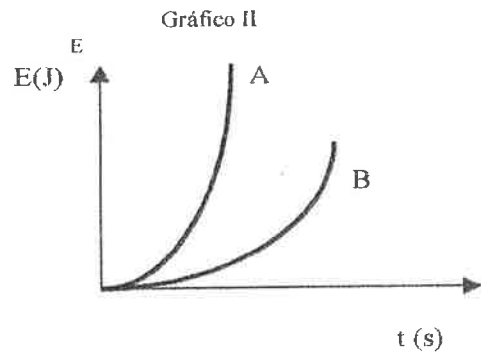
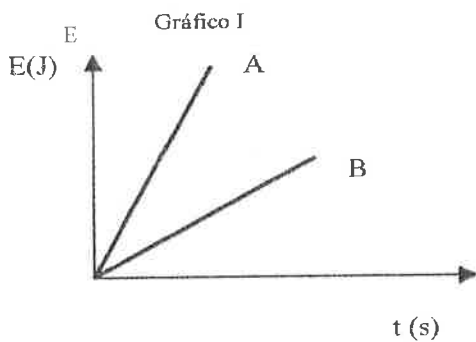
D- ramo de parábola que não passa pela origem do referencial.

E- outra linha. Qual?

10.6) - Como é que a partir do gráfico se pode calcular a potência do frigorífico? Calcula esse valor e compara-o com o valor encontrado na questão 10.3.

10.7) - Os pontos do gráfico estão todos rigorosamente “em cima” da linha que indicaste na questão anterior? Explica se esse facto ocorre ou não numa experiência bem executada.

10.8) - Supõe que a potência eléctrica do frigorífico que tu possuis em casa, **B**, é maior que a do frigorífico da casa do João, **A**.
Qual dos gráficos traduz melhor a diferença entre os dois frigoríficos?



10.9) - Justifica a opção anterior.

10.10) - Decorridos alguns dias, o João encontrou o manual de instruções do frigorífico, onde o fabricante tinha registado, entre outras características, a sua potência eléctrica. O João ficou um pouco decepcionado já que o valor indicado era um pouco diferente do valor que ele encontrou.

Indica, duas ou mais razões, que possam justificar essa diferença.

10.11) - Sugere e fundamenta alterações no método seguido pelo João para que o valor obtido para a potência eléctrica do aparelho se aproximasse mais do valor real.

11) - Considera a seguinte questão-problema:

“Qual a potência média de uma pessoa a subir umas escadas?”

Supõe que para responder à questão és solicitado, durante uma aula, a planear e executar uma actividade experimental que, após análise dos dados, te permitirá tirar conclusões. Estas serão, posteriormente apresentadas à turma.

Para realização da experiência, dispões do seguinte material:

- Balança de casa de banho
- Fita métrica
- Cronómetro



Como procederias? Refere-te às seguintes etapas:

11.1)- Factores de que depende a grandeza a estudar.

11.2)- Planeamento experimental.

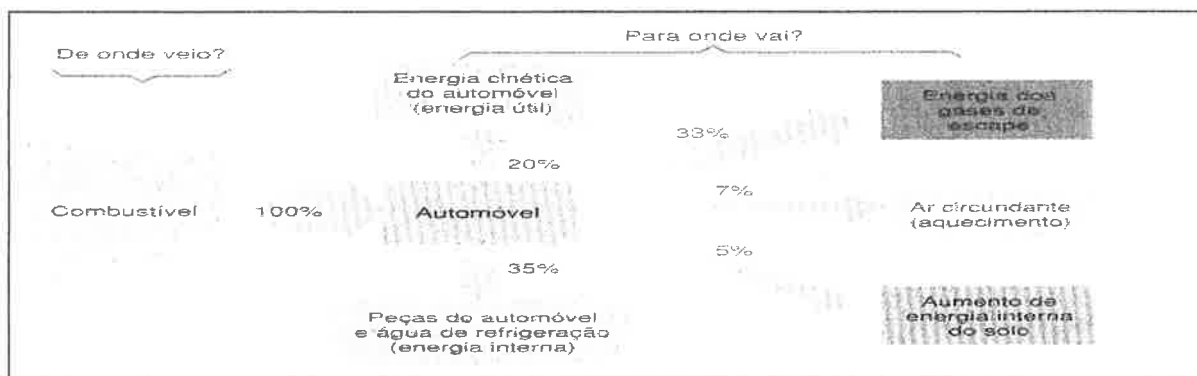
11.3)- Medições a efectuar.

11.4)- Forma de organizar os dados.

11.5)- Comunicação à turma.

12)- O motor de um automóvel serve para que um veio adquira um movimento de vaivém muito rápido, a ser transmitido ao eixo das rodas, o que se traduz no seu movimento.

O quadro seguinte apresenta o balanço energético do funcionamento de um carro:



De acordo com o esquema anterior responde às seguintes questões:

- 12.1) - Numa travagem, há conservação da energia total no sistema “carro + exterior”?
Justifica.
- 12.2) - Numa travagem, há conservação da energia mecânica no sistema “carro + exterior”? Justifica.
- 13) - Propõe-se agora um problema que deverás resolver de acordo com o método científico, ou seja, da forma que os cientistas abordam e tentam resolver problemas em Ciência

Imagina que, num grande laboratório farmacêutico, eras o responsável por um estudo onde se pretendia responder ao seguinte problema:

Qual a eficácia do medicamento *Artérix*[®] na diminuição da tensão arterial em doentes que sofrem de hipertensão.

Qual dos dois métodos seguintes utilizarias para que o estudo tivesse um maior rigor científico? (Escolhe e transcreve a letra que traduz a tua opção)

- A- Dar o medicamento a 500 indivíduos com hipertensão e não dar o medicamento a outro grupo de 500 sofrendo também de hipertensão, para comparar em quantos de cada grupo a tensão arterial baixava.
- B- Dar o medicamento a 1000 indivíduos que sofrem de hipertensão, para observar em quantos deles a tensão iria baixar.
- C- Dar o medicamento aos doentes de um médico teu amigo, para ver se a tensão diminuía.
- D- Dar o medicamento a animais mamíferos sofrendo de hipertensão e verificar se a tensão diminuía.

14) - Acerca do conhecimento e investigação em ciência classifica como *Verdadeira* ou *Falsa* cada uma das seguintes afirmações.

- A- Desde que numa experiência se obtenha um determinado resultado, este passa a constituir uma verdade em Ciência.
- B- A Ciência, ao contrário de outras áreas do conhecimento, sendo exacta não admite incertezas.
- C- O conhecimento científico, umas vezes é benéfico e outras é prejudicial para a Humanidade.
- D- A forma como os cientistas abordam e resolvem o problemas em Ciência interessa, sobretudo, para quem prossegue estudos em áreas científicas.
- E- Dado o grande desenvolvimento científico/tecnológico atingido actualmente pela Humanidade existe, hoje em dia, uma menor área para investigação.
- F- A actividade dos cientistas é dependente de valores éticos e morais.
- G- Os conhecimentos científicos, desde que resultantes de actividades bem executadas, constituem um conjunto de conhecimentos verdadeiros e definitivos.
- H- A tragédia humana, ocorrida na cidade japonesa de Hiroshima durante a 2ª guerra mundial, explosão de uma bomba nuclear, deve-se às investigações dos cientistas sobre energia nuclear.

FIM

OBJECTIVOS DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS RELATIVOS À LITERACIA CIENTÍFICA :

O questionário pretende medir nos alunos níveis de literacia científica. Os conteúdos testados são os da unidade programática em que o estudo incide. Quanto às dimensões consideradas, no estudo, para a literacia científica são as seguintes:

1- Conhecimentos científicos em Física (C C F)

- Conhecer os termos inventados pelo Homem para designar conceitos e relações em Física.
- Compreender conceitos e relações, explicando-os por palavras suas de forma cientificamente correctas.
- Estabelecer relações correctas, qualitativas e quantitativas, entre o conceito em causa e os outros com ele relacionados.

2- Ciência como forma de pensar e conhecer (C F P C)

- Indicar situações, fenómenos, em que o conceito esteja presente.
- Explicar fenómenos do dia-a-dia através da correcta utilização do conceito.
- Compreender a natureza da Ciência e o trabalho dos cientistas.

3- Ciência como forma de investigação (C F I)

- Descrição dos métodos e processos usados pelos cientistas

- Utilizar métodos e processos científicos tais como: observar, medir, classificar, inferir, registar e analisar dados, comunicar de forma escrita e oral, explorar gráficos e tabelas de dados, realizar cálculos.
- Ênfase em actividades “*hands-on minds-on*”

4- Interacções Ciência / Tecnologia / Sociedade / Ambiente (C T S A)

- Aplicar correctamente o conceito, e as leis e princípios em que intervém, na análise e procura de respostas problemas
- Reconhecer a importância do conceito na tomada de decisões em temas que envolvem as interfaces Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente
- Impacto da ciência na sociedade
- Inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente
- Impactos sociais da ciência
- Aspectos morais e éticos associados à ciência

O estudo incidirá sobre alguns conteúdos da 1ª unidade do programa da componente de Física da disciplina de Ciências Físico Químicas do 10º Ano de escolaridade.

Quadro 1 - Relação dos itens do questionário com dimensões de literacia e conceitos físicos

		Dimensões da literacia científica								
Sub/Unidade (Conteúdo)	Conceito/Relação	Conhecimentos científicos de Física			Ciência como forma de pensar e conhecer			Interacções Ciência /Tecnologia/Sociedade/ambiente		Ciência como forma de investigação
		Conhecer conceitos/relações	Compreender conceitos/relações	Estabelecer relações entre conceitos	Indicar situações/fenómenos	Explicar situações/fenómenos	Compreender natureza da Ciência/trabalho do cientista	Importância dos conceitos /relações tomadas de decisão na interface C/T/S/A	Aplicação do conceito/lei/relação na análise e resolução de problemas	
	Energia	1.1/1.2/1.3/	1.4/1.5	1.6/1.7/						
1. Situação energética mundial e degradação de energia	Energias renováveis e não renováveis			2					3.1	
	“Consumo” energético em actividades humanas		3				13/14 (não relac. com o cont.)		3.2	
	Transferências e transformações de energia				4.1					
	Conservação e degradação de energia					4.2/10				
	Rendimento		9.1(2 ^o p)							
	Racionalidade na utilização de energia								3.3	

Quadro 1 (continuação)

Dimensões da literacia científica										
Sub/Unidade (Conteúdo)	Conhecimentos científicos de Física				Ciência como forma de pensar e conhecer			Interações Ciência /Tecnologia/Sociedade/ambiente		Ciência como forma de investigação
	Conhecer conceitos/relações	Compreender conceitos/relações	Estabelecer relações entre conceitos	Indicar situações/fenômenos	Explicar situações/fenômenos	Compreender natureza da Ciência/trabalho do cientista	Importância dos conceitos /relações tomadas de decisão na interface C/T/S/A	Aplicação do conceito/relação na análise e resolução de problemas	Aplicação da metodologia científica	
1. Situação energética mundial e degradação de energia	Energias cinéticas									
	Energias potenciais									6
	Energia mecânica				7.1	7.2				5
	Trabalho, calor e radiação como energia transferida	8.1	8.2	8.3/8.4						
	Potência		9.1(1ª parte)				9.2/9.3			9.4
	Lei da conservação da energia					12.1		7		10/11
	Balanco energético em veículos motorizados					12.2				

Anexo V

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

PLANIFICAÇÃO DO 10º ANO

1º Período

Departamento de Ciências Físico-Químicas

Disciplina: Ciências Físico-Químicas

Ano Lectivo: 2002/03

10º Ano de escolaridade

Unidade 1- Energia. Conservação e degradação de energia.

Conteúdos	Objectivos de aprendizagem	Estratégia/Actividades	Nº de aulas
<p>1. Energia.</p> <p>Conservação e degradação de energia.</p> <p>1.1</p> <p>Conceito de energia. Fontes e formas de energia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aceitar a energia como uma entidade universal que, globalmente, se conserva mas que se transfere entre os vários sub-sistemas do universo. • Reconhecer fontes de energia renováveis e não renováveis. • Reconhecer formas de energia distintas em situações concretas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação e discussão de sistemas que utilizem diversas fontes de energia. • Resolução de exercícios onde se evidenciem formas de energia distintas 	6
<p>1.2</p> <p>Transferências e transformações de energia.</p> <p>Conservação e degradação de energia. Rendimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar transferências e transformações de energia. • Associar a qualquer processo de transferência ou de transformação um rendimento sempre inferior a 100% (degradação de energia). 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão de situações do dia-a-dia envolvendo transferências e transformações de energia. • Resolução de exercícios. 	6
<p>1.3</p> <p>Energia cinética. Energia potencial. Energia mecânica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar energia cinética como a energia associada ao movimento. • Identificar energia potencial como a energia resultante das interações. • Indicar que o valor da energia potencial gravítica num ponto só é conhecido se for estabelecido um nível de referência. • Identificar energia mecânica de um sistema como a soma das respectivas energias cinética e potencial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise e discussão de exemplos de utilização e transformação de energia : automóvel em movimento , barragem hidroeléctrica. • Resolução de exercícios. 	4

Conteúdos	Objectivos de aprendizagem	Estratégia/Actividades	Nº de aulas
<p>1.4</p> <p>Calor, trabalho e potência.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar trabalho e calor como quantidades de energia transferida entre sistemas. • Identificar transferências de energia como trabalho, calor e radiação. • Distinguir trabalho motor de trabalho resistente. • Distinguir trabalho, calor e potência e explicitar os valores destas grandezas em unidades S.I. • Relacionar a força eficaz com a energia transferida. • Relacionar a potência média com a energia transferida no intervalo de tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de situações do quotidiano em que ocorram transferências de energia sob a forma de calor e sob a forma de trabalho. • Resolução de exercícios e problemas. 	4
<p>1.5</p> <p>Lei da conservação de energia.</p> <p>Balanços energéticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar fisicamente a lei da conservação de energia. • Aplicar a lei de conservação de energia a situações do dia-a-dia, efectuando balanços energéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão de situações de transferência, conservação e degradação de energia. • Construção de balanços energéticos de sistemas utilizados no quotidiano dos alunos: automóvel em andamento, cafeteira a fazer café num fogão a gás ou outros similares. 	6

Unidade 1- Situação energética mundial e degradação de energia. Conservação da energia

Terminologia utilizada: Trabalho prático ou actividades práticas (TP): tarefas realizadas pelos alunos, manipulando recursos e material diversificados, dentro ou fora das salas de aula. Trabalho ou actividade laboratorial(TL/LAL): o trabalho prático realizado em laboratório, individualmente ou em grupo. Trabalho experimental (TE): o trabalho prático que envolva manipulação de variáveis, seja na forma de experiência guiada, seja em formato investigativo - o TE pode ser, ou não, do tipo TL e vice-versa.

Conteúdos	Objectivos de aprendizagem	Estratégia/Actividades	Nº de aulas
1.1 Fontes de energia e estimativas de "consumos" energéticos nas principais actividades humanas	<ul style="list-style-type: none"> Analisar e comparar dados relativos a estimativas de "consumo" energético nas principais actividades humanas e reconhecer a necessidade de utilização de energias renováveis. Indicar vantagens e desvantagens de energias renováveis e não renováveis. 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação e discussão de uma ficha orientadora da análise e resolução de problemas de Física. Visionamento de vídeo e sua discussão - TP1. TP2 (1ª parte): Discussão de informações (textos, tabelas e gráficos) contendo dados técnicos e de opinião sobre diferentes consumos energéticos em várias actividades humanas. TP2 (2ª parte): Análise e discussão em turma de informações (textos, tabelas e gráficos) acerca das vantagens e desvantagens da utilização de fontes alternativas e seguras (não poluentes). Desenvolvimento de projecto de investigação (extra - aula) -TP3- subordinado ao tema "Que energias para o futuro?" -trabalho escrito e debate- onde serão abordados aspectos relativos à problemática da utilização de energias aos níveis mundial, nacional e regional (Algarve)- tomando decisões sobre o uso racional de energia. 	1 1 2 2 Total: 6
1.2 Transferências e transformações de energia. Conservação e degradação de energia. Rendimento. Uso racional de fontes de energia.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar transferências e transformações de energia. Associar a qualquer processo de transferência ou de transformação um rendimento sempre inferior a 100% (degradação de energia). Identificar factores que contribuem para o uso racional das fontes de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> Discussão de situações do dia-a-dia envolvendo transferências e transformações de energia. TL1- em formato investigativo, acerca de transferências e transformações de energia. TL2- Lâmpadas economizadoras de energia versus lâmpadas de incandescência TP4 (extra - aula)- Poupar dinheiro utilizando melhor a energia eléctrica Discussão dos TL e TP. Ficha de trabalho 1 	1 2 1 2 Total:6

Conteúdos	Objectivos de aprendizagem	Estratégia/Actividades	Nº de aulas
<p>1.3</p> <p>Energia cinética. Energia potencial.</p> <p>Energia mecânica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar energia cinética como a energia associada ao movimento. • Identificar energia potencial como a energia resultante das interações. • Indicar que o valor da energia potencial gravítica num ponto só é conhecido se for estabelecido um nível de referência. • Identificar energia mecânica de um sistema como a soma das respectivas energias cinética e potencial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise e discussão de exemplos de utilização e transformação de energia: automóvel em movimento, barragem hidroelétrica. • Resolução de Ficha de trabalho 2 - TP5 + TL3 	<p>2</p> <p>2</p> <p>Total: 4</p>
<p>1.4</p> <p>Calor, trabalho e potência.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar trabalho e calor como quantidades de energia transferida entre sistemas. • Identificar transferências de energia como trabalho, calor e radiação. • Distinguir trabalho motor de trabalho resistente. • Distinguir trabalho, calor e potência e explicitar os valores destas grandezas em unidades S.I. • Relacionar a força eficaz com a energia transferida. • Relacionar a potência média com a energia transferida no intervalo de tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • TE1 - Trabalho de campo- (extra-aula): Determinação da potência de um aparelho de microondas. • Discussão do TE. • Resolução de exercícios e problemas: Ficha de trabalho 3. 	<p>2</p> <p>2</p> <p>Total:4</p>

<p>1.5 Lei da conservação de energia. Balanços energéticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar fisicamente a lei da conservação de energia. • Aplicar a lei de conservação de energia a situações do dia-a-dia, efectuando balanços energéticos. • Utilização de sensores, associados quer a computador quer a calculadora gráfica, como sistema de aquisição de dados. • Tratamento de dados através de software adequado a PC ou calculadora gráfica do aluno. 	<ul style="list-style-type: none"> • TL4: Identificação em diferentes tipos de materiais (conjuntos laboratoriais, brinquedos, garrafas “termos”, pequenos electrodomésticos) os processos de transferências e transformações de energia • TP5 - Trabalho de campo - (extra - aula): Poupar dinheiro sabendo Física • Discussão dos trabalhos realizados (TP e TL). • Construção de balanços energéticos de sistemas utilizados no quotidiano dos alunos: automóvel em andamento, cafeteira a fazer café num fogão a gás ou outros similares. • Actividade prática-TL5 + TL6 : Bola Saltitona e Pêndulo Gravítico. 	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>Total:6</p>
---	--	---	--

Actividades de Resolução de Problemas desenvolvidas no grupo controlo

"Problemas" e Exercícios resolvidos nas aulas

TRABALHO E ENERGIA:
significados qualitativos

- 1 Preenche o quadro seguinte, assinalando as frases verdadeiras e as falsas. Justifica as tuas respostas.

Quadro I

Afirmações	V	F
Uma força realiza trabalho quando produz o deslocamento do corpo onde actua.		
A energia pode transferir-se dos receptores para as fontes.		
Uma mola comprimida ou esticada possui energia potencial elástica.		
Um corpo em repouso pode ter energia potencial gravítica.		
O trabalho que uma força realiza é uma medida da energia transferida entre sistemas mecânicos.		

- 2 A energia cinética está associada ao movimento relativo dos corpos. Faz a correspondência correcta entre as frases existentes nos quadros II e III.

Quadro II

1 – Quando o automóvel acelera
2 – Quando se trava o automóvel
3 – Quando o automóvel se desloca com velocidade constante numa estrada rectilínea

Quadro III

A – A energia cinética mantém-se
B – A energia cinética aumenta
C – A energia cinética diminui

- 3 Indica uma situação do dia-a-dia na qual verifiques o seguinte:
- o sistema possui energia cinética, mas não tem energia potencial.
 - o sistema possui energia potencial, mas não tem energia cinética.
 - o sistema possui energia potencial e energia cinética.
- 4 Tenta responder às questões seguintes:
- Podes considerar uma casa fechada como sendo um sistema isolado? Porquê?
 - Quais são as formas de energia que podes detectar num sistema físico?
 - Como é que um sistema físico pode perder energia?
 - Qual é o significado da expressão "há degradação de energia"?

- 5 Indica as variações de energia que ocorrem nos sistemas:
- A – Um vaso de água no qual se introduzem cubos de gelo.
 - B – Uma mola elástica que se alonga.
 - C – Um elevador cujo cabo se parte.
 - D – Um automóvel que se desloca numa pista horizontal com velocidade constante.
 - E – Um automóvel que sobe um plano inclinado com velocidade constante.

- 6 Supõe que assistes a um desafio de futebol. Refere se há realização de trabalho nas seguintes situações:

- a) Quando o jogador chuta a bola;
- b) Quando a bola deixa de contactar com a bota do jogador.

- 7 Analisa as expressões seguintes e escolhe a **única** que permite calcular o trabalho realizado por uma força constante (\vec{F}), cujo ponto de aplicação tem um deslocamento rectilíneo ($\vec{\Delta r}$) na direcção e sentido da força. Justifica a escolha efectuada.

A – $W = |\vec{F}| + |\vec{\Delta r}|$ B – $W = \frac{|\vec{F}|}{|\vec{\Delta r}|}$ C – $W = |\vec{F}| \times |\vec{\Delta r}|$
 D – $W = |\vec{F}| \times |\vec{\Delta r}|^2$

- 8 Uma força horizontal, de intensidade 20 N, actua numa caixa deslocando-a na mesma direcção e sentido da força, durante 10 m (fig. 1). Qual é o trabalho realizado pela força sobre a caixa?

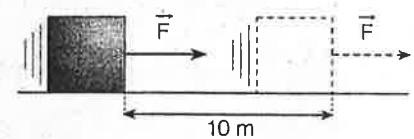
- 9 Uma laranja ($m = 0,13 \text{ kg}$) é elevada do solo até à altura de 0,8 m por uma força constante cuja intensidade é igual ao peso da laranja (considera $g = 9,8 \text{ N/kg}$). Qual é o trabalho realizado por essa força?

- 10 Uma caixa ($m = 20 \text{ kg}$) é elevada com velocidade constante por uma força que realiza o trabalho de 6 kJ. Calcula a altura a que se elevou a caixa, em relação ao solo.

- 11 Uma gota de chuva ($m = 3,4 \times 10^{-5} \text{ kg}$) cai verticalmente com velocidade constante, percorrendo 100 m até chegar ao solo sob a acção da força gravitacional e da resistência do ar (considera $g = 10 \text{ N/kg}$).

- a) Qual é o trabalho realizado pela força gravitacional que actua na gota de chuva?
- b) Qual é o trabalho realizado pela resistência do ar?

TRABALHO REALIZADO POR FORÇAS CONSTANTES



1



3

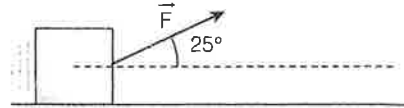


4



5

- 12 Um bloco ($m = 2,5 \text{ kg}$) desloca-se 2 m ao longo de uma superfície sem atrito por acção de uma força constante, cuja intensidade é 16 N , e faz um ângulo de 25° com a horizontal (fig. ②).



2

Calcula o trabalho realizado pelas seguintes forças:

- Força constante (\vec{F}) aplicada ao bloco.
 - Força de reacção normal da superfície (\vec{N}).
 - Força gravitacional (\vec{F}_g).
 - Resultante das forças aplicadas no bloco.
- 13 Uma senhora exerce uma força de 20 N numa mala ($m = 10 \text{ kg}$) num percurso rectilíneo de 5 m . A direcção da força faz um ângulo de 30° com a horizontal (fig. ③).
- Qual é o valor da componente da força exercida pela senhora (intensidade da força eficaz) na direcção do deslocamento da mala?
 - Qual é o trabalho total realizado sobre a mala, admitindo que não existe atrito?
- 14 Um rapaz eleva uma mala, cujo peso é 200 N , na vertical até $1,5 \text{ m}$ de altura (fig. ④). Qual é o trabalho realizado pelo peso da mala?
- 15 Um rapaz transporta no ombro uma mala com o peso de 200 N ao longo de 5 m (fig. ⑤). Qual é o trabalho realizado pelo peso da mala?
- 16 Um rapaz arrasta uma mala numa superfície onde a força de atrito é 200 N . Calcula o trabalho total realizado pelas forças que actuam na mala quando esta se desloca 8 m nas seguintes condições:
- A força exercida pelo rapaz tem a intensidade de 800 N e faz um ângulo de 60° com a superfície horizontal.
 - A força exercida pelo rapaz tem a intensidade de 800 N e o deslocamento da mala tem a mesma direcção e o mesmo sentido da força.

Actividades de Resolução de Problemas desenvolvidas no grupo experimental

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

FICHA PARA ANÁLISE E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS AULAS DE C.F.Q.

Uma das tarefas mais frequentes em Física e Química é a de resolver problemas. Problema é toda a situação teórica ou experimental para a qual, à partida, não se conhece a resposta e ainda, numa perspectiva mais alargada, não se sabe se existe resposta ou se é possível dá-la. Em geral, quando estamos perante um problema, não dispomos de todos os elementos necessários à sua resolução, isto é, existem incógnitas e a sua resolução consiste na arte de descobrir os elementos – dados – necessários para a sua resolução e o modo de os utilizar.

Para a resolução de problemas é necessário intuição e compreensão, não só do assunto em causa mas também de um percurso comum a seguir e que pode e deve ser por ti treinado.

Após leitura atenta do enunciado/descrição do problema

1- Análise do problema

1.1- Clarificação

Existem palavras/expressões cujo significado desconheças? Em caso afirmativo, regista-as e procura esclarecer o seu significado no contexto do problema em causa.

1.2- Identificação do problema

Qual é o problema? Descreve-o por palavras tuas, evitando as palavras /expressões do enunciado.

Qual(is) é(são) as incógnitas do problema?

1.3- Conceitos, relações, leis e princípios envolvidos na resolução.

Indica com que assunto das aulas, com que conceitos, leis e princípios julgas o problema estar relacionado.

1.4- Informação relevante

Identifica e regista as palavras/expressões chave e os dados numéricos relevantes do problema.

1.5- Previsões quanto à resposta

Prevê respostas ao problema e estabelece critérios a que deve obedecer (valores numéricos entre os quais a resposta se deve situar, unidades das grandezas finais, etc)-

2- Plano de resolução

2.1- O que é que sabes, ou julgas saber acerca do problema e da forma de o resolver?

2.2- O que é que te falta saber para resolveres o problema?

2.3- Como poderás vir a saber o que falta para resolveres o problema?

2.4- Identifica subproblemas e, a partir destes etapas de resolução.

2.5- Elabora um "boneco", esquema ou gráfico que traduza a situação e o percurso de resolução.

3- Execução

3.1- Executa a estratégia de resolução (aplicação de leis e princípios, estabelecimento de relações e realização de cálculos).

3.2- Compara o resultado obtido com as previsões e analisa a sua validade, inclusive em termos de coerência de unidades.

3.3- Dá a resposta final.

4- Reflexão final

4.1- Critica o método de resolução seguido face a outros métodos de resolução possíveis.

4.2- Identifica as dificuldades (etapas/aspectos que se revelaram mais difíceis, assuntos que não sabias ou de que não te recordavas, forma como superaste essas dificuldades).

4.3- O que aprendeste?

Interesse prático do problema e da sua resolução nos níveis:

- conceitos, leis e sua aplicação
- desenvolvimento de processos mentais
- natureza e processos da ciência
- explicação de fenómenos do dia a dia

No caso da resolução implicar a realização de trabalho experimental considera, após o ponto 2.5, os seguintes aspectos:

2.6- Faz previsões e formula hipóteses relativamente à actividade que vais desenvolver

2.7- Descreve por palavras tuas o procedimento que vais seguir, o material que vais utilizar e o que se pretende com a actividade.

2.8- Registo de observações/medições

2.9- Resolução do problema a partir dos resultados experimentais

- contribuição dos resultados experimentais para a resolução do problema.
- confirmação, ou não, das hipóteses de trabalho formuladas.


2.10- Reflexão crítica sobre a actividade experimental

- adequação aos objectivos
- vantagens /desvantagens face a outras possíveis
- razões para erros /discrepâncias
- melhoramentos a introduzir na actividade, face aos seus objectivos

Continuar a partir do item 3.1 incidindo em todos os aspectos que tenham sentido para o problema em causa.

NOTA

Esta sequência não deve ser encarada de forma rígida e inflexível mas si como uma chamada de atenções para uma série de passos, que normalmente não consideras quando resolves problemas, e que te podem auxiliar a melhorar as tuas capacidades para resolvê-los.

	<p>Actividade</p> <p>Assunto: Visionamento de um vídeo sobre Energia e sua utilização.</p> <p>Turma _____ N.º _____</p>
---	---



QUESTÕES-PROBLEMA

- ↳ Porque é tão importante a energia para a Humanidade?
- ↳ O que é a energia?

Vais assistir a um vídeo onde deverás recolher informações que te ajudem a responder às questões-problema iniciais.

Para te ajudar na procura das respostas existem questões nesta ficha de trabalho a que deverás responder quer pela observação atenta do vídeo quer pelos teus conhecimentos anteriores.

1- De que formas, exemplos, se evidencia no vídeo a necessidade de energia no dia a dia?

2- No início, a "Lua" ao explicar aos jovens a importância da energia diz:

"Diariamente em todo o mundo gasta-se muita energia..."

3- A expressão "gasta-se" está correctamente aplicada? Explica.

4- Indica fontes de energia renováveis:

5- Indica fontes de energia não-renováveis:

6- Indica vantagens e desvantagens de cada um dos tipos de fontes:

7- No caso do nosso país, indica por ordem decrescente de utilização, as três fontes de energia não-renováveis mais utilizadas.

9- Considerando as cinco fontes de energia que consideraste nas duas alíneas anteriores, indica-as por ordem decrescente de utilização em Portugal.

10- O que é que a "Lua" pretende dizer quando refere:

"Se as pessoas usassem a energia com mais cuidado (...)"

11- Nos documentos que constituem o vídeo são referidos dois fenómenos envolvendo a energia, respectivamente, a conservação e a degradação.

11.1- O que entendes por conservação da energia?

11.2- E por degradação de energia?

12- És capaz de, a partir de um exemplo concreto, exemplificar os fenómenos de conservação e degradação de energia?

13- No vídeo são feitas referências a três formas fundamentais de energia. Quais são essas formas fundamentais?

14- Considera a expressão:

"Evitando acelerar inutilmente um carro, ou uma mota, poupa-se..."

(escolhe a palavra que completa correctamente a frase)

- **combustível**
- **energia**

Explica.

15- Um dos exemplos, dados no vídeo, sobre degradação de energia consiste no funcionamento dos motores de combustão dos automóveis e motas.

15.1- Nesse exemplo em que é que consiste a degradação de energia?

15.2- De acordo com o vídeo qual é, em percentagem, a fracção da energia que, no motor de um automóvel, se transforma:

15.2.1- de forma útil de acordo com o que se pretende?

15.2.2- em formas de energia não desejadas (energia degradada)?

15.3- Atendendo aos valores anteriores consideras os motores dos automóveis, sob o ponto de vista de eficiência energética, muito ou pouco evoluídos?

15.4- A indústria automóvel deve investir na produção de motores mais eficientes no aproveitamento útil da energia dos combustíveis para que...

(escolhe as palavras que completam correctamente a frase)

- os automóveis possam atingir maiores velocidades.
- se consuma menos combustível nas mesmas actividades.

Explica.

15.5- Explica, para o funcionamento de um automóvel, que transformações/transferências são responsáveis pela degradação de energia?

15.6- Para este mesmo exemplo como é que se pode considerar que ocorre conservação de energia?

16- Porque é que, sob o ponto de vista económico, para qualquer sociedade, ou consumidor individual, o aspecto da degradação de energia é muito importante?

17- Considera a seguinte citação:

"A energia, embora sendo algo que toda a gente sabe o que é, ao mesmo tempo é algo que não é fácil de definir."

(Jorge Dias de Deus, in *Ciência: curiosidade e maldição*)

No sentido de clarificar o que se entende por Energia, classifica como Verdadeiro(V) ou Falso(F) cada uma das seguintes afirmações:

(assinala com uma cruz a tua opção)

17.1 Energia é algo que pode ser observado

V	F
---	---

17.2 Energia e força não são a mesma coisa.

V	F
---	---

17.3 Sempre que se exerce uma força transfere-se energia.

V	F
---	---

17.4 Um corpo em movimento pode ter menos energia que um corpo em repouso.

V	F
---	---

17.5 Energia pode ser um material em qualquer dos estados físicos, sólido, líquido ou gasoso.

V	F
---	---

17.6 A energia dos seres vivos é sempre maior que a dos corpos inanimados (não-vivos).

V	F
---	---

Deves ser capaz de justificar a classificação que efectuaste.

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
10º Ano

Disciplina: CFQ-

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

TRABALHO DE PESQUISA

TEMA

Imagina que foste convidado para participar num debate televisivo com o título “**Que Energias para o futuro ?**”, a ser transmitido para milhões de portugueses, em horário nobre.

Deverás participar como defensor de uma das fontes de energia :

- Sol
- Petróleo
- Geotérmica (Calor da Terra)
- Águas em movimento (hídrica)
- Carvão
- Gás natural
- Vento
- Biomassa
- Nuclear

Durante o debate ser-te-ão colocadas questões para as quais deverás possuir opinião fundamentada nos seguintes aspectos:

- Formas como a energia é aproveitada
- Defesa de vantagens e desvantagens, face a outras fontes de energia relativamente nas perspectivas:
 - tecnológica
 - ambiental
 - sócio-económica
- Medidas e comportamentos, do ponto de vista do consumidor individual e também ao nível do país e do mundo, para a utilização racional de energia (“*poupança*” de energia)
- Apresentação acerca de níveis de aproveitamento actuais e perspectivas futuras em termos
 - mundiais
 - nacionais (Portugal)
 - regionais (Algarve)

Para preparar esse debate, vais dispor de uma equipa constituída por dois elementos, que escolherão um dos sub-temas anteriores (fontes).

O trabalho será entregue antes do debate, por escrito, devendo obedecer às seguintes características:

- ser escrito em letra Arial tamanho 12 em apenas um dos lados da folha A₄.
- conter 5-6 folhas escritas (sem contar capa, contracapa, índice, imagens ou gráficos, bibliografia) - valor indicativo.
- a investigação utilizará as fontes de pesquisa bibliográfica - Internet ou outra - que a equipa considerar convenientes devendo referenciá-los (em caso de Internet, indicar os Sites)
- o trabalho deve explicar/descrever onde e como a fonte de energia é aproveitada
- deve ser indicado o grau comparativo com que a fonte de energia é utilizada face a outras fontes, em Portugal e no Mundo
- referir qual a evolução no tempo da sua utilização pelo Homem
- referir recursos disponíveis, nacionais e mundiais
- defender vantagens e apontar desvantagens, face a outras fontes de energia, nos aspectos :
 - tecnológico
 - ambiental
 - sócio-económico
- apresentar perspectivas futuras de utilização ao nível português e mundial.

A apresentação do trabalho será feita no debate, do qual o professor será moderador. O conteúdo do trabalho escrito será objecto de questões por parte do moderador ou outros intervenientes.

Datas:

Entrega do trabalho escrito :

Debate:

Avaliação :

Trabalho escrito: 40% (8 em 20)

Participação no debate: 60% (12 em 20)

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
2002/03

Disciplina: CFQ

10º Ano

Turma B

Ano Lectivo:

Equipa: _____, Nº _____ e _____, Nº _____, Fonte de Energia _____, Classificação: _____

Quadro síntese do Debate

Fonte de energia	Vantagens	Desvantagens	Medidas para utilização racional

Fonte de energia	Vantagens	Desvantagens	Medidas para utilização racional

Fonte de Energia	Onde e como é aproveitada	Recursos existentes	Perspectivas actuais e futuras de utilização mundial/ nacional/ regional (Algarve)

Auto - avaliação:

Em relação a cada um dos pontos indicados, deves expressar a tua opinião fundamentada, traduzindo-a quantitativamente através e uma escala de 1 (muito fraco) a 5 (muito bom), em dois parâmetros: o que seria desejável e o que, realmente, foi conseguido.

Se, em qualquer das questões necessitares de mais espaço para resposta, utiliza o verso da folha.

1. Trabalho desenvolvido pela equipa

Desejável:
1 2 3 4 5

Conseguido:
1 2 3 4 5

Justificação

2. Participação individual

Elemento 1: _____

Desejável:
1 2 3 4 5

Conseguido:
1 2 3 4 5

Elemento 2: _____

Desejável:
1 2 3 4 5

Conseguido:
1 2 3 4 5

Justificação

Qual o grupo de trabalho que consideras ter revelado o melhor desempenho no debate em termos de conhecimentos evidenciados, postura e dinâmica?

Justifica

Interesse da actividade

Desejável:
1 2 3 4 5

Conseguido:
1 2 3 4 5

Justificação

4. O que consideras que aprendeste com a realização do trabalho escrito?

5. E o que consideras ter aprendido com a actividade global (trabalho escrito e debate?)

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
10º Ano

Disciplina: CFQ-

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

Actividade experimental

Questão - problema:

Que transformações/ transferências de energia ocorrem?

Material disponível:

- Radiómetro de Crookes
- Kit para transferências/transformações de energia
- Dínamo
- Célula de hidrogénio
- Turbina
- Lâmpada (projector)
- Transformador eléctrico (utilizar só com supervisão do professor)
- Fios eléctricos
- Gerador (fonte de tensão)
- Célula fotovoltaica

Actividade:

Planear uma actividade com os materiais disponíveis, indicando o equipamento de que necessitam, as formas e transferências de energia ocorridas e as possíveis aplicações no dia - a - dia. Deve também ser feito um esquema ilustrativo da actividade.

Objectivo:

Identificar e caracterizar fenómenos de transferência e transformação de energia, efectuando montagens com o material disponível.

Procedimento:

1. Observa o material que te é fornecido.
2. Planeia experiências, efectuando as montagens necessárias que evidenciam transferências/transformações de energia, discutindo-as previamente com o professor.
3. Para cada montagem/experiência:
 - descreve-a por palavras tuas;
 - representa-a sob a forma de um esquema;
 - refere aplicações práticas da montagem, bem como o interesse da aplicação do mesmo princípio em actividades/fenómenos do dia-a-dia.

4. Faz sugestões acerca de montagens alternativas, que possibilitem as mesmas ou outras transferências/transformações de energia. Podes também optar por introduzir alterações nas montagens que efectuaste.

NOTA:

Sendo que a proposta de actividade é muito pouco directiva, explorando em grande parte a aprendizagem por descoberta, pode revelar-se - em algumas turmas - necessário clarificar/orientar um pouco mais os alunos. Nesse caso, o professor pode fornecer alguns exemplos de montagens que cumpram o objectivo deste trabalho. Caberá ao professor, face à natureza da turma, adaptar o nível de orientação da actividade.

Sugestões:

EXP.1

Energia solar → Energia
eléctrica

Lâmpada acesa a incidir na célula fotovoltaica.

EXP.2

Energia luminosa → Energia mecânica
(cinética)

Lâmpada a incidir no Radiómetro de Crookes.

EXP.3

Energia cinética → Energia potencial
(gravítica)

OU

EXP.4

Energia potencial (gravítica) ⊠ Energia
cinética

Kit:

- Prender um corpo com um fio ao eixo de um dos componentes; ligar com molas ou elásticos este componente ao do disco pesado. Deixar cair o corpo suspenso e verificar a rotação do disco.

EXP.5

Energia elástica da mola ⊠ Energia
cinética

Kit:

- Ligar o componente com mola ao disco pesado (utilizar elástico). Comprimir a mola e destravá-la. Para observar a transformação inversa, iniciar o processo rodando o disco.

EXP.6

Energia potencial elástica → Energia
eléctrica

Kit:

- Ligar o componente com mola ao motor e este directamente às lâmpadas (usar 2 molas e mantê-las tensas). Comprimir a mola, largar e observar as lâmpadas a acenderem.

EXP.7

Energia potencial elástica \boxtimes Energia potencial gravítica

Kit:

- Ligar o componente com mola ao do eixo livre com um corpo suspenso. Manter o corpo com o fio desenrolado, comprimir a mola e, após destravar, verificar a subida do corpo.

EXP.8

Energia mecânica \boxtimes Energia eléctrica

- Ligar o dínamo a uma lâmpada

OU

- Kit: Ligar o componente com o disco pesado ao motor e este às lâmpadas. Estabelecer as ligações eléctricas. Rodar o disco e observar as lâmpadas.

Para observar a transformação inversa, ligar um gerador ao motor e este ao disco. Fornece-se energia eléctrica e observa-se rotação do disco.

EXP.9

Energia hídrica (potencial gravítica/cinética) \rightarrow Energia mecânica

- Deitar água na parte superior da turbina e, após o repouso (energia potencial) ou com ela em movimento (energia cinética), observar o movimento de rotação da turbina.

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

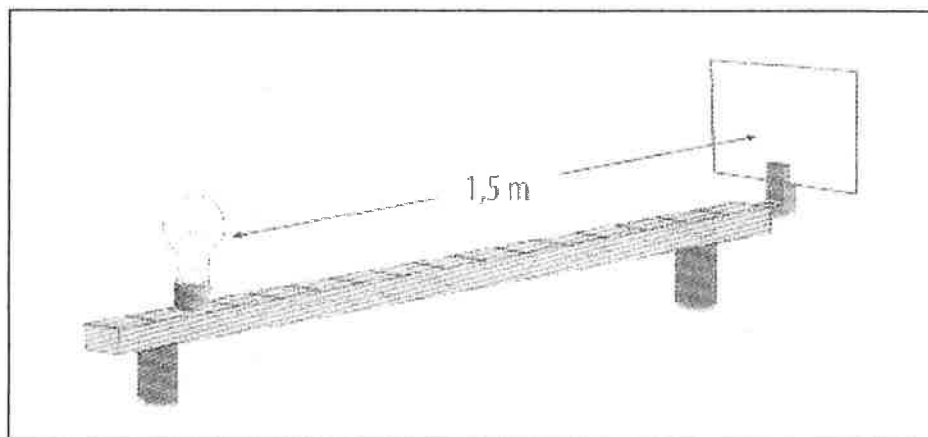
TRABALHO PRÁTICO

Questão - Problema :



Será que as lâmpadas “economizadoras de energia” disponíveis no mercado são realmente vantajosas, nas habitações?

Material:



- Banco de óptica (um dispositivo adaptado para o efeito)
- Lâmpadas incandescentes normais (filamento de tungsténio) de 60 W, 75 W e 100 W
- Lâmpadas “economizadoras de energia” de 7 W, 15 W e 18 W.
- Detector de luminosidade (luxímetro- aparelho que mede a intensidade de iluminação, na unidade *lux*, abreviatura *lx*)
- Termómetro

Procedimento:

- Regista a radiação de fundo da sala, I_0 , sem que esteja ligada qualquer lâmpada (este valor será tanto menor quanto mais escura estiver a sala).
- Coloca cada uma das lâmpadas no banco de óptica a uma distância de, aproximadamente 1.5 m do detector (essa distância deverá ser a mesma para todas as lâmpadas).
- Para cada uma das lâmpadas regista o valor da intensidade luminosa, I , lida no detector.
- Escolhe uma lâmpada incandescente e uma lâmpada economizadora de energia cujas intensidades luminosas sejam aproximadas e liga ambas. Aguarda 2 minutos e aproxima um termómetro de cada uma das lâmpadas. Regista os valores encontrados.

Registo de resultados

Intensidade luminosa

Lâmpada	I_0 (lx)	I (lx)	$I - I_0$ (lx)

Temperatura

Lâmpada	Temperatura (°C)

Análise de resultados

1. Compara o valor da intensidade para as diferentes lâmpadas.
2. Representa graficamente $I-I_0$ em função da potência. Distingue, no gráfico, por meio de símbolos diferentes, as lâmpadas incandescentes das lâmpadas economizadoras.
3. Como se designa o ensaio em que se mede I_0 ?
4. Porque razão a intensidade luminosa da lâmpada é medida por $I-I_0$ e não simplesmente por I ? Explica que erros poderiam ser introduzidos ao considerarmos, apenas, I .
5. Qual a potência de uma lâmpada incandescente que produz, aproximadamente, a mesma intensidade de iluminação que uma lâmpada economizadora de 18 W?
6. Supondo que 1 kWh custa 9 cêntimos, quanto se economiza por dia se substituirmos uma lâmpada incandescente - que está 3 h acesa - por uma lâmpada economizadora de energia equivalente (isto é, que produz a mesma intensidade luminosa)?
7. Como explicas a diferença de temperatura encontrada entre os dois tipos de lâmpadas?
8. Qual o efeito em termos de economia de energia - e dinheiro - da diferença de temperatura encontrada?
9. Atendendo a que o rendimento de qualquer dispositivo traduz o grau de aproveitamento da energia recebida, na medida em que é transformada em energia útil - por exemplo, no caso da lâmpada, a energia eléctrica em energia luminosa - qual dos dois tipos de lâmpada aqui estudados apresenta melhor rendimento?
10. Indica vantagens em termos de **segurança** das lâmpadas economizadoras de energia (Sugestão: pensa em iluminação de quartos de criança).
11. Que conclusões retiras deste trabalho?

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

FICHA DE TRABALHO

Energia: Hoje ... e Amanhã?

Assunto:

- Análise e interpretação da utilização de energia pela Humanidade e suas consequências, a partir de informação contida em textos, tabelas e gráficos.

I- Importância da energia no dia - a - dia

1- Observa atentamente a figura:

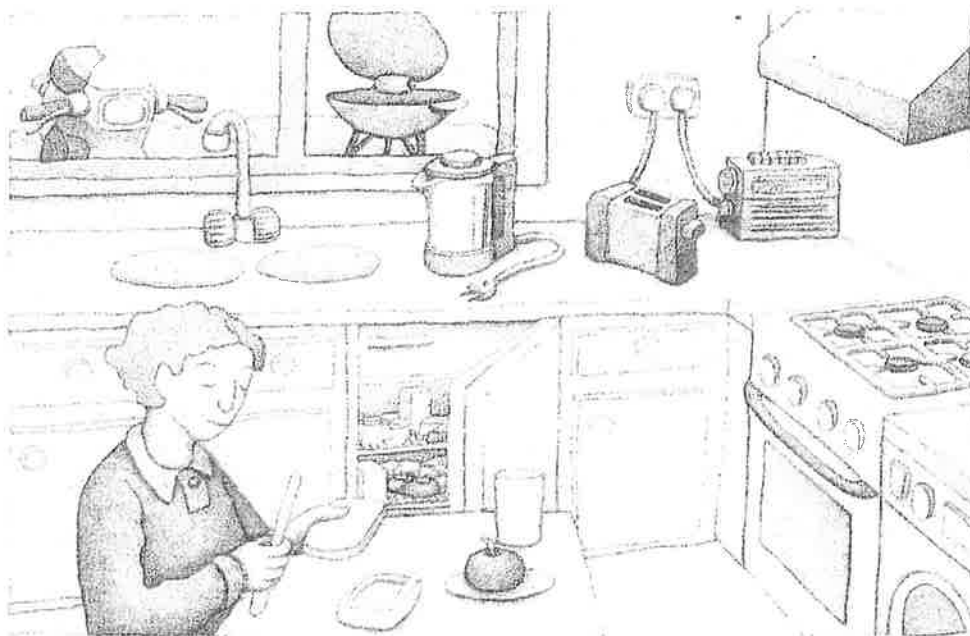


Figura 1

Com base na figura, comenta e justifica a seguinte afirmação:

“A vida diária é hoje impensável sem a utilização de um sem-número de objectos que transformam energia”

2- Lê agora o seguinte texto:

O «apagão» de Nova Iorque

Em 9 de Novembro de 1965, a cidade de Nova Iorque passou a ser, durante algumas horas, uma cidade de trevas. Às 5 h e 15 min da tarde desse dia, e por razões desconhecidas, foi cortado o fornecimento de energia à cidade. Enquanto durou a falha de energia, a cidade tinha o aspecto de um enorme gigante adormecido a quem faltava a vida, a vida que é proporcionada pela energia. No momento em que a luz dos edifícios se apagava, os elevadores que, nos arranha-céus, transportavam pessoas de uns pisos para outros pararam mantendo os seus passageiros aprisionados, os semáforos deixaram de funcionar, provocando um engarrafamento de trânsito nunca antes visto, os aquecedores eléctricos deixaram de funcionar,

Texto A

os dois aeroportos da cidade cancelaram todos os voos e serviços, deixando isoladas milhares de pessoas, as emissoras de rádio e de televisão emudeceram, o que levou ao pânico de uma grande parte da população por não saber o que estava a acontecer.



O caos deste dia serviu de exemplo à Humanidade, que pôde observar no que se transformava uma grande cidade quando se via privada de algo tão quotidiano como a electricidade, uma das formas de energia.

Comenta e justifica a afirmação:

“Ao usufruirmos, cada vez mais, da utilização de certas formas de energia tornamo-nos também cada vez mais *refêns* dessas mesmas energias”.

II- Utilização de energia e nível de desenvolvimento sócio-económico

Considera os seguintes gráficos:

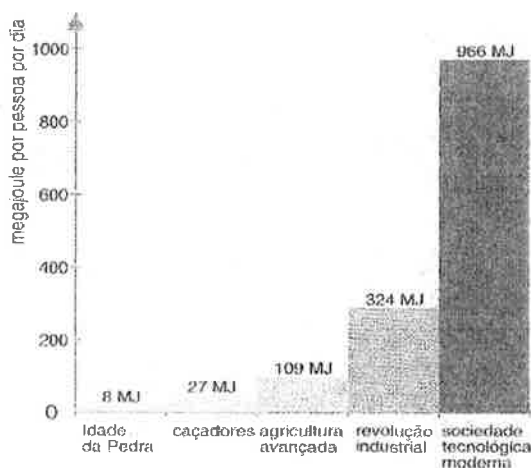


Gráfico 1 (1 MJ (megajoule) = 100000 J)

Consumo de energia per capita (kg equivalente de petróleo)

Fonte: Relatório do Desenvolvimento Humano, 1994 (ONU)

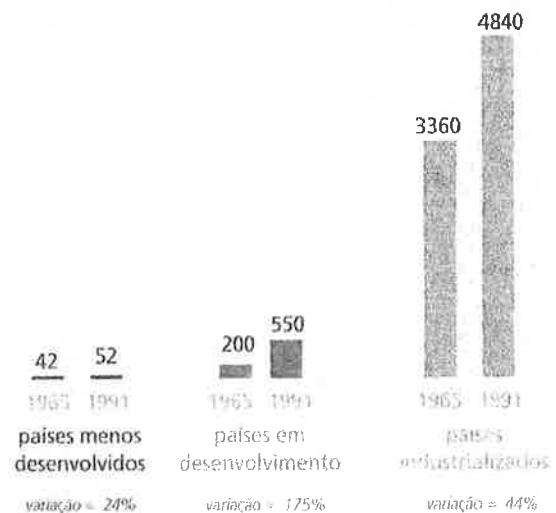
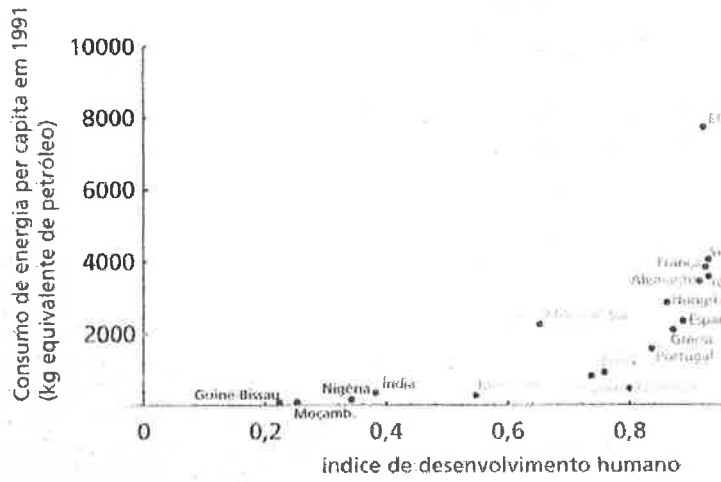


Gráfico 2



Fonte: Relatório do Desenvolvimento Humano, 1994 (ONU)

Gráfico 3

Consumo de energia por cabeça, em 1986

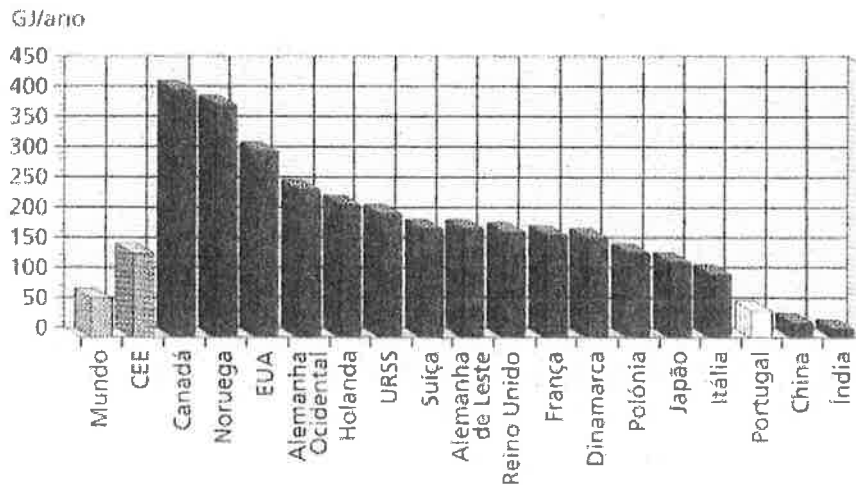


Gráfico 4

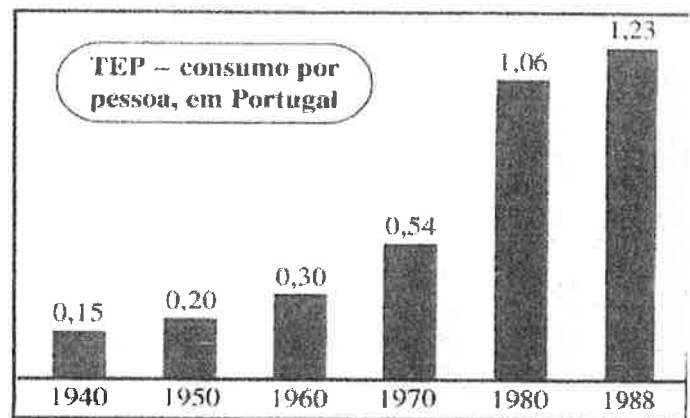


Gráfico 5

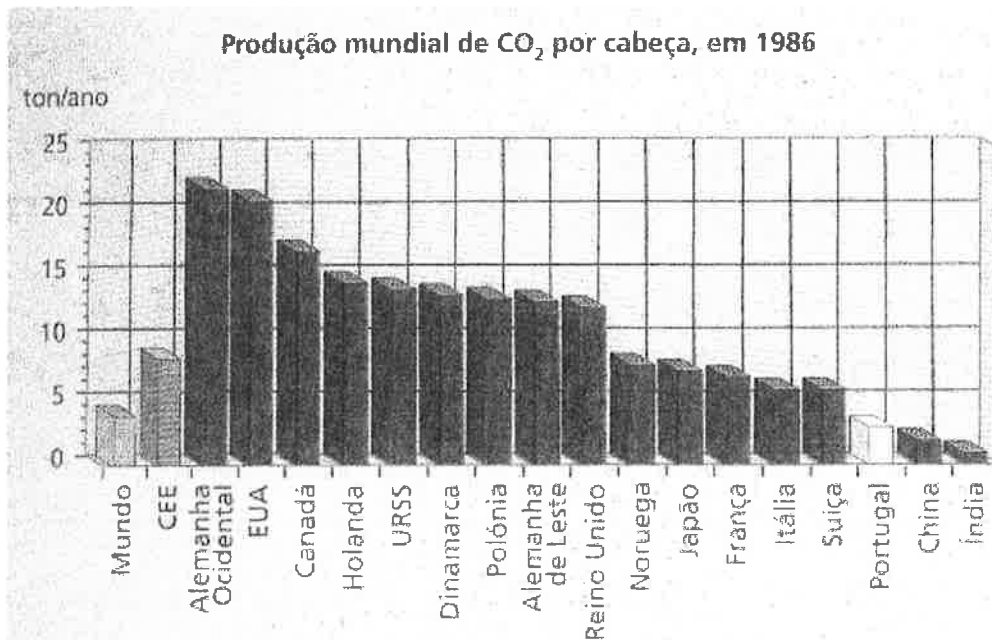


Gráfico 6

Responde agora às questões:

1. Por análise dos gráficos, que relação é possível estabelecer entre o estado de desenvolvimento sócio-económico de um país e o *consumo* de energia dos seus habitantes? Justifica, referindo-te aos diferentes gráficos.
2. Analisa as variações do consumo de energia por habitante no período de 1965-1991, nos três níveis de desenvolvimento, indicados no gráfico 2.
3. Interpreta, apontando algumas razões, as diferentes variações ocorridas.
4. A manter-se no futuro evoluções semelhantes, que efeitos no *consumo* de energia prevês para a evolução nas diferenças entre os níveis de desenvolvimento e qualidade de vida dos habitantes dos países ditos menos desenvolvidos e os países industrializados.
5. Partindo dos gráficos, que comparações é possível estabelecer entre Portugal e os restantes países da União Europeia (ex- CEE)?
6. No gráfico 4 é indicada a evolução do consumo de energia por pessoa em Portugal.
 - 6.1- Em que década se poderá supor que ocorreu um maior desenvolvimento socioeconómico no país.
 - 6.2- Que aspecto de carácter político pode ter influenciado o aumento *anormal* de consumo de energia numa das décadas.

7. Lê agora o seguinte texto:

A Humanidade defronta-se hoje com desafios muito complexos.

Os recursos da Terra em termos energéticos são limitados. Por outro lado, os problemas ambientais associados às actividades humanas - por exemplo, o aquecimento global do planeta, chuvas ácidas, concentração de gases poluentes nos meios urbanos - têm vindo a tomar proporções preocupantes dadas as suas repercussões sobre todos os seres vivos..

Associado a estas preocupações, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentado, isto é, desenvolvimento que pode ser mantido a nível mundial, sem esgotar rapidamente os recursos da Terra e uma atitude de respeito para com o planeta.

De acordo com esta perspectiva, importa diminuir/racionalizar a utilização das energias não renováveis, como o petróleo e o carvão e limitar as emissões de gases poluentes para a atmosfera

Texto B

De acordo com esta perspectiva e analisando os gráficos 3 e 5, pronuncia-te relativamente aos aspectos:

- de que forma devem ser impostas medidas restritivas ao consumo de combustíveis fósseis e à libertação de CO₂, a países ditos industrializados e não industrializados;
- papel das energias renováveis;
- papel da *poupança* (racionalização) da utilização da energia por todos.

III - Importância dos problemas energéticos no futuro da humanidade

*** Recursos (fontes de energia não renováveis) e emanação de gases poluentes**

Considera os quadros/gráficos referentes quer às reservas das diferentes fontes de energia, quer à libertação de gases poluentes em função da fonte de energia:

Duração das reservas mundiais de combustíveis fósseis (em anos)

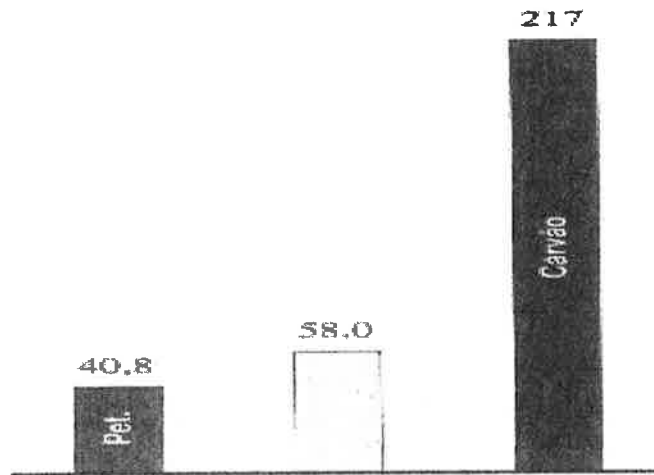


Gráfico 7

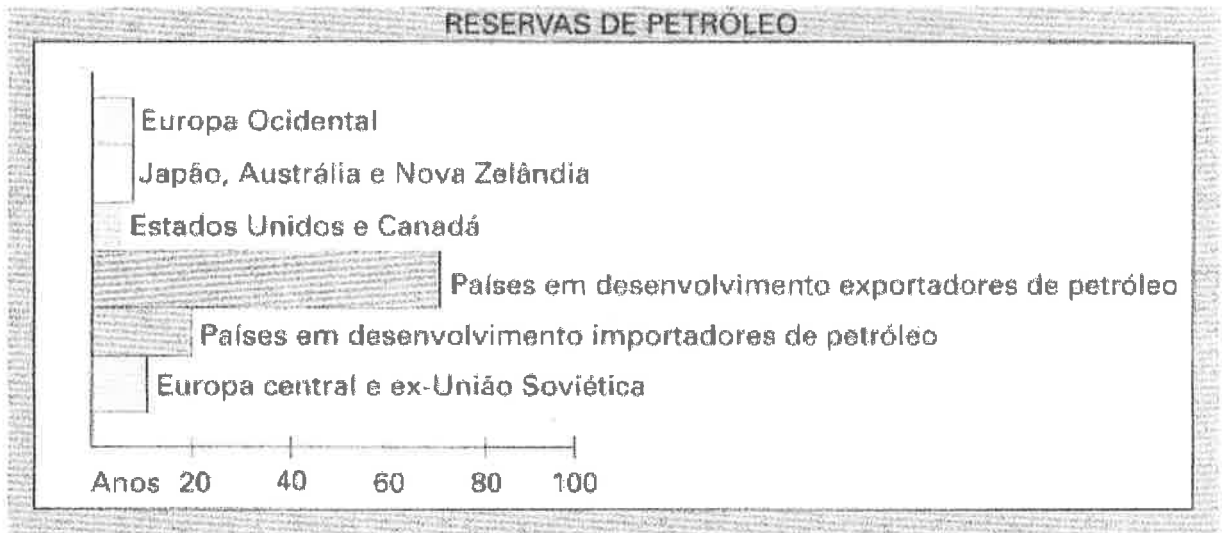


Gráfico 8

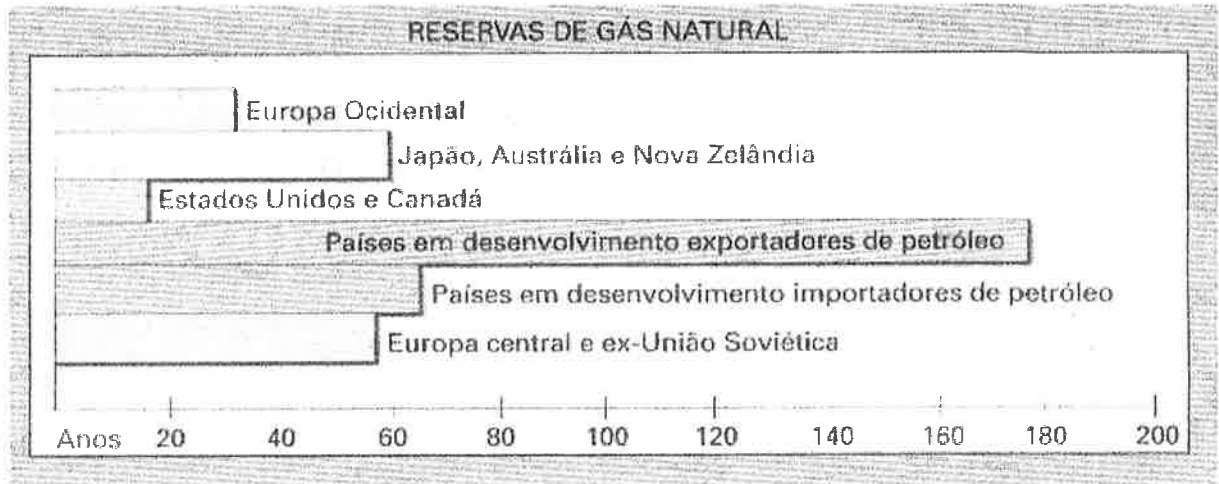


Gráfico 9

Quantidade de alguns gases que se formam por cada MTEP de energia disponível em alguns combustíveis			
	CO ₂	Óxidos de enxofre	Óxidos de azoto
1 MTEP de carvão	3 650 000	27 000	80 000
1 MTEP de petróleo	2 670 000	11 000	15 000
1 MTEP de gás natural	2 500 000	500	3 000

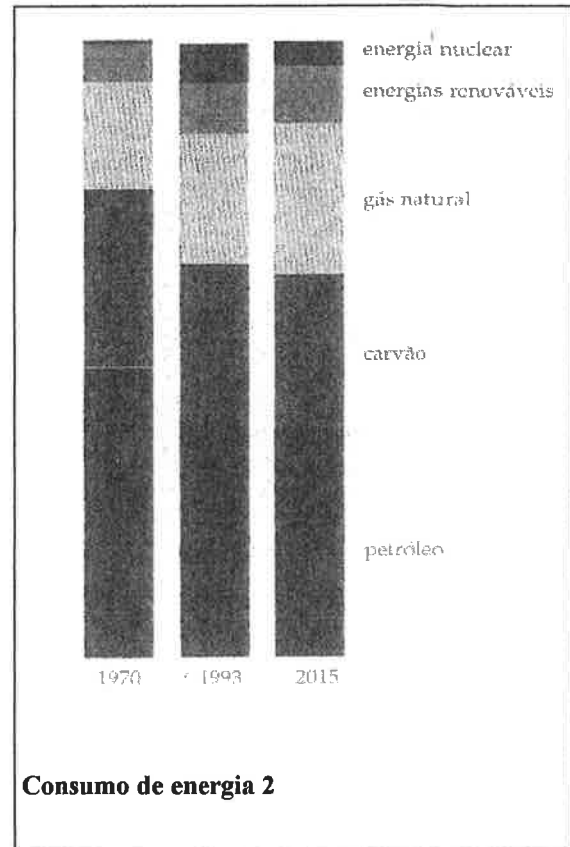
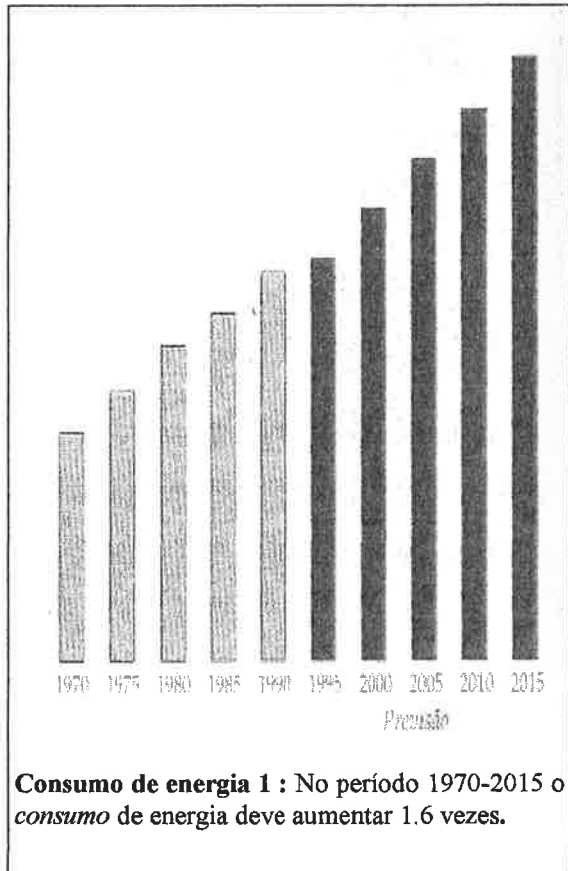
Quadro 1: 1 MTEP = 1000000 TEP (tonelada equivalente de petróleo - unidade de energia utilizada quando estão em jogo grandes quantidades de energia; 1 TEP = 4.18×10^{10} J, energia disponível quando se queima uma tonelada de petróleo)

Quais das três fontes fósseis de energia deverá a Humanidade recorrer mais no futuro? Justifica as tuas opções com argumentos de natureza:

- boa gestão/ racionalização dos recursos naturais
- ambientais

✳ **Consumos de energia no passado e no futuro**
(em percentagem, por tipo de energia)

Analisa os seguintes gráficos quanto à evolução dos *consumos* das diferentes formas de energia:



Questionário

1. A partir do 1º gráfico, constata-se que “No período 1970-2015 (45 anos) o consumo de energia deve aumentar 1.6 vezes”.

Comenta implicações destas previsões nos domínios

- ambiental
- socioeconómico
- político

2. A partir do 2º gráfico, analisa a evolução do consumo energético prevista, considerando as diferentes fontes de energia. Procura encontrar argumentos para as previsões indicadas.

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

Nome: _____

Nº _____

TRABALHO DE PESQUISA

Como poupar dinheiro utilizando melhor a energia eléctrica?

Objectivo:

Conhecer os "consumos energéticos" de uma habitação em termos de iluminação e estudar formas de reduzir os consumos, contribuindo para a economia doméstica.

Actividade:

1. Completa o quadro I, em anexo, fazendo um levantamento do número de lâmpadas e respectiva potência, bem como do tipo de utilização.
2. Considera agora o quadro abaixo, em que são comparadas as potências eléctricas de lâmpadas incandescentes e "economizadoras" equivalentes, (isto é, que produzem a mesma intensidade luminosa), bem como as suas durações médias:

	Lâmpada fluorescente	Lâmpada incandescente
Potência	9 W equivale a 40 W 13 W equivale a 60 W 18 W equivale a 75 W 25 W equivale a 100 W	
Duração média	8000 h	1000 h

Completa o quadro II, em anexo, para saberes qual a poupança de energia real ao trocar uma lâmpada incandescente por uma economizadora.

Quadro I

Divisão	Nº de lâmpadas x Potência(W)	Nº de horas de utilização, em média, por dia (Δt)	Consumo de energia diário da lâmpada (E) em Wxh	Consumo médio de energia diário da divisão	Consumo mensal (30 dias) de energia da divisão	Consumo mensal (30 dias) de energia da habitação	Custo mensal da energia consumida na habitação (1kWh = 0.09 euro)
Sala	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
Cozinha	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
Casa(s) de Banho	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
O teu quarto	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				
	x ___ = ___ W	___ h	___ Wxh				

Quadro II

a)

Tipo de lâmpada	Potência (P), em Watt(W) e kW		Energia consumida em 1 hora (E = P x t), em kWh	Poupança de energia em 1 hora (em kWh)	Poupança de energia em 1 h em Euros (1 kWh = 0.09 Euro)
	W	kW			
Incandescência	40 W	0.040 kW			
Economizadora	9 W	0.009 kW			

b)

Tipo de lâmpada	Potência (P), em Watt(W) e kW		Energia consumida em 1 hora (E = P x t), em kWh	Poupança de energia em 1 hora (em kWh)	Poupança de energia em 1 h em Euros (1 kWh = 0.09 Euro)
	W	kW			
Incandescência	60 W	0.060 kW			
Economizadora	13 W	0.013 kW			

c)

Tipo de lâmpada	Potência (P), em Watt(W) e kW		Energia consumida em 1 hora (E = P x t), em kWh	Poupança de energia em 1 hora (em kWh)	Poupança de energia em 1 h em Euros (1 kWh = 0.09 Euro)
	W	kW			
Incandescência					
Economizadora					

d)

Tipo de lâmpada	Potência (P), em Watt(W) e kW		Energia consumida em 1 hora (E = P x t), em kWh	Poupança de energia em 1 hora (em kWh)	Poupança de energia em 1 h em Euros (1 kWh = 0.09 Euro)
	W	kW			
Incandescência					
Economizadora					

- 3- Tenta agora encontrar um valor estimado para o dinheiro que se pouparia na tua habitação se as lâmpadas de incandescência fossem substituídas pelas “economizadoras”, com o auxílio do quadro III que se encontra a seguir :

Quadro III

Nº total de lâmpadas incandescentes	Tempo de funcionamento (em h)	Poupança de energia, em kWh, por troca por “economizadora”	Poupança económica, em euro, por troca por “economizadora”	Poupança económica total, em euro
x40W= __ W				
__x60W= __ W				
x75W= __ W				
x100W= __ W				

Questionário:

1. Que conclusões esta actividade te permite tirar?
2. Que implicações práticas retiras deste trabalho?
3. Na opção entre os diferentes tipos de lâmpadas, utilizadas no estudo, o seu preço de aquisição bem como a duração média das lâmpadas são também factores a considerar. Informa-te, junto de um espaço comercial, da relação entre os preços de lâmpadas economizadoras e de incandescência equivalentes e dos respectivos tempos de duração média, indicados pelos fabricantes.
4. Discute as implicações da opção por um dos tipos de lâmpada, relativamente aos aspectos:
 - a) Economia doméstica; b) Economia do país; c) Meio ambiente.

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

Actividade experimental

Parte I

Questão - problema

Qual é a capacidade de "isolamento térmico" de diferentes recipientes?

Material disponível

- Cantil de alumínio "não isolado"
- Cantil de campismo "isolado"
- garrafa térmica ("termo")
- 3 termómetros
- Cronómetro ou relógio



Procedimento

Planeia uma experiência que permita procurar resposta para a questão-problema.

Apresenta o registo de resultados efectuado sob a forma de quadro.

Questionário

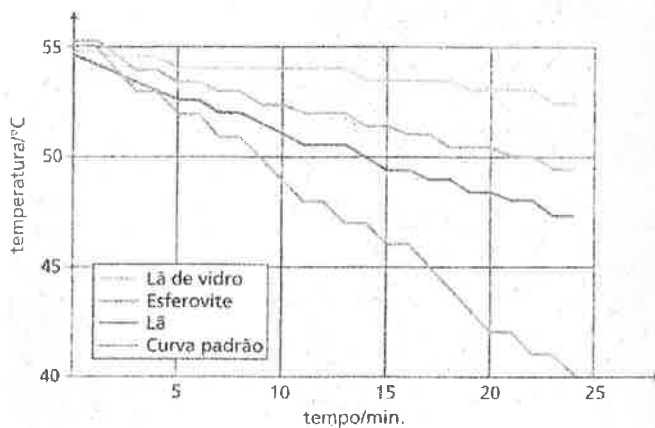
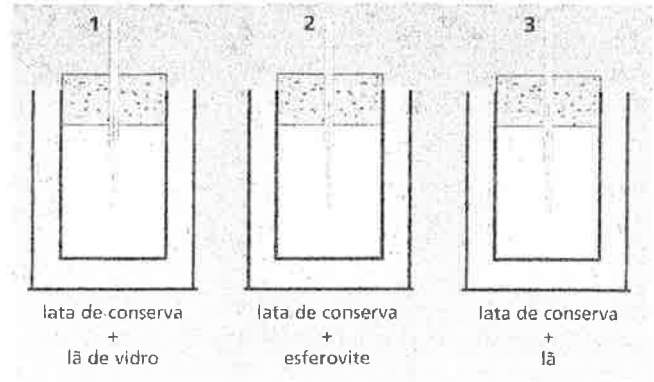
1. Qual a grandeza física cuja variação estudaste?
2. De que forma os registos que efectuaste permitem comparar a eficiência em termos de isolamento dos vários recipientes?
3. Que resposta à questão - problema te deu esta actividade?

Parte II

Considera agora a seguinte actividade, executada durante uma aula de CFQ:

Procedimento

1. Prepararam-se os dispositivos indicados na figura ao lado.
2. Introduziu-se em cada recipiente igual quantidade de água, previamente aquecida à mesma temperatura.
3. Observaram-se as temperaturas de 5 em 5 minutos, registando-se os seus valores.
4. Construiu-se o seguinte gráfico:



Questionário

1. Qual foi a variável estudada?
2. Qual é a questão - problema a que esta experiência permite dar resposta?
3. Justifica os seguintes itens no procedimento:
 - 3.1- A montagem experimental correspondente ao passo 1.
 - 3.2- O passo 2.
4. O gráfico evidencia uma linha -

curva padrão - que em Ciência se designa por **controlo** e que desempenha um papel muito importante.

A que experiência corresponde a *curva padrão* indicada? Justifica.

Em anexo, caso seja necessário

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO	
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS	
Disciplina: CFQ- 10º Ano	
Turma B	Ano Lectivo: 2002/03

Actividade experimental

Parte I

Questão - problema

Qual é a capacidade de "isolamento térmico" de diferentes recipientes?

Material necessário

- Cantil de alumínio "não isolado"
- Cantil de campismo "isolado"
- garrafa térmica ("termo")
- 3 termómetros
- Cronómetro ou relógio



Procedimento

1. Deitar a mesma quantidade de água, aquecida à mesma temperatura - por exemplo, 70°C - nos três recipientes.
2. Medir em intervalos de tempo de 1h a temperatura da água no interior do recipiente. Registrar essas leituras em tabela.
3. Proceder a um mínimo de 4 medições, indicando o instante preciso em que a leitura foi feita.

Registo de resultados

	Temperatura (°C)				ΔT (°C)
	Início $\Delta t = 0$ h	$\Delta t =$ h	$\Delta t =$ h	$\Delta t =$ h	
Cantil de alumínio					
Cantil de campismo					
Garrafa térmica					

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

TRABALHO DE PESQUISA

Como calcular a potência de um aparelho de microondas?

Introdução teórica:

O valor da energia recebida ou cedida por um sistema de massa m , quando a sua temperatura varia de $(T_f - T_i)$, pode ser calculada por:

$$Q = m c (T_f - T_i)$$

em que

- m é a massa do sistema
- $(T_f - T_i)$ é a diferença entre a temperatura final, T_f , e a inicial, T_i , do sistema
- c é a capacidade térmica mássica da substância. Traduz o facto de as substâncias terem diferentes capacidades de receber ou ceder energia como calor.

A potência do aparelho será dada pelo quociente entre o valor da energia recebida pela água e o tempo de funcionamento do micro - ondas.

Material necessário:

- um aparelho micro - ondas
- um termómetro de cozinha
- um relógio com cronómetro (se o micro - ondas não tiver relógio digital)
- um recipiente especial para ir ao micro - ondas
- água ($c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} = 4186 \text{ J/kg K}$)

Procedimento:

- Colocar uma certa quantidade de água (registando a sua massa e o volume utilizado) dentro de um recipiente próprio de micro - ondas.
- Deixar repousar um pouco para que seja atingido o equilíbrio térmico e com o termómetro de cozinha registar a temperatura da água.
- Colocar o micro - ondas na potência máxima.
- Colocar o recipiente com água no micro - ondas e marcar no relógio, ou cronómetro, o tempo de aquecimento. Ligar o aparelho.
- Depois de decorrido esse tempo, retirar o recipiente com a água do micro - ondas e registar a temperatura desta.
- Repetir o ensaio por mais 4 vezes, usando massas de água e intervalos de tempo diferentes.

Registo de resultados

Massa(kg)	$T_i(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	$T_f - T_i(^{\circ}\text{C})$	Q (J)	Tempo (s)	Potência (W)

Questionário:

1. Para calcular a potência média do aparelho devem ser usados os valores de todos os ensaios? Porquê?
2. Qual é o valor da potência média do aparelho?
3. Constrói um gráfico, utilizando papel milimétrico, que represente a quantidade de energia recebida pela água em função do tempo de funcionamento do micro - ondas
4. Calcula a potência média do aparelho a partir do gráfico explicando o teu raciocínio.
5. Averigua qual é a potência média do aparelho indicada pelo fabricante.
6. Calcula, em percentagem, a diferença entre o valor por ti encontrado e o indicado pelo fabricante e tenta justificar essa diferença.
7. Sugere alterações ao método utilizado para aproximar os valores encontrados.

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS
Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

TRABALHO DE PESQUISA

Como poupar dinheiro sabendo Física ?

Questão - Problema : Qual o valor da potência a contratar à EDP para uma habitação?

Introdução:

Electricidade - que produto?

A electricidade é um “produto” com características únicas dado que, não sendo armazenável, a sua produção acompanha, a cada instante, o consumo total. Daí que o ritmo de consumo tenha influência nos custos de fornecimento.

Não é indiferente consumir 1 kWh numa hora ou em 15 minutos.

No primeiro caso é necessária uma potência de **1kW**, enquanto no segundo é necessário **4 kW**, ou seja, um investimento quatro vezes superior. É, pois, para traduzir esta realidade que o sistema tarifário factura separadamente energia (kWh) e potência (kW).

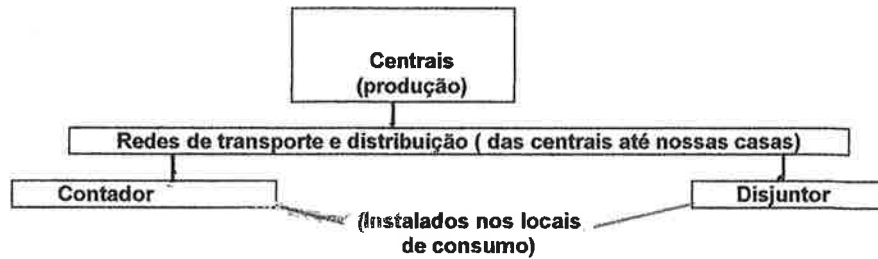
Factura de electricidade - quantas parcelas ?

A factura de electricidade compreende fundamentalmente duas parcelas:

- **Encargo de potência** (em euros/mês) ⇨ **FIXA** (em função da potência contratada)
- **Encargo de energia** (em euros/mês) ⇨ **VARIÁVEL** (Consumo de energia (kWh x Preço de 1 kWh))

Encargo de potência - Porquê?

Para poder satisfazer os consumos de cada cliente, em cada instante a EDP precisa de ter à disposição do mesmo um conjunto de elementos base :



Mesmo que o cliente não utilize este equipamento ele está à sua disposição, na proporção correspondente à potência que contratou. Por sua vez, quanto maior for a potência contratada, maior é o encargo fixo na factura mensal da electricidade.

Potência eléctrica a contratar - uma ajuda

A escolha da potência é uma decisão exclusiva do cliente mas deve reflectir, para além da iluminação e do número de aparelhos eléctricos existente, a forma de utilização desses equipamentos. Quanto menos equipamentos eléctricos utilizar em simultâneo, menor será a potência a contratar. Uma correcta gestão do equipamento permitirá reduzir a potência contratada sem que isso signifique uma redução do conforto.

Potências disponíveis para serem contratadas:



Regras simplificadas para escolher a potência:

1. A potência contratada para a habitação terá de ser superior à potência eléctrica do aparelho mais potente que pretende vir a utilizar.

Exemplo: P (ar condicionado) = 1500 a 3000 W, logo o 1º valor de potência, 1.15 kW (1150 W) não poderá ser contratada, só valores superiores.

2. A soma das potências eléctricas dos equipamentos que prevê utilizar simultaneamente não poderá exceder a potência contratada.

Exemplo: P(máquina de lavar loiça) + P(fogão eléctrico) = 2000 a 3000 W + 4000 a 7000 W = 6000 a 10000 W (utilização simultânea). Logo, a potência de 3.45 kW nunca poderia ser contratada, teria de ser a partir de 10.35 kW.

3. A potência eléctrica dos aparelhos poderá ser encontrada no seu manual de instruções ou ainda numa pequena chapa metálica colada na parte de trás do

aparelho, que, entre outras informações, contém a potência expressa em watt (W) ou em quilowatt (kW); nota que 1 kW = 1000 W.

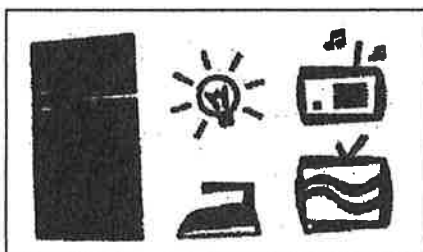
Sem prejuízo dos valores reais indicados pelos fabricantes, o seguinte quadro indica intervalos de valores típicos para a potência dos seguintes equipamentos eléctricos:

Aparelho	Potência (W)	Aparelho	Potência (W)
Lâmpada	de 25 a 100	Máquina de lavar loiça	de 2000 a 3000
Ferro eléctrico	de 400 a 1200	Placa eléctrica	de 1000 a 2000
Torradeira	de 500 a 1000	Forno eléctrico	de 2000 a 4000
Rádio	de 20 a 100	Fogão eléctrico	de 4000 a 7000
Televisor	de 40 a 200	Termoacumulador "cilindro"	de 1000 a 3000
Aspirador	de 700 a 1300	Ventiladores	de 20 a 60
Frigorífico	de 85 a 300	Aparelhos de ar condicionado	de 1500 a 3000
Máquina de lavar roupa	de 2000 a 3000	Máquina de lavar loiça	de 2000 a 3000

Situações ilustrativas típicas dos equipamentos existentes, em funcionamento simultâneo, em função da potência que deve ser contrat

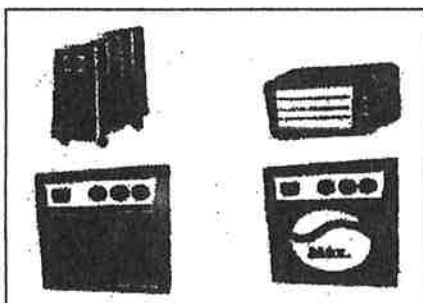
Hipótese A 1,15 kVA 2,30 kVA 3,45 kVA 6,9 kVA

E desde que não funcionem em simultâneo:
Se for necessária energia para:



Iluminação (25W a 500W); frigorífico(85W a 300W); Televisor (40 a 200W); Ferro Eléctrico (400 a 1200W); Aparelhagem de Som (100W); Maq. Lavar Roupa (3000W) e outros pequenos electrodomésticos.

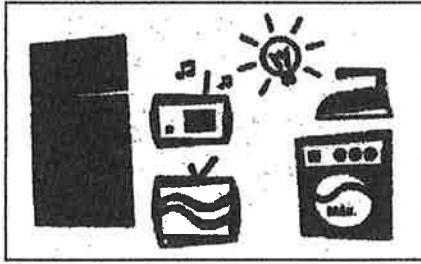
E desde que não funcionem em simultâneo:



Maq. Lavar Louça (2000W a 4000 W); Forno Eléctrico (2000W a 4000 W); Maq. Lavar Roupa (3000W); Radiador (1000W a 2000W) em duas divisões.

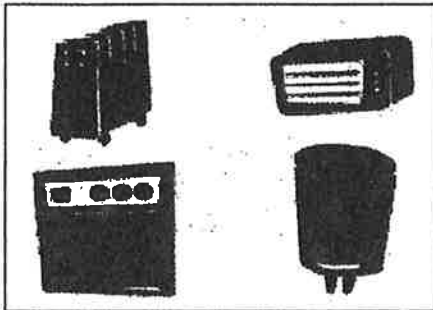
Deverá contratar no mínimo uma potência de 3,45 kVA, mas recomenda-se 6,9 KVA. (Caso não pretenda utilizar estes últimos aparelhos, poderá contratar uma potência de 1,15 ou 2,30 kVA).

Hipótese B-6,9 kVA - 10,35 kVA



Iluminação (25W a 500W); frigorífico(85W a 300W); Televisor (40 a 200W); Ferro Eléctrico (400 a 1200W); Aparelhagem de Som (100W); Maq. Lavar Roupa (3000W) e outros pequenos electrodomésticos.

E desde que não funcionem em simultâneo:



Maq. Lavar Louça (2000W a 4000 W); Forno Eléctrico (2000W a 4000 W); Maq. Lavar Roupa (3000W); Radiador (1000W a 2000W) em duas divisões Termoacumulador (1000W a 3000 W).

Deverá contratar no mínimo uma potência de 6,9 kVA, mas recomenda-se 10,35 kVA.

O teu trabalho:

- 1) Investiga, na tua casa, se a potência contratada está de acordo com o que foi dito atrás, justificando adequadamente com a descrição dos equipamentos utilizados, as potências eléctricas respectivas - indicadas pelo fabricante - e quais são utilizados em simultâneo.
- 2) Por consulta ao site www.edp.pt na página *Clientes* utiliza o item *Simulações* para responder à investigação solicitada em 1). Procura também saber em *Tarifário* qual o preço a pagar pela contratação de potências acima da necessária para a tua habitação.
- 3) Elabora um relatório descritivo da investigação e da simulação efectuadas.
- 4) Considera agora a situação: a família Adams apresenta um "consumo" de energia mensal de 250 kWh, enquanto a família Belota utiliza por mês 1000 kWh.
A qual das famílias aconselharias a alteração da potência contratada - cujo pedido pode ser feito através da internet - para um valor mais elevado? Justifica.

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

Disciplina: CFQ- 10º

Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

Actividade Prática no Laboratório

BOLA SALTITONA

Questões - problema:

- Existirá alguma relação entre a altura de que se deixa cair uma bola e a altura atingida no primeiro ressalto?
- De que altura mínima terá de ser largada uma bola, para que no seu primeiro ressalto atinja a janela do rés-do-chão da Escola
- É possível que um objecto ao cair verticalmente no solo atinja no 1º ressalto uma altura superior à inicial?



Esta actividade consiste em resolver a questão problema através da realização de uma experiência em laboratório.

Deverás planear a experiência, indicando o equipamento de que necessitas, as variáveis a medir e a controlar, o modo de recolha e registo dos dados.

Os planos de cada grupo devem ser discutidos, previamente com o professor. Este disponibilizará bolas com massas e elasticidade diferentes. Cada grupo deverá construir, com os dados experimentais recolhidos, um gráfico da altura de ressalto em função da altura de queda, traçando a recta que melhor se adapta ao conjunto dos valores registados. Deverão analisar e comparar os gráficos obtidos pelos diversos grupos.

Objectivos de aprendizagem

Esta actividade permitir-te-á:

- Identificar transferências e transformações de energia num sistema
- Aplicar a Lei da Conservação da Energia
- Identificar a dissipação de energia num sistema.

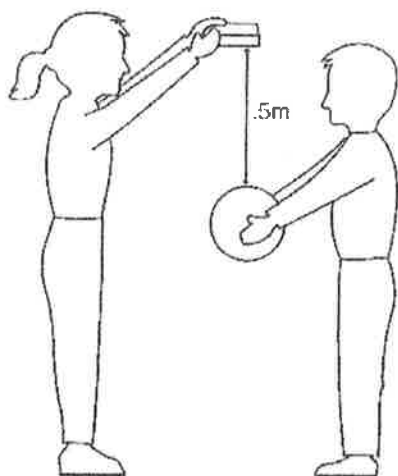
PARTE I

Material e equipamento

- Bola elástica
- Fita métrica ou régua
- Sensor de movimento da PASCO SCIENTIFIC + software Science Workshop ou
- Sensor de posição - CBR - adaptado à calculadora gráfica da Texas Instruments

Actividade

Deixar cair uma bola de diferentes alturas, medir a altura atingida no primeiro ressalto e traçar o gráfico $h_f = f(h_i)$. A experiência deve ser realizada com bolas de elasticidades diferentes, em cada grupo.



Registo de resultados

Usando o CBR adaptado à calculadora gráfica, deves registar os valores obtidos em tabelas para mais tarde poder calcular outras grandezas relacionadas com a posição medida pelo sensor ou com grandezas dela derivadas (velocidade, aceleração) - pode assim obter-se altura, energia potencial gravítica, energia cinética, energia mecânica, etc., registando-as em função do tempo.

Relatório

Após realização da actividade experimental e tratamento dos resultados em Excel deverá ser feita a apresentação e discussão do trabalho dos vários grupos, interpretadas as causas das diferenças obtidas pelos vários grupos e retiradas conclusões acerca das respostas apresentadas às questões problema.

PARTE II

Material

- Bola saltitona
- Brinquedo de borracha flexível



Planificação

1-Prever (pré-experimental)	2- Observar (utilizar os dois objectos)
3-Explicar (pós - experimental)	4- Reflectir

ESCOLA SECUNDÁRIA POETA ANTÓNIO ALEIXO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

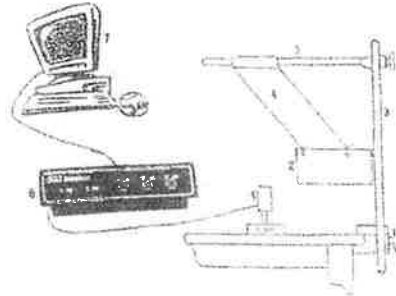
Disciplina: CFQ- 10º Ano

Turma B

Ano Lectivo: 2002/03

Questão - problema:

Como varia a energia mecânica durante o movimento de um pêndulo gravítico?



Material e equipamento disponível

- computador com programa Science Workshop (Pasco)
- photogate (célula fotoelétrica)
- interface 500 Pasco
- pêndulo gravítico constituído por: - chapa metálica
- um suporte universal com régua graduada
- haste metálica e fios de suporte da chapa

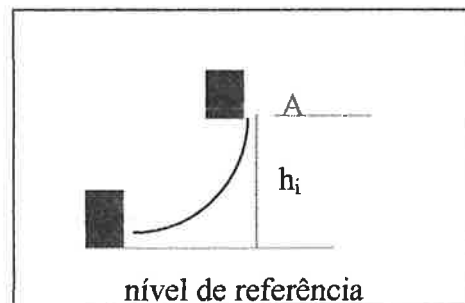
Fundamentação teórica:

Como já foi referido nos objectivos deste trabalho, os pontos fulcrais da investigação passam pela identificação das transferências e transformações de energia num sistema, pela aplicação da Lei da Conservação da Energia e pela identificação da energia dissipada num sistema.

A metodologia utilizada consiste em fazer uma série de leituras do tempo que a chapa demora a passar pela célula fotoelétrica, permitindo o cálculo da sua velocidade na posição de equilíbrio.

Considerando como nível de referência a base da chapa na posição de equilíbrio, as alturas h_i medem-se directamente numa régua colocada no suporte vertical.

Nestas condições, quando a chapa passa no nível de referência, onde está colocada a célula fotoelétrica, só tem energia cinética. À medida que a chapa vai subindo, a energia cinética vai-se transformando em energia potencial gravítica, até que na posição A só tem energia potencial gravítica.



Procedimento:

1. Monta o suporte vertical e adapta-lhe uma haste horizontal.
2. Determina a massa da chapa de aço.
3. Pelos dois furos existentes na aresta maior da chapa faz passar fios e suspende-a de modo que o comprimento destes seja aproximadamente 50 cm. Ajusta os fios na haste horizontal com auxílio do bocado de mangueira de borracha, de modo que se mantenham paralelos.
4. Coloca a célula fotoelétrica de modo que a chapa fique centrada com ela, na posição de equilíbrio.
5. Estabelece as ligações entre a célula fotoelétrica e a interface.
6. Segura a chapa na altura desejada registando a altura inicial, h_i .
7. Regista a altura do centro de massa da chapa à célula (nível de referência), na posição de equilíbrio, $h_f=0$ cm.
8. Liberta a chapa, permitindo a obtenção do valor da velocidade com que a chapa passa no nível de referência.
9. Repete a experiência usando valores de altura inicial distintos.

Registo de resultados


Altura inicial h_i/m	Altura final h_f/m	Velocidade inicial, v_i (m/s)	Velocidade final, v_f (m/s)	Varição de Energia potencial, ΔE_p / J	Varição de Energia cinética, ΔE_c / J	Varição de Energia Mecânica, ΔE_m / J

Tabelas e gráficos

- Energia cinética
- Energia potencial gravítica
- Energia mecânica

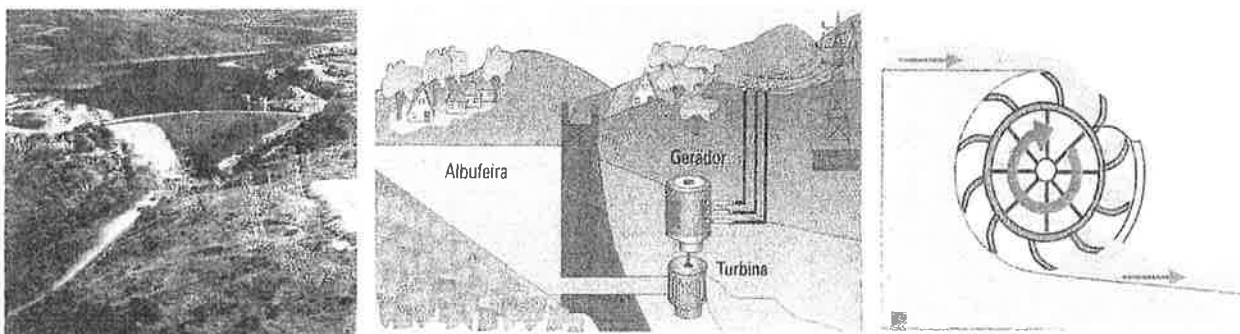
Análise dos resultados

1. Identifica as transferências e transformações de energia do sistema pêndulo - Terra.
2. Averigua o que aconteceu às energias cinética e potencial, em cada experiência.
3. Relaciona o valor da energia potencial gravítica na posição de lançamento, com o valor da energia cinética na posição mais baixa do movimento, em cada ensaio.
4. Investiga acerca da dissipação ou não de energia e, em caso afirmativo, de que forma.
5. Verifica - se a Lei de Conservação de Energia? Explica.

	<p>Actividade N° (trabalho de grupo) Assunto: Energia cinética, energia potencial e energia mecânica.</p> <p>Turma _____ N° _____</p>
---	--

1-A energia potencial gravítica e a sua capacidade de se transformar noutras formas de energia tem sido, e continuará a ser, aproveitada pelo Homem.

Uma das formas mais importante como é actualmente aproveitada ocorre nas centrais hidroeléctricas. As seguintes fotografias e esquemas pretendem ilustrar aspectos do funcionamento de uma destas centrais.



1.1- Qual a função dos seguintes sistemas da central:

- Albufeira
- Turbina
- Gerador (Que dispositivo usaste durante as aulas com a mesma função?)

1.2- Que transformações de energia ocorrem entre os sistemas anteriores?

1.3- O desnível entre a albufeira e a turbina deve ser grande ou pequeno? Porquê?

1.4- Porque é que o seu funcionamento não é contínuo durante todo o ano?

1.5- Indica vantagens e desvantagens da construção e exploração destas centrais. Refere-te aos aspectos:

-Sócio/económico

-Ambiental

1.6- No instante em que as condutas da albufeira são abertas a transformação entre as formas de energia envolvidas ocorre de forma imediata e total ou de forma gradual? Explica.

2- Considera a seguinte situação:

Um fazendeiro possui, nas suas terras, uma pequena queda de água, cuja altura é de 10m e cuja vazão é de 500litros/segundo.

O fazendeiro verifica que para a utilização, simultânea, de todos os equipamentos eléctricos da fazenda (electrodomésticos, motores e iluminação) necessita de uma potência eléctrica de 35 kW (35000J/s).

Ao informar-se num estabelecimento soube que as "mini centrais hidroeléctricas" disponíveis no mercado possuíam um rendimento eléctrico de 80%. Surgiu-lhe então o seguinte problema:



Será que com este equipamento obtenho a energia eléctrica que necessito?

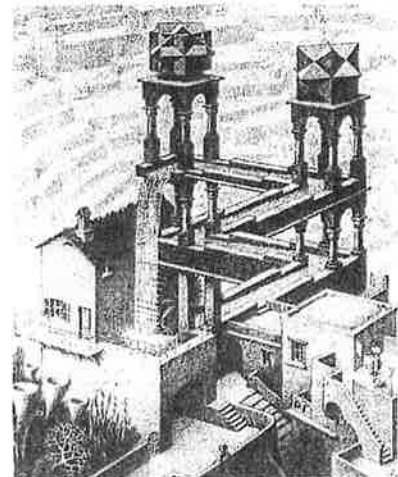
Supõe que eras o vendedor dos equipamentos. Como poderias, de forma fundamentada, convencer o fazendeiro a adquiri-lo?

3- Considera o famoso desenho de Escher. Observa-o atentamente, em particular, o percurso da água.



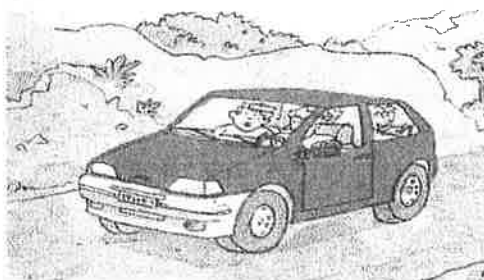
O que é que, sob o ponto de vista físico, está "errado" no desenho? Porquê?

Se esta situação fosse possível que repercussões teria na actual crise energética?



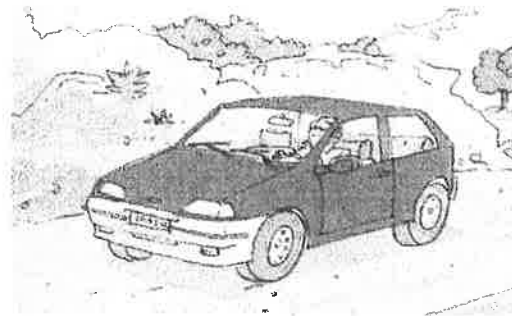
4- Considera agora a situação:

Carro G



- $v = 20 \text{ km/h}$
- quatro passageiros

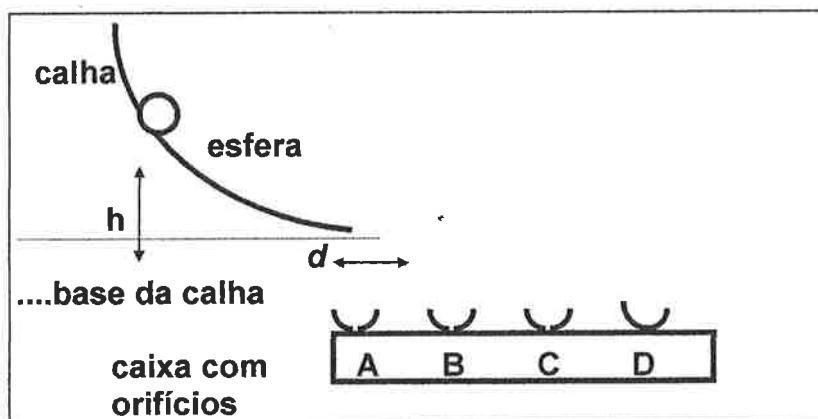
Carro H



- $v = 40 \text{ km/h}$
- um passageiro

Considera que, por uma estranha coincidência, a massa de todos os ocupantes da viaturas eram iguais.

- 4.1- Qual a relação entre a energia cinética do conjunto (carro+ocupantes) em cada um dos casos? Precisas de conhecer o valor da massa de um ocupante para responderes a esta questão? Porquê?
- 4.2- Calcula a energia cinética, em unidades S.I, para o caso em que a velocidade é 40km/h.
- 5- Esferas são deixadas cair de um ponto do troço circular de uma calha. Após percorrer esse trajecto, a esfera é projectada, caindo a uma certa distância d da base da calha:



Questão - problema:

- Que factores influenciam - e de que forma o fazem - a distância d da queda ?

Seguindo a metodologia científica, planeia uma investigação que te permita responder a esta questão.

Utilizando o material disponível no Laboratório testa as hipóteses que consideraste, pondo em prática a experiência planeada.

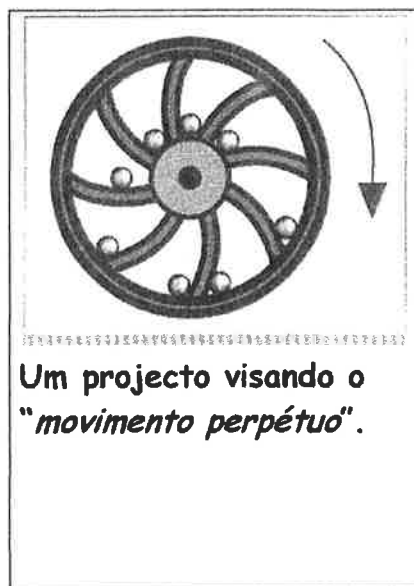
Elabora um relatório da actividade em que deves discutir e comparar a previsão feita com o resultado obtido.

6- QUANDO O SONHO NÃO COMANDA A VIDA: um sonho impossível

A idealização de máquinas de movimento perpétuo constituiu um "hobby" muito acarinhado pelos engenheiros medievais e renascentistas: desenharam noras para bombear água enquanto faziam rodar as mós dos moinhos, arranjos de magnetes que moviam rodas "eternamente", um nunca acabar de projectos, qual deles o mais imaginativo, que permitisse realizar trabalho mecânico, por si só, sem recorrer a qualquer energia externa. O sonho manteve-se durante muito tempo, até porque, nenhum princípio da lógica ou matemática se opõe à ideia de um movimento perpétuo.

Como consequência dos inúmeros projectos apresentados e da sua inevitável inviabilidade, em 1755, a *Academia de Ciências de Paris*, a mais prestigiosa instituição científica da época, deliberou recusar a discussão de quaisquer trabalhos sobre problemas reconhecidamente insolúveis, tendo considerado o do "mecanismo de movimento perpétuo" um deles.

No entanto, as razões desta impossibilidade só viriam a ser explicadas no século seguinte, séc XIX.



Responde agora às seguintes questões.

6.1- Comenta a seguinte afirmação:

"Apesar de compreensível a decisão da Academia de Ciências de Paris foi errada tendo em conta o nível de conhecimentos da época e a forma como a Ciência se constrói e evolui".

6.2- Qual a lógica de funcionamento perpétuo, em termos de transformações de energia, do projecto representado no esquema?

6.3- Qual dos fenómenos associados ao funcionamento de qualquer mecanismo, mecânico ou não, é que impede que qualquer destes mecanismos funcionem?

6.4- De que forma é que esse fenómeno os impede de funcionarem?

6.5- Indica razões práticas que, à época considerada, possam explicar o interesse generalizado na invenção destes mecanismos?

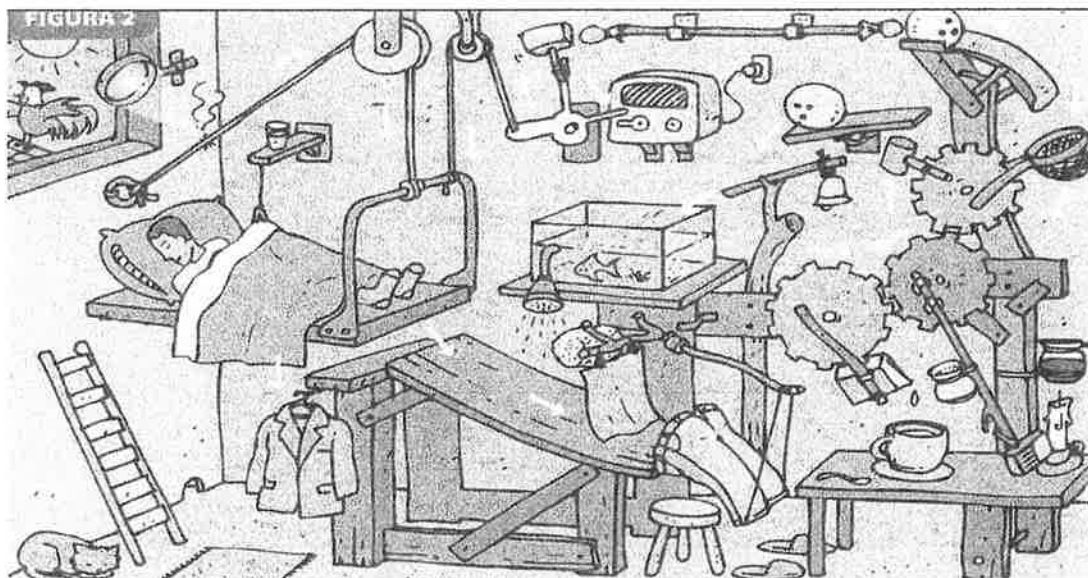
6.6- Um invento humano veio a colmatar as dificuldades de realizar trabalho mecânico sentidas na época e foi o principal impulsionador da primeira revolução industrial (séc XIX). Qual foi esse invento?

6.7- A que inventor, devido aos consideráveis melhoramentos que introduziu no dispositivo inicial de Newcomen, é normalmente atribuída a paternidade da invenção?

6.8- A partir deste invento e da revolução industrial que desencadeou faz uma pequena investigação acerca do tema:

“O conhecimento científico e as suas repercussões sociais, económicas e políticas”.

7- Considera a seguinte figura:

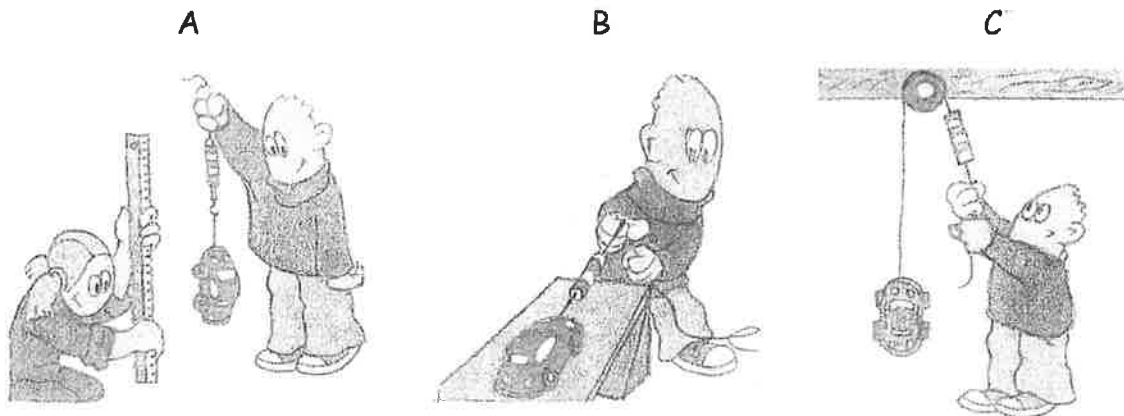


Indica o máximo de transferências/ transformações de energia classificando as formas de energia em:

Cinética / Potencial / Não-mecânica

	<p>Actividade Nº (trabalho de grupo) Assunto: Trabalho, potência e rendimento</p> <p>Turma _____ Nº _____</p>
---	--

1- Considera as diferentes formas de executar a tarefa de erguer um corpo do solo até uma mesma altura.



1.1- Ocorreu transferência de energia para o corpo? Como se designa o processo através do qual a transferência de energia ocorreu?

1.2- Como se pode calcular o valor da energia recebida pelo corpo? Esse valor foi igual ou diferente para as diferentes formas de erguer o corpo?

1.3- O valor da força exercida para erguer o corpo foi igual em todos os casos? Compara-a para os diferentes casos. Como é que, experimentalmente, se pode conhecer o seu valor?

1.4- Como se relaciona o valor do trabalho exercido pelo rapaz para as diferentes formas de erguer o corpo? E o esforço físico despendido? Justifica.

1.5- Como se podia conhecer o valor do trabalho da força exercida pelo rapaz?

1.6- Estima valores, com significado físico, para as grandezas envolvidas na tarefa de erguer o corpo e calcula o valor do trabalho exercido pelo rapaz sobre o corpo.

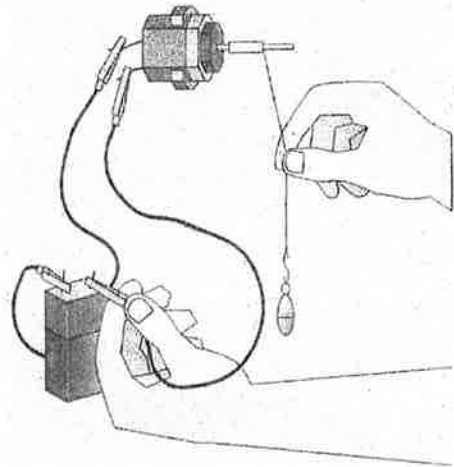
2- Considera, agora, a situação referente a dois motores eléctricos, A e B, a içarem um objecto.

A massa do objecto é 200 g e é içado do solo até uma altura de 1,5m.

O motor A demorou 20s e o B 10s.

Considera $g = 10\text{m/s}^2$

- Calcula o valor da energia transferida para o objecto.
- Considerando que a transferência de energia ocorreu pela acção de uma força, qual foi o valor do trabalho realizado?



2.3- Estima um valor para a energia eléctrica, proveniente da pilha, utilizada por um dos motores para executar a tarefa? Que critério seguiste?

2.4- Considera que a energia eléctrica utilizada para executar a tarefa, foi maior no caso do motor B. Compara, justificando:

- A potência útil dos dois motores
- A potência "consumida" pelos dois motores
- O rendimento, eficiência energética, dos dois motores

2.5- Concretiza a resposta anterior calculando e comparando os valores das grandezas físicas anteriores. Considera, nesta alínea que os valores da energia eléctrica utilizada, pelos motores A e B, foram, respectivamente, 4J e 5J.

2.6- Como sabes a utilização de motores eléctricos para içar objectos pesados tem uma grande expressão no dia a dia. Um dos exemplos consiste nas actividades de carga e descarga de grandes contentores a partir de navios num qualquer porto marítimo.

- Indica, justificando, a importância sob o ponto de vista económico, da escolha adequada dos motores destes guindastes no que respeita aos seus valores de potência e rendimento.

3- Considera duas motosserras, A e B. A máquina A funciona com uma potência superior à da máquina B, mas o seu rendimento é inferior. Isto significa que em actividades de corte de madeira idênticas, a máquina A:

(assinala com uma cruz a opção correcta e justifica a classificação que efectuaste.)

- corta mais madeira com a mesma quantidade de combustível que a B, mas mais lentamente do que a B.
- corta menos madeira com a mesma quantidade de combustível que a B, mas mais rapidamente do que a B.
- corta mais madeira com a mesma quantidade de combustível que a B e fá-lo mais rapidamente do que a B.
- corta menos madeira com a mesma quantidade de combustível que a B, mas mais lentamente do que a B.

4- Estas são algumas características técnicas de um determinado automóvel:

FICHA TÉCNICA	
Preço: 30000 euros	Velocidade máxima: 210 km/h
Motor: Dianteiro transversal de quatro cilindros em linha	Aceleração: Primeiros 1000 metros, a partir do repouso, em 35 segundos
Cilindrada: 2238 cm ³	Suspensões: Eixo rígido à frente e atrás
Potência máxima: 140 cavalos a 4300 rpm (1 cavalo-vapor = 735 W)	Depósito de combustível: 70 litros Reserva: 5 litros
Caixa de mudanças: Manual de cinco velocidades	Peso (massa!!!) do veículo: 1590 kg
Direcção: De recirculação de bolas assistida, com um diâmetro de 11,4 metros	Consumos: Em estrada, a 90 km/h, 12,9 litros aos 100 km; em auto-estrada a 120 km/h, 13,6 litros e em tráfego urbano, 13,4 litros
Travões: De disco nas rodas dianteiras e de tambor nas traseiras.	Recuperações: De 80 a 120 km/h em 4ª, 24,1 segundos; em 5ª, 32,3 segundos.

Por consulta da ficha técnica e recorrendo aos teus conhecimentos de Física procura responder às seguintes questões:

- 4.1- Se um condutor pretender percorrer 500 km conseguirá fazê-lo com um depósito completo de gasolina? Supõe dois cenários:
- a) Todo o tempo em auto-estrada a 120 km/h.
 - b) Num percurso misto, envolvendo 50 km em cidade e o resto em estrada à velocidade de 90 km/h.
- 4.2- Indica e caracteriza um terceiro cenário envolvendo as três situações previstas nos consumos, que o carro possa percorrer com o seu depósito atestado.
- 4.3- Admitindo que o motor desenvolve a sua potência máxima na fase de arranque, qual o valor da energia transferida sob a forma de trabalho pelo motor em 20 s de funcionamento? Qual o significado do valor encontrado?
- 4.4- O que aconteceria ao valor encontrado na alínea anterior, para o caso de um outro automóvel, de potência igual a metade do valor considerado?
- 4.5- O mesmo condutor, num momento em que se deslocava numa auto-estrada portuguesa apercebe-se, através da luz de aviso, que atingiu a reserva de combustível. Atendendo a que recentemente - menos de 1 km - o condutor tinha passado por um posto de abastecimento e que o próximo se encontra a 40 km, qual dos procedimentos lhe aconselhas:

A- Prosseguir o mais rapidamente possível, a uma velocidade que ainda lhe parecesse segura, por exemplo, 150 km/h.

B- Imobilizar o veículo, sinalizá-lo e telefonar para a assistência técnica, a partir de um dos postos fixos de telefone existentes.

C- Prosseguir a 120 km/h até ao próximo posto de abastecimento.

D- Prosseguir a 90 km/h até ao próximo posto de abastecimento.

E- Inverter o sentido de marcha por forma a abastecer no posto mais próximo.

Justifica a tua resposta qualitativa e quantitativamente.

5- Como sabes, não existem motores perfeitos, pelo que a energia que recebem é sempre superior à energia que, através deles, transformamos numa forma útil. Um valor típico do rendimento de um motor de combustão é 25%.

a) Qual o significado do valor anterior?

b) Durante os 20 s do arranque do automóvel- potência máxima - que energia recebeu, do combustível, o motor do automóvel?

c) Qual o volume de combustível - gasolina - utilizado pelo motor nas condições anteriores? (Calor de combustão da gasolina aproximadamente $5 \times 10^6 \text{ J}$ por litro de gasolina)

d) Admitindo as mesmas condições, por cada litro de combustível consumido no automóvel quanto é desperdiçado, isto é, transformado noutras formas de energia não desejáveis?

Quadro 1 - Articulação entre as actividades, envolvendo problemas, e as dimensões da literacia científica (Grupo experimental)






Conteúdos (1)	Actividades (2)	Questão Problema (3)	Modalidade (4)	Modo de aplicação (5)	Dimensão (6)			
					CCF	CFPC	CFI	CTSA
Transversal aos conteúdos	Ficha de Resol.Problemas	n.a.	Inf.	Aula		☐		
1.1								
	TP ₁	Sim	TP	Aula	☐			☐
	TP ₂	Sim	TP	Prop/Disc. em aula			☐	☐
	TP ₃	Sim	Pesq.	Prop/Disc em aula			☐	☐
1.2								
	TL ₁	Sim	Exp.	Aula			☐	☐
	TL ₂	Sim	Exp	Aula			☐	☐
	TP ₄	Sim	Campo	Prop/Disc em aula	☐		☐	☐
	Ficha 1	Não	TP	Prop/Disc em aula	☐	☐		
1.3								
	Ficha 2:							
	Questão1	n.a.	TP	Aula	☐			☐
	Questão2	Sim	TP	Aula	☐			☐
	Questão3	Sim	TP	Aula	☐			☐
	Questão4	n.a.	TP	Prop/Disc. em aula	☐			
	Questão5	Sim	Pesq.	Aula		☐	☐	
	Questão6	n.a.	Invest.	Prop/Disc. em aula		☐	☐	
	Questão7	Não	TP	Prop/Disc. em aula	☐			
1.4								
	TE ₁	Sim	Campo	Prop/Disc.em aula	☐		☐	
	Ficha 3							
	Questão1	n.a.	TP	Aula	☐			
	Questão2	n.a.	TP	Aula	☐			☐
	Questão3	n.a.	TP	Aula	☐			
	Questão4	n.a.	TP	Aula		☐		☐
	Questão5	n.a.	TP	Aula	☐			
1.5								
	TL ₄	Sim	Invest.	Prop/Disc. em aula		☐	☐	
	TP ₅	Sim	Campo	Prop/Disc. em aula	☐		☐	☐
	TL ₅	Sim	Exp.	Aula	☐	☐		☐
	TL ₆	Sim	Exp.	Aula	☐	☐		☐

Legenda / caracterização do quadro anterior:

- (1) Conteúdos: Transversal- o instrumento é abrangente a todos os conteúdos;
 - 1.1- Fontes de energia e estimativas de “consumos” energéticos nas principais actividades humanas;
 - 1.2- Transferências e transformações de energia. Conservação e degradação de energia. Rendimento. Uso racional de fontes de energia;
 - 1.3- Energia cinética. Energia potencial. Energia mecânica;
 - 1.4- Calor, trabalho e potência;
 - 1.5- Lei da conservação de energia. Balanços energéticos.

- (2) Instrumento: Ficha de resolução de problemas;
TP₁- Visionamento de um vídeo sobre energia e sua utilização;
TP₂- Análise e interpretação da utilização de energia pela Humanidade e suas consequências, a partir de informação contida em textos, tabelas e gráficos;
TP₃- Trabalho de pesquisa e debate;
TL₁- Actividade experimental acerca de transformações/ transferências de energia;
TL₂- Trabalho prático acerca de lâmpadas “economizadoras de energia”;
TP₄- Trabalho de campo acerca dos “consumos energéticos” de uma habitação;
Ficha de Trabalho 1- Actividade extra-aula, acerca de transformações e transferências de energia;
Ficha de trabalho 2- Actividade em grupo, acerca de energias cinética, potencial e mecânica, constituída por sete questões de índole diversificada;
TE₁- Trabalho de campo acerca da determinação experimental da potência de um aparelho de microondas;
Ficha de trabalho 3 - Actividade em grupo, acerca de trabalho, potência e rendimento, constituída por cinco questões;
TL₄- Actividade experimental extra-aula, acerca da capacidade de “isolamento térmico” de diferentes recipientes;
TP₅- Trabalho de campo acerca da potência a contratar para uma habitação;
TL₅ e TL₆ - Actividade experimental em grupo acerca de conservação de energia: Bola saltitona e Pêndulo gravítico.
- (3) Questão-problema: **Sim**- existe questão-problema expressa no instrumento; **Não**- não existe ou não está expressa questão-problema no instrumento; **n.a.**- não se aplica.
- (4) Modalidade de trabalho: **Inf.**- instrumento de informação; **Pesq.**- instrumento de pesquisa; **TP**- trabalho prático; **Exp.**- trabalho experimental; **Inv.** - trabalho investigativo; **Campo** - trabalho de campo.
- (5) Modo de aplicação: **Aula**- o instrumento é aplicado durante a aula; **Extra-aula**- o instrumento é aplicado fora da aula, como actividade complementar; **Prop/Disc. em aula**- o instrumento é proposto e discutido na aula, sendo concretizado fora dela.
- (6) Dimensão: **CCF**- conhecimentos científicos de Física; **CFPC**- ciência como forma de pensar e conhecer; **CFI**- ciência como forma de investigação; **CTSA**- interações ciência/tecnologia/ sociedade/ambiente.

Quadro 2 - Articulação entre as actividades envolvendo “problemas” e os conteúdos (grupo controlo)

Conteúdos (1)	Actividades (2)	Modalidade (3)	Modo de aplicação (4)	Dimensão (5)
				CCF
1.1				
	Exercícios	TP	Aula	
1.2				
	Exercícios	TP	Aula	
1.3				
	Exercícios	TP	Aula	
1.4				
	Exercícios	TP	Aula	
1.5				
	Exercícios	TP	Aula	

- Legenda: (1) Conteúdos: idênticos aos do grupo experimental;
(2) Actividades: Exercícios- em anexo- extraídos do manual adoptado na escola;
(3) Modalidade: TP- trabalho prático de resolução de exercícios;
(4) Modo de aplicação: Aula- os exercícios são resolvidos durante a aula pelo professor ou por um aluno no quadro;
(5) Dimensão: CCF- conhecimentos científicos de Física.

Anexo VI

RESULTADOS

I- QUESTIONÁRIO ACERCA DAS PERCEPÇÕES DOS ALUNOS

A- Desejabilidade

1-Percepções quanto à natureza

Quadro 1.1- Itens quanto à dimensão CCF (grupo de controlo)

		D1.13	D1.14	D1.15	D1.21
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,14	4,38	4,48	4,38
Moda		4	4	5	4
Desvio padrão		,57	,50	,68	,50

Quadro 1.2- Itens quanto à dimensão CCF (grupo experimental)

		D1.13	D1.14	D1.15	D1.21
N	Válidas	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,14	4,48	4,39	4,70
Moda		4	5	5	5
Desvio padrão		,57	,59	,66	,47

Quadro 1.3- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo de controlo)

		D1.2	D1.9	D1.10	D1.11	D1.16
N	Válidas	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		4,14	4,52	3,86	4,19	4,19
Moda		4	5	4	4	4
Desvio padrão		,57	,51	,65	,60	,93

Quadro 1.4- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo experimental)

		D1.2	D1.9	D1.10	D1.11	D1.16
N	Válidas	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		4,14	4,65	4,35	4,26	4,35
Moda		4	5	4	4	4
Desvio padrão		,57	,49	,65	,62	,65

Quadro 1.5- Itens quanto à dimensão CFI (grupo de controlo)

		D1.13	D1.14	D1.15	D1.21
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,43	4,38	4,33	4,33
Moda		4	4	4	4
Desvio padrão		,60	,50	,66	,66

Quadro 1.6- Itens quanto à dimensão CFI (grupo experimental)

		D1.13	D1.14	D1.15	D1.21
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,57	4,35	4,65	4,00
Moda		5	4	5	4
Desvio padrão		,51	,57	,49	,67

Quadro 1.7- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo controlo)

		D1.1	D1.4	D1.5	D1.6	D1.7	D1.8	D1.18	D1.19	D1.20
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,57	4,52	4,14	4,38	4,05	4,00	4,48	4,52	4,19
Moda		5	5	4	4	4	4	5	5	4
Desvio padrão		,51	,51	,57	,50	,59	,71	,60	,51	,68

Quadro 1.8- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo experimental)

		D1.1	D1.4	D1.5	D1.6	D1.7	D1.8	D1.18	D1.19	D1.20
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,57	4,65	4,22	4,52	4,48	4,39	4,48	4,35	4,57
Moda		5	5	4	5	4	4	4	4	5
Desvio padrão		,51	,49	,60	,51	,51	,50	,51	,65	,59

2-Percepções quanto às acções

Quadro 2.1- Itens quanto à dimensão CCF (grupo controlo)

		D2.17	D2.23	D2.30	D2.34
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,57	4,52	4,43	4,29
Moda		5	5	4	4
Desvio padrão		,51	,68	,60	,56

Quadro 2.2- Itens quanto à dimensão CCF (grupo experimental)

		D2.17	D2.23	D2.30	D2.34
N	Válidas	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,57	4,61	4,26	4,26
Moda		5	5	4	4
Desvio padrão		,51	,58	,54	,69

Quadro 2.3- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo controlo)

		D2.2	D2.5	D2.6	D2.9	D2.10	D2.11	D2.12	D2.15	D2.20
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,52	4,33	4,52	4,14	4,43	4,48	4,57	4,62	4,14
Moda		5	5	5	4	4	5	5	5	4
Desvio padrão		,68	,73	,60	,73	0,73	,68	,51	,59	,79

		D2.21	D2.25	D2.28	D2.29	D2.31	D2.36	D2.37	D2.38	D2.40
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,38	4,43	4,14	4,10	4,10	4,10	3,90	4,19	4,10
Moda		4	5	4	4	4	4	4	4	5
Desvio padrão		,59	,68	,79	,70	,77	,77	,77	,51	,94

Quadro 2.4- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo experimental)

		D2.2	D2.5	D2.6	D2.9	D2.10	D2.11	D2.12	D2.15	D2.20
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,61	4,30	4,30	4,52	4,39	4,26	4,43	4,39	4,61
Moda		5	4	4	5	5	4	4	5	5
Desvio padrão		,50	,63	,66	,59	,66	,69	,51	,66	,50

		D2.21	D2.25	D2.28	D2.29	D2.31	D2.36	D2.37	D2.38	D2.40
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,52	4,52	4,30	4,09	4,26	4,48	4,35	4,43	4,26
Moda		5	5	4	4	4	4	4	5	4
Desvio padrão		,51	,59	,56	,73	,62	,51	,57	,66	,69

Quadro 2.5- Itens quanto à dimensão CFI (grupo controlo)

		D2.1	D2.3	D2.13	D2.14	D2.16	D2.18	D2.19	D2.22
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,48	4,24	4,19	4,29	4,48	4,48	4,10	4,43
Moda		5	4	5	4	5	5	4	5
Desvio padrão		,68	,54	,87	,72	,68	,75	,70	,75

		D2.24	D2.26	D2.27	D2.35	D2.39
N	Válidas	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		4,24	4,05	4,24	4,29	4,19
Moda		4	5	5	4	5
Desvio padrão		,70	,86	,77	,56	,81

Quadro 2.6- Itens quanto à dimensão CFI (grupo experimental)

		D2.1	D2.3	D2.13	D2.14	D2.16	D2.18	D2.19	D2.22
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,48	4,78	4,43	4,45	4,30	4,52	4,52	4,61
Moda		4	5	4	5	4	5	5	5
Desvio padrão		,51	,42	,51	10,56	,63	,51	,59	,50

		D2.24	D2.26	D2.27	D2.35	D2.39
N	Válidas	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		4,26	4,52	4,48	4,30	4,35
Moda		4	5	4	4	5
Desvio padrão		,62	,59	,51	,70	,78

Quadro 2.7- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo controlo)

		D2.4	D2.7	D2.8	D2.32	D2.33
N	Válidas	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		4,48	4,76	4,86	4,00	4,19
Moda		5	5	5	3	4
Desvio padrão		,60	,44	,36	,84	,75

Quadro 2.8- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo experimental)

		D2.4	D2.7	D2.8	D2.32	D2.33
N	Válidas	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0
	Média	4,30	4,65	4,78	4,35	4,39
	Moda	4	5	5	4	5
	Desvio padrão	,56	,57	,42	,65	,66

3-Quanto às relações interpessoais

Quadro 3.1- Itens quanto às relações interpessoais (grupo controlo)

		D3.1	D3.2	D3.3	D3.4	D3.5	D3.6	D3.7
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0
	Média	4,24	4,33	4,29	4,14	4,48	4,29	4,67
	Moda	5	5	5	4	5	5	5
	Desvio padrão	,77	,73	,78	,73	,60	,85	,48

Quadro 3.2- Itens quanto às relações interpessoais (grupo experimental)

		D3.1	D3.2	D3.3	D3.4	D3.5	D3.6	D3.7
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0
	Média	4,52	4,43	4,26	4,48	4,26	4,26	4,57
	Moda	5	5	4	5	4	4	5
	Desvio padrão	,59	,66	,62	,59	,69	,69	,59

4-Quanto às condições da escola

Quadro 4.1- Itens quanto às condições físicas da escola. (grupo controlo)

		D4.1	D4.2	D4.3	D4.4	D4.5	D4.6	D4.7	D4.8
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	4,57	4,52	4,29	4,48	4,33	4,71	4,62	4,71
	Moda	5	5	5	5	5	5	5	5
	Desvio padrão	,87	,60	,78	,68	1,02	,56	,67	,56

Quadro 4.2- Itens quanto às condições físicas da escola. (grupo experimental)

		D4.1	D4.2	D4.3	D4.4	D4.5	D4.6	D4.7	D4.8
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	4,61	4,43	4,57	4,48	4,65	4,65	4,52	4,65
	Moda	5	4	5	4	5	5	5	5
	Desvio padrão	,58	,51	,51	,51	,57	,49	,67	,49

B-CONSECUÇÃO

5- Quanto à natureza

Quadro 5.1- Itens quanto à dimensão CCF (grupo controle)

		C1.13	C1.14	C1.15	C1.21
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		2,43	3,00	2,48	3,90
Moda		3	3	4	4
Desvio padrão		,93	1,14	1,33	,30

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Quadro 5.2- Itens quanto à dimensão CCF (grupo experimental)

		C1.13	C1.14	C1.15	C1.21
N	Válidas	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,13	4,13	4,09	2,43
Moda		4	4	4	2
Desvio padrão		,69	,69	,60	,51

Quadro 5.3- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo controle)

		C1.2	C1.9	C1.10	C1.11	C1.16
N	Válidas	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		2,19	2,48	2,14	2,29	3,00
Moda		2	3	1	3	2
Desvio padrão		,68	,68	1,01	,78	1,26

Quadro 5.4- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo experimental)

		C1.2	C1.9	C1.10	C1.11	C1.16
N	Válidas	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		4,09	3,91	3,96	3,87	4,00
Moda		4	4	4	4	4
Desvio padrão		,29	,73	,71	,76	,74

Quadro 5.5- Itens quanto à dimensão CF1 (grupo controle)

		C1.3	C1.12	C1.17	C1.22
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		1,67	1,52	1,86	1,62
Moda		1	1	1	2
Desvio padrão		,80	,68	,91	,50

Quadro 5.6- Itens quanto à dimensão CF1 (grupo experimental)

		C1.3	C1.12	C1.17	C1.22
N	Válidas	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,09	3,78	4,00	4,04
Moda		4	4	4	4
Desvio padrão		,60	,52	,30	,64

Quadro 5.7- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo controle)

		C1.1	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	C1.8	C1.18	C1.19	C1.20
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		2,67	1,67	1,52	2,24	1,71	2,05	2,62	1,81	2,00
Moda		3	1	1	3	1	2	3	1	2
Desvio padrão		,73	,80	,81	,89	,85	,97	1,16	,81	,84

Quadro 5.8- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo experimental)

		C1.1	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	C1.8	C1.18	C1.19	C1.20
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,09	3,96	4,00	3,96	4,09	3,87	3,96	4,17	3,87
Moda		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Desvio padrão		,42	,47	,60	,47	,60	,63	,64	,58	,63

6- Quanto às acções

Quadro 6.1- Itens quanto à dimensão CCF (grupo controle)

		C2.17	C2.23	C2.30	C2.34
N	Válidas	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		3,19	3,29	2,38	2,14
Moda		3	3	2	2
Desvio padrão		,98	,96	,74	,91

Quadro 6.2- Itens quanto à dimensão CCF (grupo experimental)

		C2.17	C2.23	C2.30	C2.34
N	Válidas	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0
Média		4,30	3,70	3,78	3,43
Moda		4	4	3	3
Desvio padrão		,70	,70	,80	,73

Quadro 6.3- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo controle)

		C2.2	C2.5	C2.6	C2.9	C2.10	C2.11	C2.12	C2.15
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		3,33	2,00	2,48	2,00	2,86	2,86	3,52	2,24
Moda		4	1	3	1	3	3	4	3
Desvio padrão		1,02	,89	1,21	,84	,73	,91	1,17	,89

C2.20	C2.21	C2.25	C2.28	C2.29	C2.31	C2.36	C2.37	C2.38	C2.40
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,00	2,86	3,19	2,19	2,05	2,33	2,38	2,00	2,67	2,71
3	3	3	2	1	2	3	2	2	3
7,16	,91	1,17	1,08	,92	1,15	,97	1,00	1,24	1,15

Quadro 6.4- Itens quanto à dimensão CFPC (grupo experimental)

		C2.2	C2.5	C2.6	C2.9	C2.10	C2.11	C2.12	C2.15
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	3,83	3,78	3,70	3,78	3,74	3,83	4,13	4,17
	Moda	4	4	4	4	4	4	4	4
	Desvio padrão	,72	,60	,63	,74	,81	,65	,76	,83

C2.20	C2.21	C2.25	C2.28	C2.29	C2.31	C2.36	C2.37	C2.38	C2.40
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,96	4,04	4,13	3,74	3,61	3,87	4,09	3,65	3,83	3,65
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
,77	,56	,63	,69	1,03	,69	,67	,65	,94	,98

Quadro 6.5- Itens quanto à dimensão CFI (grupo controle)

		C2.1	C2.3	C2.13	C2.14	C2.16	C2.18	C2.19	C2.22
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	2,33	2,00	2,52	2,05	2,95	2,76	2,43	3,29
	Moda	1	1	3	1	3	2	2	3
	Desvio padrão	1,11	1,00	1,08	1,07	,80	1,04	,87	1,15

		C2.24	C2.26	C2.27	C2.35	C2.39
N	Válidas	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0
	Média	2,95	2,33	2,24	2,24	2,67
	Moda	3	2	3	2	2
	Desvio padrão	1,02	,91	1,04	,83	1,11

Quadro 6.6- Itens quanto à dimensão CFI (grupo experimental)

		C2.1	C2.3	C2.13	C2.14	C2.16	C2.18	C2.19	C2.22
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	3,87	4,00	3,96	4,04	3,87	4,13	4,04	4,00
	Moda	4	4	4	4	4	4	4	4
	Desvio padrão	,63	,60	,64	,64	,63	,76	,71	,80

		C2.24	C2.26	C2.27	C2.35	C2.39
N	Válidas	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0
	Média	3,87	3,91	4,04	3,65	4,00
	Moda	4	4	4	4	4
	Desvio padrão	,55	,67	,71	1,03	,90

Quadro 6.7- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo controle)

		C2.4	C2.7	C2.8	C2.32	C2.33
N	Válidas	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		1,95	2,52	2,71	2,38	2,19
Moda		2	2	2	3	2
Desvio padrão		,67	1,12	1,31	,74	1,03

Quadro 6.8- Itens quanto à dimensão CTSA (grupo experimental)

		C2.4	C2.7	C2.8	C2.32	C2.33
N	Válidas	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0
Média		3,91	4,13	4,30	3,83	3,65
Moda		4	4	4	4	4
Desvio padrão		,79	,63	,63	,72	,88

7- Quanto às relações interpessoais

Quadro 7.1- Itens quanto às relações interpessoais (grupo controle)

		C3.1	C3.2	C3.3	C3.4	C3.5	C3.6	C3.7
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0
Média		3,00	2,67	2,71	2,52	2,24	2,57	3,57
Moda		3	3	2	3	2	3	4
Desvio padrão		1,00	1,06	1,31	,81	,94	1,12	,68

Quadro 7.2- Itens quanto às relações interpessoais (grupo experimental)

		C3.1	C3.2	C3.3	C3.4	C3.5	C3.6	C3.7
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,09	4,09	3,96	3,87	3,78	3,91	4,43
Moda		5	4	4	4	4	4	5
Desvio padrão		,90	,73	,56	,76	,90	,85	,66

8- Quanto às condições da escola

Quadro 8.1- Itens quanto às condições físicas da escola (grupo controle)

		C4.1	C4.2	C4.3	C4.4	C4.5	C4.6	C4.7	C4.8
N	Válidas	21	21	21	21	21	21	21	21
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		1,57	1,29	1,57	1,52	2,86	3,48	3,38	3,62
Moda		1	1	1	1	1	3	3	4
Desvio padrão		1,12	,56	,87	1,03	1,46	1,25	1,12	,97

Quadro 8.2- Itens quanto às condições físicas da escola (grupo experimental)

		C4.1	C4.2	C4.3	C4.4	C4.5	C4.6	C4.7	C4.8
N	Válidas	23	23	23	23	23	23	23	23
	Não-resposta	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		4,04	4,09	4,22	4,09	4,39	4,26	4,17	4,22
Moda		4	4	4	4	5	4	4	4
Desvio padrão		,64	,60	,67	,67	,72	,62	,72	,52

II- QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS SOBRE LITERACIA CIENTÍFICA

RESULTADOS GLOBAIS

Parte 1-Itens 1.1 até 8.4- Cotação: 51,5 pontos / Parte2 Itens 9.1 até 14- Cotação: 48,5 pontos

Total- todos os itens- Cotação: 100 pontos

Grupo	Caso	Parte 1	Média	Parte 2	Média	Total	Média
Control	1	13,50	22,750	10,50	13,2143	24,00	35,9643
	2	21,50		6,00		27,50	
	3	14,25		7,00		21,25	
	4	17,00		9,00		26,00	
	5	29,00		12,50		41,50	
	6	25,50		14,50		40,00	
	7	27,00		18,00		45,00	
	8	21,75		13,00		34,75	
	9	22,00		9,00		31,00	
	10	25,50		9,00		34,50	
	11	21,50		13,00		34,50	
	12	29,25		20,00		49,25	
	13	27,50		11,50		39,00	
	14	17,75		15,00		32,75	
	15	19,00		13,50		32,50	
	16	19,50		12,50		32,00	
	17	22,25		18,50		40,75	
	18	29,00		10,50		39,50	
	19	19,50		16,50		36,00	
	20	28,50		20,50		49,00	
	21	27,00		17,50		44,50	
Experimental	1	43,00	41,760	44,50	42,17	87,50	83,93
	2	41,50		42,50		84,00	
	3	41,50		43,50		85,00	
	4	41,00		44,50		85,50	
	5	46,00		43,50		89,50	
	6	39,00		39,50		78,50	
	7	42,00		43,50		85,50	
	8	41,00		42,50		83,50	
	9	43,00		41,00		84,00	
	10	42,00		42,00		84,00	
	11	42,50		41,00		83,50	
	12	39,00		41,00		80,00	
	13	37,50		42,50		80,00	
	14	40,50		40,00		80,50	
	15	41,50		41,00		82,50	
	16	48,50		43,00		91,50	
	17	46,50		43,50		90,00	
	18	35,50		40,00		75,50	
	19	41,00		41,00		82,00	
	20	41,00		40,00		81,00	
	21	43,00		45,00		88,00	
	22	44,00		42,50		86,50	
	23	40,00		42,50		82,50	
Média de todos os casos (N=44): 32,69			Média de todos os casos(N=44): 28,35				
Média de todos os casos (N=44) total: 61,04%							

