

**Formação de Professores com Base num Modelo de Ensino-Aprendizagem de  
Física Centrado na Resolução de Problemas  
Um Estudo com 4 Professores e Turmas de 10º Ano**



UNIVERSIDADE DE AVEIRO  
SERVIÇOS DE DOCUMENTAÇÃO

Joaquim Bernardino de Oliveira Lopes  
Licenciado em Física-Ramo Educacional  
pela  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Tese apresentada para obtenção do grau de  
Mestre em Educação  
(Supervisão sub-especialidade Ciências)

Universidade de Aveiro  
Secção Autónoma de Didáctica e Tecnologia Educativa

Tese realizada sob a orientação  
de  
Doutora Nilza Maria Vilhena Nunes Costa

Professora Auxiliar  
da  
Secção Autónoma de Didáctica e Tecnologia Educativa  
da  
Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho:

Aos meus filhos Pedro, Paulo e Isaac que ficaram privados muitas vezes da minha atenção e que ainda não percebem o que pai anda a fazer.

À minha esposa Ilda, companheira que ouviu, criticou, sugeriu, apoiou.

Aos meus pais Rogério e Maria Augusta a quem muito devo.

## Agradecimentos

À Professora Doutora Nilza Costa pelo apoio que me deu, pelas longas discussões, pelas sugestões e críticas feitas com muita amabilidade.

Aos meus colegas de ofício Iolanda, Luis, Júlio e Paula que se dispuseram a participar comigo neste longo trabalho.

Ao amigo Carlos Lopes responsável por ter iniciado esta aventura.

Ao Prof. Doutor Domingos Fernandes,

Ao Dr. Paulo Abrantes,

e à Dr<sup>a</sup> Natália Cruz,  
pela valiosa colaboração que prestaram para a validação do instrumento de observação das aulas (I.O.) e cedência de bibliografia.

À Dr<sup>a</sup> Regina Gouveia,

À Dr<sup>a</sup> Marília Costa,

e à Dr<sup>a</sup> Ursulina Valente,  
pela valiosa colaboração que prestaram para a validação do instrumentos de observação dos alunos (I.O.A.).

Às minhas amigas Evangelina que se dispôs a rever o texto e Odete que me ajudou a escolher o arranjo gráfico deste trabalho.

Aos presidentes dos Conselhos Directivos, em 91/92, das Escola Sec. do Entroncamento e Escola Sec. Artur Gonçalves de Torres Novas, e à colega M<sup>a</sup> do Céu Costa pelas facilidades concedidas.

## Resumo do Estudo

Este estudo tem duas vertentes:

- a) A formação de professores de Física para a qual se concebeu um programa de supervisão.
- b) A concepção de um Modelo de Ensino-Aprendizagem de Física Centrado na Resolução de Problemas (modelo de e.a. centrado na r.p.) que condicionou o programa anterior.

Pretendia-se com este estudo:

Analisar os efeitos de um processo de supervisão com vista a implementar nas aulas de Física um ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas na:

- prática docente;
- aprendizagem dos alunos.

Analisar o próprio processo de supervisão que tem por base o Modelo de Ensino-Aprendizagem Centrado na Resolução de Problemas.

O "modelo de e.a. centrado na r.p." foi concebido com base na bibliografia e sucessivamente reformulado. A partir dele e com base em bibliografia sobre formação de professores foi concebido um programa de supervisão que tinha como objectivos estudar directamente três variáveis "a eficácia da supervisão", a "centralidade do ensino-aprendizagem em resolução de problemas" e o "desempenho dos alunos na resolução de problemas".

Aquelas variáveis estavam implicadas em dois tipos de hipóteses que designamos de B's e C's. Indirectamente o próprio "modelo de e.a. centrado na r.p." também foi estudado, mas constituiu-se essencialmente como pressuposto.

A formação de professores foi feita com 4 professores, com mais de cinco anos de experiência, de duas escolas; um deles serviu de controle. Uma das turmas de 10ºano de cada professor também participou no estudo.

O programa de supervisão tinha duas partes. A primeira parte (1ª intervenção) consistiu na formação de professores tendo em conta a prática docente dos mesmos e o "modelo de e.a. centrado na r.p.", criando condições para ser experimentado na sala de aula. Foram várias sessões que se prolongaram por um pouco mais do que um mês. A segunda parte (2ª intervenção) consistiu num acompanhamento das aulas dos professores que estavam a tentar aumentar

a centralidade do seu ensino-aprendizagem em resolução de problemas e numa reflexão sobre a implementação do "modelo de e.a. centrado na r.p.". Esta parte durou cerca de dois meses.

Foram recolhidos materiais produzidos pelos professores, observadas aulas, solicitadas avaliações dos professores, feitos registos das sessões antes da 1ª intervenção, durante a 1ª intervenção, durante a 2ª intervenção e depois da 2ª intervenção. Foram aplicados testes (I.O.A.) aos alunos antes da 1ª intervenção, no final da 2ª intervenção e passados cerca de 2 meses depois da 2ª intervenção.

As aulas foram analisadas com um Instrumento de Observação (I.O.) concebido e validado para o efeito.

Os testes foram analisados com um Instrumento de Análise.

Os restantes materiais foram analisados através da análise de conteúdo.

O estudo é essencialmente de natureza qualitativa. Contudo é possível sintetizar as principais conclusões do seguinte modo:

O programa de supervisão concebido permitiu aos professores experimentarem nas suas aulas um ensino aprendizagem com maior centralidade em resolução de problemas do que antes da intervenção.

O processo de supervisão tem algumas fases críticas no sentido em que se não forem ultrapassadas com êxito, dificultam a adopção da inovação pelos professores.

O desempenho dos alunos em resolução de problemas melhorou como consequência do aumento de centralidade em resolução de problemas do ensino-aprendizagem proporcionado pelos professores.

# Índice

Dedico este trabalho a	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vi
Índice	viii
Índice de figuras e quadros	xiii
Siglas utilizadas	xiv
<b>Capítulo 1 - Apresentação da Tese</b>	<b>1</b>
1.0 Introdução	2
1.1 Âmbito do estudo	2
1.2 Identificação do problema em estudo	3
1.3 Objectivos do estudo	4
1.4 Apresentação do plano da tese	5
<b>Capítulo 2 - Revisão de Literatura</b>	<b>7</b>
2.0 Introdução	8
2.1 Resolução de problemas	9
2.1.1 Noção de problema	9
2.1.2 Resolução de problemas	13
2.1.3 Resolução de problemas como estratégia de ensino- aprendizagem	18
2.2 Contributos para um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas	21
2.2.1 O contributo da didáctica e psicologia	21
2.2.2 O contributo da epistemologia	25
2.3 Formação de professores	33
2.3.1 A supervisão e a formação de professores	33
2.3.2 Formação de professores em Ciências e/ou em	37

resolução	de problemas	
	2.3.3 Enquadramento da supervisão efectuada	41
	2.4 Identificação das variáveis do estudo	43
<b>Capítulo 3 - Pressuposto e Hipóteses</b>		<b>45</b>
	3.1 Modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.	47
	3.1.1 Pressuposto relativo ao modelo (Pressuposto A)	47
	3.1.2 Apresentação do modelo	47
	3.1.3 Apresentação e definição dos conceitos-chave	48
	3.1.4 Princípios orientadores do modelo	49
	3.1.5 Estrutura global do modelo	54
	3.1.6 Preparação do professor para implementar o modelo do e.a. em r.p.	61
	3.2 Processo de Supervisão	63
	3.2.1 Hipóteses relativas ao processo de supervisão (Hipóteses B e B1)	63
	3.2.1.1 Apresentação do modelo de supervisão seguido	64
	3.2.2 Justificação das hipóteses	65
	3.3 Consequências de um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problemas.	68
	3.3.1 Formulação de hipóteses (Hipóteses C's)	68
	3.3.2 Justificação das hipóteses	69
	3.3.3 Articulação das hipóteses C, C1, C2, C3, e C4 com o pressuposto A e as hipóteses B e B1.	71
<b>Capítulo 4 - Descrição do estudo</b>		<b>73</b>
	4.1 Introdução	74
	4.2 Estudo Preliminar	76
	4.3 Preparação do estudo principal	79
	4.4 Estudo principal	80
	4.4.1 Esquema geral	80
	4.4.2 Justificação metodológica	82
	4.4.3 Descrição do programa de supervisão	83
	4.4.4 Justificação do programa de supervisão	90
	4.5 Limitações do estudo	93

<b>Capítulo 5 - Instrumentos de observação e análise</b>	<b>95</b>
5.1 Instrumentos sobre a variável "supervisão"	96
5.1.1 Materiais	96
5.1.2 Análise de conteúdo dos materiais (categorias e sub- categorias)	96
5.2 Instrumentos sobre a variável "centralidade do e.a. na r.p."	101
5.2.1 Resultados do estudo preliminar	101
5.2.1.1 Construção do instrumento de observação (I.O.)	101
5.2.2 Materiais	105
5.2.3 Apresentação geral do instrumento de observação (I.O.)	105
5.2.4 Instrumento de observação (I.O.)	107
5.3 Instrumentos sobre a variável "desempenho dos alunos na resolução de problemas".	118
5.3.1 Instrumento de observação de alunos (I.O.A.)	118
5.3.2 Instrumentos de análise do I.O.A.	120
5.3.2.1 Apetência dos alunos por resolver exercícios e/ou problemas.	122
5.3.2.2 Capacidade de identificar os exercícios e/ou problemas.	122
5.3.2.3 Abordagem utilizada na resolução de exercícios e/ou problemas.	124
5.3.2.4 Capacidade global de resolver um exercício e/ ou problema.	125
 <b>Capítulo 6 - Resultados</b>	 <b>133</b>
6.1 Resultados relativos à variável "supervisão"	134
6.1.1 Resultados por categorias	134
6.2 Resultados relativos à variável "centralidade de e.a. em r.p."	147
6.2.1 Resultados da leitura imediata a partir de cada categoria.	148
6.2.2 Resultados da leitura global tendo em conta a lógica do I.O. .	158
6.2.3 Resultados da leitura global por professor.	162
6.3 Resultados relativos à variável "desempenho dos alunos na resolução de problemas".	167
6.3.1 Introdução	167

6.3.2 Resultados referentes à apetência dos alunos para resolver exercícios e/ou problemas.	167
6.3.3 Resultados relativos ao processo de resolução adoptado pelos alunos para resolverem exercícios e/ou problemas.	169
6.3.4 Resultados relativos à "identificação pelos alunos de exercícios e/ou problemas".	171
6.3.5 Resultados relativos à capacidade de conversão do exercício e/ou problema para se tornar resolúvel.	173
6.3.6 Resultados relativos à capacidade global de resolver exercícios e/ou problemas.	175
6.3.7 Resultados relativos à capacidade de avaliação da resolução e/ou resultado de um exercício e /ou problema.	177
<b>Capítulo 7 - Estudo das Hipóteses e Conclusões</b>	<b>179</b>
7.1 Estudo das hipóteses B e B1	180
7.1.0 Introdução.	180
7.1.1 Interpretação dos resultado da supervisão	181
7.1.2 Interpretação dos resultados sobre a centralidade do e.a. em r.p. .	186
7.1.3 Interpretação dos resultados da capacidade global de resolver problemas.	187
7.1.4 Conclusões relativas às hipótese B e B1	188
7.2 Estudo das hipóteses C's	194
7.2.1 Interpretação dos resultados sobre o desempenho dos alunos na resolução de problemas.	194
7.2.2 Conclusões relativas às hipóteses C's.	198
7.3 Estudo do pressuposto A	200
7.3.1 Estudo das conclusões anteriores à luz do pressuposto A.	201
7.3.1.1 Pistas para futuros estudos relacionados directamente com o modelo	201
7.3.2 Conclusões relativas ao pressuposto A.	203
7.4 Conclusões gerais do estudo.	204
7.5 Limitações do estudo verificadas à posteriori	205
7.6 Recomendações para estudos posteriores.	207

Bibliografia	209
Apêndices	223
Apêndice A - Material da supervisão	225
Apêndice B - Textos entregues aos professores durante a supervisão	269
Apêndice C - I.O.A. - Testes administrados aos alunos	277
Apêndice D - Exemplos de respostas dos alunos de acordo com as categorias de análise do Instrumento de Análise do I.O.A.	295
Apêndice E - Resultados do I.O.	309
Apêndice F - Protocolos de entrevistas	315

# Índice de figuras e quadros

Fig. 2.1 Relações de causalidade entre variáveis	43
Fig. 3.1 Linguagens do modelo	49
Fig. 3.2 Criação de contextos-problemáticos e situações problemáticas	50
Fig. 3.3 Ligações entre os diferentes tipos de problemas	52
Fig. 3.4 Fases do crescimento dos conceitos e sua relação com o tempo	53
Fig. 3.5 Etapas de um ciclo do "modelo de e.a. centrado na r.p."	54
Fig. 4.1 Enquadramento do estudo preliminar	76
Fig. 4.2 Esquema do estudo principal	81
Fig. 5.1 Quadro dos materiais usados por cada sub-categoria da supervisão	100
Fig. 5.2 Quadro do nº de aulas observadas nos diferentes momentos da supervisão.	105
Fig. 5.3 Interligação entre as categorias do I.O.	106
Fig. 5.4 Estrutura geral de análise do I.O.A.	121
Fig. 6.1 Caracterização sumária dos professores do estudo	145
Quadro da cat. 1.1 até ao quadro da cat. 4.5 (cat. do I.O.)	148
Quadro 1 a 4 : Apetência por responder	168
Quadro 5 a 8: Processo de resolução	170
Quadro 9 a 12: Identificação de exercícios e/ou problemas	172
Quadro 13 a 16: Conversão do exercício e/ou problema	174
Quadro 17 a 20: Capacidade global de resolver exercícios e/ou problemas	176
Fig. 7.1 Relação entre as variáveis implicadas no estudo das hipóteses B e B1	180
Fig. 7.2 Relação entre as variáveis implicadas no estudo das hipóteses C's	194
Fig. 7.3 Relação entre as variáveis implicadas no estudo do pressuposto A	200

## Siglas utilizadas

No texto da tese encontram-se as seguintes siglas cuja tradução se apresenta:

**e.a.** - ensino-aprendizagem

**r.p.** - resolução de problemas

**modelo de e.a. centrado na r.p.** - modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas (\*)

**centralidade do e.a. em r.p.** - centralidade do ensino-aprendizagem em resolução de problemas

**e.a. centrado em r.p.** - ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas

**I.O.** Instrumento de observação (das aulas para se analisar a centralidade do ensino-aprendizagem em resolução de problemas).

**I.O.A** - Instrumento de observação dos alunos

**C.A.** - concepções alternativas

**M. P. em cada m. da sup.** - Média Ponderada em cada momento da supervisão.

**D.T.** - Director de Turma

**D.I.** - Director de Instalações

**D.G.** - Delegado de Grupo

**R.G.** - Representante de Grupo

**C.D.T.** - Coordenador dos Directores de Turma

(\*) Muitas vezes esta expressão é substituída pela sua palavra inicial - **modelo**

# *Cap 1*

## *Apresentação da Tese*

### *1.0 Introdução*

#### *1.1 Âmbito do estudo*

#### *1.2 Identificação do problema em estudo*

#### *1.3 Objectivos do estudo*

#### *1.4 Apresentação do plano da tese*

## 1.0 Introdução

É frequente os professores de Física-Química queixarem-se das dificuldades e deficiências que os seus alunos manifestam quando resolvem “problemas” de Física. Em conversas informais com colegas, estes facilmente apontam algumas causas de tais dificuldades e geralmente concordam com os seguintes aspectos: os alunos têm dificuldades no uso da matemática / não sabem fazer contas; não lêem devidamente o problema / não entendem os “problemas”; não têm conhecimentos teóricos adequados.

Estes aspectos têm também sido referidos por vários autores nomeadamente Garrett e al (1990:1).

Por outro lado, de um modo geral, os alunos parecem gostar de resolver “problemas” e com mais segurança podemos afirmar (segundo o estudo do INEA/FQ,1991) que a maioria dos alunos gosta de Física. Este gosto pode implicar um envolvimento dos alunos na aprendizagem da Física o que é necessário reconhecer e potenciar.

Finalmente, é necessário tornar claro que o ensino-aprendizagem proporcionado pelo professor tem um papel determinante para a alteração dos comportamentos e atitudes dos alunos e para o desenvolvimento de certas capacidades e competências. E é difícil, na generalidade, que os professores reconheçam que eles próprios podem alterar o estado de coisas relativamente à resolução de problemas na sala de aula, pois pensam que as causas para as dificuldades dos alunos residem apenas nas suas capacidades, como muita investigação tentou demonstrar ao tentar estudar os 'bons' e os 'maus' resolvedores. Contudo estas investigações não contribuíram, ao nível da sala de aula, para os professores diminuírem as enormes dificuldades sentidas pelos alunos quando resolvem problemas (Garrett & al 1990:1).

### 1.1 Âmbito do estudo

Como refere Cruz (1989:202) o que se passa geralmente quando os alunos resolvem problemas é que estes 'colam' a teoria aprendida na estrutura dos

problemas, reflectem pouco e têm grandes dificuldades de estabelecer relações entre formalismo matemático e o significado físico e prático. Por outro lado os processos de ensino-aprendizagem têm de ser alterados no sentido de minorar as dificuldades sentidas pelos alunos na resolução de problemas, tarefa fundamental em ciência (Garrett & al 1990:2).

É neste quadro, sinteticamente apresentado, que surgiu um tema para investigação que o autor está a desenvolver cruzando duas áreas de investigação com bastante tradição: a Supervisão (Sup.) e a Resolução de Problemas (R.P.).

## Assunto da investigação

O assunto escolhido para investigação é a resolução de problemas de Física, no ensino secundário, em sala de aula, a tendo em conta a intervenção do professor.

Assim o autor trabalhou com professores de Física, a leccionar o 10º ano, com a intenção de tentar alterar o modo de ensino da Física destes, e verificar se esta modificação alteraria as dificuldades crónicas dos alunos apontadas pelos professores, na resolução de problemas.

## 1.2 Identificação do problema em estudo

Apesar da problemática que o autor investiga estar relativamente implícita no que atrás se disse, é necessário especificar os problemas a investigar e precisar na medida do possível a sua formulação.

Assim os problemas que se levantam e que serão objecto de investigação /estudo são os seguintes:

1. De que maneira é possível aumentar a centralidade em resolução de problemas de um ensino-aprendizagem na sala de aula?
2. Qual é a relação entre um ensino-aprendizagem de Física centrado em resolução de problemas e o grau de aprendizagem dos alunos em Física?

1.1 Será possível uma supervisão tendo como intenção principal, criar condições para que os professores implementem nas suas aulas um ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas? Que limitações e potencialidades tem uma supervisão deste tipo?

1.2 Em que grau o processo de supervisão, para implementar o ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas, consegue alterar as práticas

dos professores para uma maior centralidade do seu ensino-aprendizagem em resolução de problemas?

2.1 Qual é o desenvolvimento de determinadas capacidades com o ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas?

2.2 Qual a influência do ensino-aprendizagem, centrado em resolução de problemas, no desenvolvimento de conceitos?

## Problema global do estudo

Os problemas formulados anteriormente são sub-problemas de um problema global que se poderá formular da seguinte maneira:

Partindo do pressuposto que um ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas elimina dificuldades clássicas dos alunos na resolução de problemas de Física e aumenta a compreensão desta:

Será possível desencadear um processo de supervisão com a intenção de criar condições para os professores de Física implementarem nas aulas desta disciplina um ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas?

E de que modo esse ensino-aprendizagem, mais ou menos centrado na resolução de problemas afecta, de facto, a aprendizagem dos alunos, nomeadamente o modo como encaram e resolvem problemas?

## 1.3 Objectivos do estudo

A partir dos problemas formulados definimos os objectivos do estudo que a seguir se apresentam.

### Objectivo geral do estudo

Analisar os efeitos de um processo de supervisão com vista a implementar nas aulas de Física um ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas:

- na prática docente;
- na aprendizagem dos alunos.

## Objectivos específicos

1. Testar a eficácia do processo de supervisão, através:
  - da alteração da centralidade do e.a. em r.p. praticada pelo professor;
  - do que se passa na supervisão;
  - da possível melhoria das capacidades dos alunos para resolverem problemas.
2. Determinar se há ou não fases da supervisão cruciais para a mudança da prática docente.
3. Comparar os desempenhos dos alunos na resolução de problemas antes e depois do processo a que estiveram sujeitos.
4. Validar educacionalmente o modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

## 1.4 Apresentação do plano da tese

No capítulo 2 encontra-se feita a revisão da literatura sobre resolução de problemas e supervisão. Neste capítulo encontra-se a fundamentação teórica para o modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas (que constitui a base para o pressuposto A), para as restantes hipóteses (B's e C's), e para a supervisão efectuada. Ainda se encontra no capítulo 2 a identificação das variáveis do estudo e a sua interrelação entre elas.

Para a compreensão de todo o trabalho, refira-se que a partir da revisão da literatura o autor construiu um modelo de ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas constituindo-se no pressuposto A, base de toda a tese. Por isso o modelo e as restantes hipóteses aparecerem no terceiro capítulo dedicado a pressuposto e hipóteses do estudo.

No capítulo 4 é feita a descrição do estudo, e respectivo programa de supervisão. Apesar de o programa de supervisão estar justificado sucintamente neste capítulo, deve procurar-se a justificação teórica quer no capítulo 2 (§2.3) quer no capítulo 3 (§3.2). Neste capítulo encontra-se ainda referência à parte do estudo preliminar que foi considerado relevante para se conceber e implementar o programa de supervisão. Encontram-se ainda referidas as limitações ao estudo que se previam antes mesmo deste se ter iniciado.

O capítulo 5 é todo dedicado à apresentação dos instrumentos de observação

e análise. Os instrumentos são apresentados de acordo com as variáveis a que dizem respeito. No que se refere ao instrumento sobre a variável "centralidade do e.a. na r.p." são apresentados os resultados do estudo preliminar que dizem respeito à construção do próprio instrumento de observação antes de ser validado.

No capítulo 6 são apresentados os resultados por variável.

Finalmente no capítulo 7 é feita a interpretação dos resultados de acordo com as hipóteses e são tiradas as conclusões julgadas pertinentes. Neste mesmo capítulo são retiradas as conclusões gerais do estudo, são apontadas as limitações verificadas à posteriori e são feitas recomendações para estudos posteriores.

# ***Cap 2***

## ***Revisão da Literatura***

***2.1 Resolução de problemas***

***2.2 Contributos para um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.***

***2.3 Formação de professores***

***2.4 Variáveis do estudo***

## 2.0 Introdução

A tese aborda duas áreas de investigação: a resolução de problemas e a formação de professores. Assim, a revisão de literatura mais significativa para a formulação de hipóteses e o seu estudo versa por um lado a resolução de problemas (§2.1 e §2.2) e por outro a formação de professores (§2.3).

Na área de resolução de problemas abordaremos as diferentes noções de problema e aquela por que optamos (§2.1.1); as diferentes noções de resolução de problemas e qual a opção que escolhemos (§2.1.2) e, em particular, aprofundaremos a revisão da literatura sobre a resolução de problemas como estratégia de ensino-aprendizagem (§2.1.3). No §2.2 apresentamos vários contributos que estiveram na base da construção de um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas incluindo uma fundamentação epistemológica.

Na área de formação de professores (§2.3) fizemos uma revisão de literatura que cruza a formação de professores em geral com a formação de professores de Ciências (com especial ênfase na Física) e com a formação de professores em resolução de problemas, em particular.

O presente estudo trata, mais especificamente, de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas, da formação de professores a partir dessa concepção e dos impactos da sua implementação junto dos alunos. É, pois, normal que, ao procurar-se estratégias de ensino-aprendizagem centrados na resolução de problemas, se tenha em atenção outros aspectos do ensino-aprendizagem focados na investigação educacional recente tais como as concepções alternativas, a natureza e o tipo de trabalho experimental, a natureza da Ciência e a aquisição e construção do conhecimento pelos alunos. Daí que, na revisão de literatura, se faça referência (§2.1.3) de modo não exaustivo às várias ligações da resolução de problemas a outros aspectos do ensino-aprendizagem.

Finalmente identificar-se-ão as principais variáveis do estudo (§2.4).

## 2.1 Resolução de problemas

### 2.1.1 Noção de problema

Encontram-se na literatura sobre problemas, nos domínios de Matemática e de Ciências experimentais, várias noções de problema e várias classificações de problemas, procurando realçar alguns aspectos em detrimento de outros, segundo as diferentes perspectivas teóricas assumidas pelos autores.

#### Os vários atributos que incorporam a definição de problema

##### Obstáculo

Parece claro que todas as possíveis definições de problema, quer se situem na Matemática, quer nas Ciências, contêm a noção de *obstáculo* mais ou menos evidenciado (por ex. Abrantes, P. 1988; Watts 1991:8-9; Gil Perez & al 1990:138-9). No entanto, a existência de obstáculo não é suficiente porque as dificuldades dependem do conhecimento e experiências do resolvidor (Garret 1987 e Abrantes, P 1988). Uma questão interessante que se coloca a este propósito é a seguinte: o problema que se coloca aos alunos é também problema para os professores? (Lock 1990:64). Esta questão é importante pois, segundo Gil Perez & al (1990:139), colocar problemas aos alunos que não são problemas para os professores não ajuda aqueles a resolverem problemas.

##### Relevância

Outra noção importante ligada à noção de problema é a *relevância* do problema para o resolvidor. Garret (1987), Bodner & al (1986) e Abrantes, P (1988) falam na importância do reconhecimento de que o problema existe e é relevante para o resolvidor. Johsua & al (1991) consideram que as dificuldades na resolução aumentam se um problema estiver completamente descontextualizado. Parece claro então que, para um resolvidor enfrentar um problema, tem de o reconhecer e de se interessar por ele. Para Cheung & Taylor (1991:34) só existe problema quando ele surge de um contexto relevante para o resolvidor. Para que isto seja possível na sala de aula Gil Perez & al (1990:141) propõem, antes da resolução propriamente dita, uma ampla abordagem qualitativa que incorpore uma ou mais hipóteses relativas ao problema.

## Vontade

Outra noção ligada ao conceito de “problema” é a *vontade* de ultrapassar o obstáculo reconhecido. Polya (in Abrantes, P. 1988) fala em desejo de ultrapassar o obstáculo e Watts (1991:8-9) em objectivo no sentido que há uma meta que não se alcança directamente.

## Exercício e problema

Julgamos útil, por fim, fazer uma distinção entre *exercício e problema*. Pomés Ruiz (1991) faz esta distinção em termos de utilidade para a educação: “um problema pode ser útil para uma optimização das estratégias de raciocínio, ao passo que a utilidade do exercício com frequência deve estar dirigida para esclarecer, aplicar ou exemplificar um conceito teórico”. Deste ponto de vista a diferença entre um problema e um exercício reside na natureza do obstáculo. No exercício este é muito reduzido favorecendo a utilização de um algoritmo.

Para Garret & al (1990: 1) a noção de problema está ligada à concepção do que deve ser um problema para alunos e professores num contexto de ensino-aprendizagem (ver também Gil Perez & al 1988 e Gil Perez & al 1990). Assim, segundo aqueles autores, os problemas deviam surgir como surgem os problemas para os cientistas, isto é, sem saberem qual a resposta e perante os quais é necessário fazer reformulações e encetar estratégias de abordagem que conduzam a possíveis soluções. Esta visão é coerente com as tendências actuais que consideram os alunos como sujeitos activos da sua aprendizagem (Cheung & Taylor 1991:23 e Tavares 1992:37-39). É essencialmente por esta perspectiva que optamos.

## Algumas classificações de problemas

Os problemas também podem ser classificados de vários modos tendo em conta vários critérios.

## Relatividade do obstáculo

Há classificações que têm a ver com a *relatividade do obstáculo* para o resolvidor. Assim, por exemplo, Watts (1991:8-9) propõe uma classificação baseada no nível de dificuldade dos problemas, que é semelhante à classificação proposta por Borassi (1986: 134), apesar de esta última conter variáveis explicitadas (contexto, formulação, número e tipo de soluções, método de abordagem) que a tornam mais abrangente.

## Objectivo do problema e liberdade

Há classificações que têm a ver com o *objectivo do problema em si* e com a *liberdade* dada ao resolvidor. Por exemplo, Frazer (1982:173) classifica os problemas (de química) em reais e artificiais e cada um deles em fechados e abertos. Lock (1990: 65-68), num contexto do que se passa numa sala de aula quando se resolvem problemas, coloca a tónica nos aspectos da tarefa que é preciso controlar e clarifica que um problema aberto se pode tornar, no decurso da aula, em fechado. Levanta-se a questão, muito pertinente, de que os os problemas em si, na sala de aula, não têm valor absoluto, mas dependem do modo como forem usados por professores e alunos. Nesta mesma linha Watts (1991:8-9) apresenta os problemas segundo as dicotomias aberto-fechado, formal-informal, curricular-não curricular, livre-orientado, dado-apropriado, que são outra forma de se classificar o problema quanto ao objectivo do problema e a liberdade dada ao resolvidor para o enfrentar.

A tendência acabada de referir, de considerar o problema e a sua resolução no contexto da sala de aula, está a conduzir a um alargamento do conceito de problema, aspecto a desenvolver a seguir.

## Alargamento do conceito de problema e sua especificidade em situação de sala de aula

Assim, para Stinner (1990:251-2) os problemas devem passar de problemas tipo para problemas que surgem naturalmente de um contexto de discussão. A partir desta discussão quase todos os problemas podem ser gerados naturalmente e o algoritmo está sempre ligado a uma compreensão de onde é que as fórmulas vêm. Um pouco nesta linha, mas mais específico, está Watts (1991:31-2) quando afirma que a formulação de um problema implica a necessidade de análise e a formulação de questões até que o problema realmente apareça e se torne do aluno. Siguenza & Sáez (1990:227) apresentam um modelo esquematizado de definição de problemas particularmente adaptado a crianças e colocam a eventualidade de o aluno formular o problema.

Stewart & Hafner (1991) dedicam todo um artigo à necessidade de estender o conceito de problema na pesquisa de resolução de problemas. Basicamente estes autores defendem problema como a oportunidade de criar e desenvolver um corpo de conhecimentos. Cheung & Taylor (1991) enfatizam o conhecimento como sendo conceptual e processual. Garret & al (1990) estão nesta mesma linha de pensamento pois defendem o problema como algo para ser resolvido num contexto de pesquisa.

Stewart & Hafner vão mais longe ao afirmarem que o problema não só resolvido como formulado num contexto de pesquisa, também como Stinner defende.

## Mais atributos de problema

Vemos que há portanto *mais atributos* no conceito *de problema*, a saber:

- situações que podem ser problematizadas e gerar problemas,
- a própria formulação de problema já entra no conceito de problema,
- o que se aprende com o problema e
- avaliação de problema.

Este último aspecto aparece mais bem tratado por investigadores ligados à matemática (ex. Kilpatrick 1991, Leal & Abrantes 1991, Charles & Lester 1986), embora se encontre num estado embrionário.

Finalmente, um aspecto particularmente relevante focado por Siguenza & Sáez (1990:225) que relativiza a importância de obstáculo no contexto educativo e remete uma possível definição de problema para campo dos processos de resolução do resolvidor: “Um problema não poderá ser resolvido mediante a recordação, o reconhecimento, a reprodução ou a aplicação de um algoritmo. Deste modo, o problema deverá ser definido pelo processo de resolução do resolvidor e não pelo grau de dificuldade que representa para essa pessoa.”

## Proposta de definições

De acordo com esta perspectiva de problema o autor propõe definições de contexto-problemático (ligado à formulação de problema), tarefa-problema (ligado ao processo de resolução a utilizar) e problema (ligado também ao processo de resolução a utilizar, embora posteriormente diferenciado), que se encontram em §3.1.2.

## 2.1.2 Resolução de problemas

### Diferentes perspectivas de encarar a resolução de problema

Seja qual for a perspectiva com que se encare a resolução de problemas ela tem um sentido cada vez mais distante de resolver exercícios na Matemática ou na Física ou Química que alguns abusivamente chamam “resolver problemas”.

Há várias perspectivas teóricas de encarar a resolução de problemas. Novais & Cruz (1987:109) identificam três maneiras de encarar a resolução de problemas:

“a) um objectivo a atingir ao longo da escolaridade, nomeadamente nos ensinios secundários e superior;

b) uma capacidade que envolve processos complexos de pensamento e que se pode ensinar;

c) uma estratégia de desenvolvimento de várias capacidades cognitivas.” Siguenza & Sáez (1990:225) apresentam de maneira semelhante as diferentes perspectivas de encarar a resolução de problemas:

a) um objectivo em si mesmo,

b) uma técnica básica que é necessário desenvolver,

c) um processo de aprendizagem.

As alíneas c) dos dois autores podem ser reformuladas e designada como estratégia de ensino-aprendizagem (Cruz 1989; Garrett 1986). Pode ser encarada ainda como d) processo de investigação (Cruz 1989; Garrett 1986).

A perspectiva por que se opta é a de uma estratégia de ensino-aprendizagem.

Cheung & Taylor (1991: 28-32) encaram a resolução de problemas como tarefas de aprendizagem que implicam o desenvolvimento de conhecimento processual e conceptual e, neste sentido, não são apenas desenvolvidas as capacidades cognitivas mas também as afectivas e motoras. De maneira mais explícita, Stewart & Hafner (1991:108) afirmam que o processo de resolução de problemas inclui a criação e desenvolvimento de um corpo de conhecimentos. Para isto ser possível os mesmos autores propõem (ibidem: 110) que se adopte a revisão progressiva de modelos iniciais, construídos pelos alunos, simples e eventualmente falsos. Esta perspectiva abre portas à investigação e tem bastantes implicações para a sala de aula.

Nesta mesma linha de pensamento, Siguenza & Sáez (1990:226) entendem que uma estratégia de ensino baseada em problemas deve contemplar a redefinição do problema na aula, a emissão de hipóteses, o planeamento experimental, a sua realização e a análise dos resultados com rigor.

As capacidades envolvidas e as dificuldades encontradas na resolução de problemas.

Identificadores e resolvedores de problemas

Há muitas capacidades envolvidas na resolução de problemas e associadas a elas muitas dificuldades sentidas pelos alunos quando resolvem problemas. As dificuldades aparecem logo no início, pois Bar-Haïm (1990) identifica dois estilos cognitivos: os identificadores de problemas e os resolvedores de problemas. De acordo com o estudo feito por aquele autor, os alunos resolvedores podem obter sucesso e os identificadores podem obter insucesso.

Para além deste aspecto que assume quase o aspecto de ponto prévio a literatura tem referências abundantes sobre as capacidades envolvidas na resolução de problemas.

Garrett (1986) faz uma revisão da investigação feita em resolução de problemas e identifica dois tipos de variáveis relativas à resolução de problemas: variáveis de tarefa (puzzles, problema, contexto do problema) e variáveis pessoais (estrutura cognitiva, factores de desenvolvimento, habilidades intelectuais e disposição). As referências que se seguem não dizem respeito às variáveis de tarefa mas sim às variáveis pessoais.

Capacidade de memória de trabalho

Assim, a resolução de problemas está associada, ainda que fracamente, à capacidade de memória de trabalho (Opdenacker & al 1990), no sentido em que o desempenho diminui com o aumento da capacidade de memória de trabalho exigida.

Estrutura cognitiva

A resolução de problemas está ainda associada à estrutura cognitiva. Se a estrutura cognitiva estabelecer a relação adequada e completa entre determinados conceitos isso funciona como um bom indicador do desempenho nos problemas de transferência (Robertson 1990).

Relação entre QI e resolução de problemas

Apesar da resolução de problemas poder ser considerada uma das componentes da inteligência, a relação entre QI e resolução de problemas é questionável (Swanson & al 1991). De facto, estes autores mostraram que a resolução de problemas está fracamente correlacionada com o QI. Mais interessante é a conclusão a que os mesmos autores chegaram: a especialização num determinado domínio reflecte processos relacionados com a resolução de problemas. A resolução de problemas parece estar associada a múltiplas rotinas. Há um número de rotinas mentais para produzir a resposta correcta. A especialização em resolução de problemas significa acesso a um largo reportório de rotinas mentais. Este estudo vem colocar bastantes esperanças nas possibilidades de êxito de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

## Organização do conhecimento e importância do ensino

A resolução de problemas está associada à organização do conhecimento. De acordo com o estudo empírico realizado por Smith (1992), para uma pessoa se tornar especialista tem de “reestruturar o seu conhecimento numa estrutura baseada em dimensões críticas que facilite o uso diário do conhecimento”. Assim, de acordo com o mesmo autor, um professor pode ajudar o aluno a estruturar e a reestruturar a organização do conhecimento analisando como o conhecimento foi adquirido e aplicado. E aqui um ensino baseado na resolução de problemas pode desempenhar um papel importante. Robertson (1990), no estudo empírico que efectuou, chegou à conclusão que o conhecimento de um domínio específico é mais importante na resolução de problemas que as capacidades gerais ou heurística. Johsua & al (1991) está fundamentalmente em acordo com aquele estudo quando afirma que para a resolução de problemas é fundamental o conhecimento prévio e o domínio de conceitos específicos.

## Razões para as dificuldades dos alunos na resolução de problemas

Segundo Roth (1990), citando outros autores, há duas razões para que a competência de resolução de problemas seja difícil de desenvolver nos alunos. “A primeira é que a resolução de problemas é uma actividade cognitiva complexa que requer simultaneamente, para ser bem sucedida, uma variedade de acções cognitivas articuladas, cada uma das quais requerendo algum conhecimento, alguma habilidade, algumas das quais não são rotineiras. Segunda, aos estudantes não são dadas oportunidades apropriadas para se tornarem eficientes, pois apesar de a resolução de problemas ser complexa os alunos precisam de experiências extensivas na resolução de problemas” (p. 271). Uma maneira, segundo o mesmo autor, de auxiliar os estudantes na resolução de problemas é conceber um “programa com crescente complexidade dos problemas” (p. 279).

Pomés Ruiz (1991) sistematiza as causas das dificuldades na resolução de problemas em dois tipos: a) erros conceptuais prévios, b) ausência dos processos intelectuais que o problema exige. O mesmo autor indica que, para um curso secundário, as habilidades exigidas num curso de Ciência são as seguintes:

- a) Habilidade para transformar e processar os dados em várias direcções.
- b) Habilidade para processar, simultaneamente, um grande número de factos ou passos na execução de uma tarefa intelectual.
- c) Habilidade para separar a informação relevante da irrelevante.
- d) Conhecimentos prévios de conceitos e factos específicos da questão objecto de estudo.

A representação do problema como primeira fonte de dificuldades

Para Hayes, J. (1981) a resolução de problemas tem seis aspectos a considerar: a representação, a invenção, a pesquisa de soluções através de várias alternativas, a tomada de decisões, a memória e o conhecimento. Todos os aspectos são importantes mas a representação do problema, por ser a primeira fase por que passa o resolvidor, pode ser determinante uma vez que “ um problema pode ser difícil ou impossível de resolver numa representação e ser fácil noutra representação” (pág.18).

Habilidades envolvidas na resolução de problemas

Watts (1991:12-5) inventaria as habilidades que devem ser desenvolvidas e classifica-as em: básicas, de ordem superior, de processo, genéricas e de viver. Nas habilidades básicas inclui a resolução de problemas porque esta potencia o desenvolvimento de outras capacidades e habilidades. Para Watts resolver problemas é tão importante como ler, escrever, falar, calcular, medir, manipular, estabelecer relações interpessoais, etc.. As habilidades de processo (observar, colocar questões, formular hipóteses, controlar variáveis, experimentar, analisar e interpretar comunicações) devem ser um meio e não tornarem-se um fim, apesar de serem estas que estão ligadas à actividade científica. Contudo, quando se trata de resolução de problemas de Física a um nível do ensino secundário deparam-se uma série de dificuldades que têm dupla origem (Cruz, N. 1989: 104). Por um lado os alunos, ao contrário do que seria de esperar, não têm certas capacidades devidamente desenvolvidas como sejam o raciocínio proporcional, controle de variáveis, raciocínio probabilístico, correlacional e combinatório. Por outro lado a Física tem conceitos de aprendizagem difícil como sejam variáveis compostas (relacionadas com outras), equilíbrio, modelos abstractos e modelos matemáticos, proporcionalidade directa e inversa.

Estas dificuldades podem ser enfrentadas e provavelmente superadas se se adoptarem estratégias de ensino adequadas.

## Estratégias de resolução de problemas

Investigação tradicional na resolução de problemas

Há uma tradição de investigação que aponta uma metodologia de resolver os problemas sendo uma das suas origens Polya (1945) no livro “How to solve it”. Muitos autores procuraram desenvolver uma heurística para a resolução de problemas. Outros procuraram pôr o enfoque no modo como os “especialistas” resolviam problemas para depois ser possível ensinar os “novatos” a resolverem

problemas. Deste modo, obtiveram-se avanços significativos na compreensão da maneira como crianças e adultos resolvem problemas em diferentes domínios. Apesar deste progresso constata-se relativamente pouco progresso no ensino e aprendizagem (Carpenter 1987) de resolução de problemas.

### O ponto de viragem

As causas para esta discrepância têm a ver, segundo Carpenter (1987) e Ponte (1991), com o facto da investigação não estar dirigida ou centrada nos problemas que ocorrem na sala de aula. Contudo, nomeadamente quanto à corrente de investigação que se preocupa com os especialistas e os novatos ou mais geralmente os maus resolvedores e os bons resolvedores, Gil Perez e colaboradores, desde 1983, têm contestado esta corrente por se basear nos seguintes pressupostos:

a) a razão para os maus resolvedores não resolverem bem os problemas reside essencialmente neles e os professores têm pouca influência nisso;

b) a preocupação de se seguir modelos de resolução ou heurísticas está coerente com o paradigma de ensino-aprendizagem por transmissão/recepção de conhecimentos.

O primeiro pressuposto ao ser confrontado com o fracasso na resolução de problemas que afecta a grande maioria dos alunos não pode ser aceite e faz colocar algumas questões (Gil Perez & al 1988): o fracasso generalizado dos alunos a resolver problemas não terá a sua origem em erros de planeamento do processo ensino-aprendizagem? O segundo pressuposto (ibidem) já foi analisado por vários autores (por ex. Santos 1991; Santos & Praia 1992 e o próprio Gil Perez & al em diferentes estudos) e demonstrada a sua ineficácia.

### Nova tendência na investigação na resolução de problemas

A investigação, actual, em resolução de problemas tende a desenvolver estratégias de ajuda centrada no aluno e/ou a desenvolver estratégias de ensino-aprendizagem com problemas.

Quanto à primeira tendência temos investigadores a trabalharem na metacognição (por ex.: Cruz, N. 1989; Fernandes 1988), na representação do problema (por ex. Bodner & McMillen 1986; Bowen & Bodner 1991) ou noutras áreas.

Quanto à segunda tendência, pela presente investigação se inserir nela, será mais desenvolvida no próximo parágrafo.

### 2.1.3 Resolução de problemas como estratégia de ensino-aprendizagem

Diferentes graus de centralidade de um currículo em resolução de problemas

As estratégias de ensino-aprendizagem com resolução de problemas podem ser mais ou menos centradas na resolução de problemas. Com efeito, o currículo de Ciências, em particular de Física, na escola pode ser baseado em problemas ou ter apenas alguns problemas e os problemas podem ser variados ou de apenas uma pequena variedade (Watts 1991:19-21). Um currículo centrado na resolução de problemas é, simultaneamente, baseado em problemas e numa larga variedade de problemas (ibidem). De acordo com Lock (1990:65-6), num currículo centrado na resolução de problemas, os trabalhos que decorrem na sala de aula têm de ser centrados no aluno e simultaneamente de finalidade aberta, o que ainda é muito incomum nas escolas, apesar de crescer em popularidade. Contudo, ainda segundo Lock (1990:70) conforme a finalidade do trabalho seja desenvolver a compreensão dos conceitos, desenvolver as habilidades prático-manipulativas ou treinar as habilidades de pesquisa, o controle do professor deve ser maior ou menor ou incidir sobre determinado aspecto da tarefa.

Segundo Watts (1991) um currículo centrado na resolução de problemas deve ser uma meta a atingir, provavelmente por ser difícil de concretizar e o caminho ainda desconhecido. Garrett (1986:76) refere estudos que apontam a resolução de problemas como uma estratégia regularmente empregue como estratégia de ensino, mas longe de ser universal e outros estudos que mostraram que uma tal estratégia era complexa.

Defensores de um currículo em que a resolução de problemas ocupa lugar central

Apesar disso psicólogos têm defendido os processos de resolução de problemas como essencialmente análogos aos processos de ensino-aprendizagem (Butler in Tavares 1988:12). Tavares (1992: 37 e ss) refere que a resolução de problemas é “entendida como modo normal de funcionar, de agir do ser vivo na sua grande tarefa de adaptação à realidade” para concluir que “o processo de desenvolvimento e de ensino-aprendizagem é um processo de resolução de problemas”. Este processo envolve os sujeitos, as tarefas e os conhecimentos numa “atmosfera envolvente” adequada.

Vários autores ligados à Física, Química, Matemática e/ou Biologia têm experimentado e teorizado sobre o ensino-aprendizagem mais ou menos centrado na resolução de problemas. Também as Ciências Médicas se têm preocupado com o ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas. A revista Educação Médica dedica um número inteiro (vol.2 nº 2 de 1991) a esta problemática, onde

investigadores em educação médica do país e do estrangeiro apresentam vários resultados experimentais, relatam as diferentes estratégias de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas que utilizaram e apresentam algumas conclusões importantes.

Por exemplo, Rendas e al (1991: 29-40) indica a importância da explicitação da metodologia, o que se espera dos alunos e a importância da preparação da equipa de professores para o êxito do trabalho. A avaliação do estudante é feita no contexto da prática para reforçar a aprendizagem. Na experiência relatada por este autor os alunos melhoraram o seu aproveitamento.

Barrows (1991:5-13) indica que, num ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas, os problemas devem ser apresentados sem estudo prévio para os alunos determinarem o que precisam de aprender para compreenderem o problema e do que precisam de aprender para resolver o problema. Segundo este autor as competências de r.p., pensamento crítico e aprendizagem auto-dirigida, desde que praticados continuamente, tornam-se eficientes e efectivas.

Sobrinho-Simões (1991:21-28) por seu lado põe algumas reservas ao método da aprendizagem centrada na resolução de problemas, pois este exige aos professores mais qualidade e tempo de preparação, embora este autor não tivesse utilizado o “método de aprendizagem baseado na análise de problemas” puro.

Nas áreas das Ciências experimentais é difícil encontrar estudos sobre o ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas como um todo, embora se encontre vários estudos sobre tópicos curriculares tratados à base de resolução de problemas ou, mais vulgarmente, apenas alguns componentes desse ensino-aprendizagem. Vejamos:

**Autores com  
visão global de  
um currículo  
baseado em  
problemas**

Autores como Watts & Gilbert (1989); Lock (1990 e 1991), Watts (1991), Stinner (1990), Stewart & Hafner (1991), Siguenza & al (1990) e Cheung & Taylor (1991) têm uma visão clara, consistente e global de como é que devem ser organizadas as tarefas de aprendizagem e de quais devem ser as suas características para que o ensino-aprendizagem assente numa perspectiva construtivista e, eventualmente, se torne centrado na resolução de problemas. Pizzini & al (1992) apresentam um estudo empírico comparando o comportamento dos estudantes que foram ensinados num modelo específico de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas (SSCS) com os comportamento dos estudantes ensinados no modelo de laboratório tradicional e os resultados são francamente favoráveis ao primeiro.

**Autores que desenvolvem aspectos específicos de um currículo com problemas**

Por outro lado vários autores encaram a resolução de problemas como uma actividade importante a incluir nos currículos das respectivas disciplinas sem contudo estudarem ou proporem um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas. Por isso, em acordo com o alerta feito por Carpenter (1987) de que não houve progresso na aplicação na sala de aula do conhecimento de como é que se resolvem problemas, os estudos que se inserem nesta perspectiva tendem:

a analisar porque é que os alunos têm dificuldade em resolver problemas na sala de aula (Gil Perez & al 1982; Gil Perez & al 1983; Gil Perez & al 1988; Roth 1991; Joshua & al 1991; Pomés Ruiz 1991; Lang da Silveira & al 1992; Gil Perez e al 1992);

a propôr soluções de ensino-aprendizagem para serem igualmente implementadas na sala de aula de modo a ser possível um melhor aproveitamento e desenvolvimento da capacidade de resolver problemas ( Peduzzi 1987; Gil Perez 1988; Gil Perez & al 1988; Gil Perez & al 1990; Stewart & al 1990; Gil Perez e al 1992; Ponte 1993; Pestel 1993);

a estudar aspectos específicos que tornam mais eficiente um desenvolvimento da capacidade de resolver problemas a partir de actividades na sala de aula, como sejam: não ser exigido o pensamento formal para resolver problemas (Smith & al 1992); propôr problemas reais para serem resolvidos com o auxílio do computador e da modelação matemática (Roth 1991); a resolução de problemas em grupos de trabalho cooperativo em que a comunicação é estruturada, embora não rigidamente, aumentando, assim, a consecução (Ross & Raphael 1990);

a estudarem tópicos específicos com base em problemas ( Milles 1991);

a estudar como é que os professores colocam e resolvem problemas e as implicações dos processos deficientes que usam nos seus ensino-aprendizagens (Garrett & al 1990; Adigwe 1991; Adigwe 1992);

a estudar qual o papel da avaliação para corrigir e melhorar a consecução dos alunos na resolução de problemas (Schoenfeld 1982; Kramers & al 1988; Swain 1991; Fernandes 1991; Charles & Lester 1986; Kilpatrick 1991; Leal & Abrantes 1991; Abrantes, P. 1988);

## 2.2 Contributos para um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

### 2.2.1 O contributo da didáctica e psicologia

A revista 76(3) da Science Education (1992) constata que as áreas de investigação com maior interesse por parte dos investigadores em educação em Ciência são: a mudança conceptual, a resolução de problemas, a avaliação e as mulheres e as minorias na educação em Ciência. Dentro da área de resolução de problemas a tendência é investigar estratégias específicas de ensino no sentido de aumentar o desempenho dos alunos na resolução de problemas.

Esta tendência na investigação em resolução de problemas, a literatura que já referida anteriormente, os estudos que pretendem ter uma visão global do ensino da Ciência como o que foi feito por Watts & Gilbert (1989) e os estudos recentes na área da psicologia (por ex. Tavares 1992) apontam para a possibilidade e viabilidade de se conceber um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas que não ignore alguns aspectos da educação em Ciência, nomeadamente, o trabalho experimental, a mudança conceptual e a linguagem.

É evidente que os estudos que se encontram na perspectiva de considerarem o ensino-aprendizagem como resolução de problemas ou que o concebem centrado em resolução de problemas ou que estudam estratégias de ensino-aprendizagem para melhorar a resolução de problemas, não consideram a resolução de problemas como uma actividade mais complexa. A resolução de problemas acontece a qualquer nível do processo de ensino-aprendizagem.

Os estudos que mais contribuem para a possibilidade de construção de um modelo de ensino-aprendizagem de Física centrado na resolução de problemas situam-se ao nível da psicologia:

Os estudos de Butler (1985a, b, c) em que apresenta o seu modelo “The teaching/learnig process: a unified, interactive model” cuja ideia essencial é reconhecer que os processos de resolver problemas e de aprender são, essencialmente, um e os mesmos.

Os estudos de Tavares (1992) apresentados no seu livro “A aprendizagem como construção de conhecimento pela via da resolução de problemas e da reflexão”, sobretudo os seus capítulos I e II, focam os elementos essenciais ao sucesso dos alunos: a consideração dos sujeitos aprendentes nas suas componentes

Contribuições  
da psicologia

física, biológica, psíquica e social, os conhecimentos específicos dominados pelo sujeito, os processos utilizados no ensino-aprendizagem nomeadamente as tarefas escolhidas e a sua estrutura e a envolvente afectivo-relacional encorajante.

Os estudos de Garanderie (1982) sobre a pedagogia da atenção no livro “Pedagogia dos Processos de Aprendizagem”, contribuem para esclarecer a importância da percepção e como educá-la no sentido de tirar partido do que se ouve e vê para a aprendizagem. Este aspecto é essencial num currículo centrado na resolução de problemas na medida em que é um dos primeiros passos para a problematização.

## Contribuições da didáctica

Ao nível da didáctica os estudos mais significativos que permitem a construção de um modelo de ensino-aprendizagem da Física centrado na resolução de problemas são os seguintes:

Stinner (1990) sem explicitar na sua proposta alguma referência a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas aponta algumas ideias que são certamente elementos importantes para qualquer modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas. Para Stinner,

a relação entre a Física e a Matemática deve ser progressiva,  
deve ensinar-se a partir de um contexto apropriado a partir do qual as questões e os problemas surjam com naturalidade para os alunos,  
não devem ser queimadas etapas entre a fase de romance e a fase de generalização,  
os problemas devem surgir de um contexto,  
a generalização pode ser feita num contexto amplo.

Stewart & Hafner (1991) apresentam um estudo em que propõem a ampliação do conceito de resolução de problemas. Basicamente estes autores propõem a extensão da visão da Ciência, vista na perspectiva de conhecimento a construir-se, à resolução de problemas. Neste sentido a resolução de problemas inclui a criação e desenvolvimento de um corpo de conhecimentos. Mais especificamente, a teoria guia a selecção de problemas e o estudo da sua resolução bem como a interpretação de dados: a resolução de problemas torna-se parte integrante da tomada de decisões para a construção teórica. Propõem os conceitos de “modelo de revisão” e de “modelo de elaboração” para a resolução de problemas se constituir como um processo de criação e desenvolvimento de um corpo de conhecimentos. Basicamente, o primeiro conceito diz respeito ao uso de um modelo simplificado para

se estudar:

as dificuldades do próprio modelo,

os efeitos mais óbvios,

a testagem de outros modelos em comparação com o primeiro,

a magnitude dos principais parâmetros, etc..

O segundo conceito (modelo de elaboração) diz respeito:

à aprendizagem que os alunos fazem,

aos procedimentos mais eficazes para gerar dados,

ao desenvolvimento de modelos para compreenderem melhor o problema e

ao relacionamento entre modelos para produzir uma estrutura conceptual ampla.

Cheung & Taylor (1991) fazem uma revisão de desenvolvimentos teóricos para proporem um modelo estruturado baseado numa epistemologia construtivista e no conceito de ambiente sócio-psicológico. Neste modelo, os alunos devem ser considerados cientistas, resolvedores de problemas, usando habilidades de processo e conceitos científicos em diferentes ‘contextos investigativos de aprendizagem’. Os principais elementos deste modelo são:

as tarefas que têm requisitos de compreensão conceptual, de procedimentos e estratégias de investigação científica e cuja complexidade é definida pelo contexto e pela estrutura,

os conceitos de progressão (a complexidade da tarefa deve ser progressiva) e de diferenciação (o conhecimento conceptual e processual é revisitado para se aumentar a precisão),

o processo não deve ser conduzido pelo heurismo que leva a considerar-se o conhecimento como uma acumulação de factos a partir dos quais se fazem as generalizações,

o conhecimento científico é construído socialmente e os alunos precisam de ser iniciados nesta tradição de justificação social e

a progressão e diferenciação devem ser monitorizadas.

O livro de Watts, M. (1991) apresenta uma visão consistente de quais as formas de encarar a resolução de problemas no ensino-aprendizagem e conseqüentemente no currículo das aulas de Ciências.

Analisa quais as capacidades que a resolução de problemas faz mobilizar, as questões que se devem levantar quando se formula um problema e o que se deve fazer para resolver um problema.

Propõe um método de resolução de problemas estruturado que o autor designa de “serendipity” que, basicamente, é um processo que tenta maximizar a

transferência de situações conhecidas para problemas desconhecidos através do uso, nas sessões seguintes, daquilo que foi aprendido nas anteriores.

Estuda a aprendizagem cooperativa e retira implicações para a resolução de problemas e para o trabalho de grupo, nomeadamente no papel que tem na identificação e combate de concepções alternativas.

Refere-se ainda à transferência da aprendizagem e a sua relação com a resolução de problemas, gestão da sala de aula e ao modo de mudar o currículo para a resolução de problemas. Neste último ponto descreve, sobretudo, experiências realizadas em várias escolas.

Os estudos de Gil Perez e colaboradores desde 1982 até 1992 apontam, também, para a importância que a resolução de problemas deve ter no currículo. Este autor e os diferentes colaboradores que consigo têm trabalhado preocupam-se essencialmente com as seguintes ideias força:

denunciar a investigação sobre resolução de problemas baseada nos especialistas e nos inexperientes como ineficiente para ensinar os alunos a resolver problemas,

assentar o ponto de viragem da investigação em resolução de problemas nas estratégias de ensinar a resolver problemas na sala de aula procurando fundamentar teoricamente com o construtivismo e o racionalismo,

adoptar a metáfora do trabalho científico para o processo de resolução de problemas, sendo o professor um “cientista” mais experiente que aconselha e encaminha o trabalho dos outros “cientistas” (alunos),

transformar os problemas dos manuais em problemas interessantes para os alunos investigarem,

propôr uma estratégia de resolução de problemas em que a formulação de hipóteses e a avaliação são determinantes para a resolução dos problemas,

estudar empiricamente a eficácia das estratégias de resolução de problemas quando os alunos resolvem problemas ou exercícios em diferentes situações,

discutir o que se entende por problema no pressuposto de que o conceito de problema determina, em parte, o modo de o resolver.

Os estudos de Lock (1990 e 1991) permitem situar na sala de aula os problemas e a sua abordagem.

Estes estudos dão indicações sobre o modo de gerir, na sala de aula, as actividades dos alunos de modo a que permaneçam abertas, seja possível desenvolver certas capacidades e dominar certos conceitos, indicando claramente o que deve ser controlado pelo professor conforme o que se pretende com a tarefa.

O primeiro artigo aborda a questão do conceito de problema, relaciona o estilo de ensino com a natureza do trabalho prático e do controle que o professor deve ter sobre certos elementos da tarefa. Este controle pode diminuir a natureza da tarefa, inicialmente aberta.

O segundo artigo deste autor dá indicações sobre o modo de tornar uma actividade sequencial em actividades abertas em diferentes graus que assume a forma de tarefa problemática para os alunos.

Outros estudos, obviamente, foram considerados na construção do modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problema, mas entendidas como contribuições específicas. Encontram-se nesta situação os estudos de Licht (1989), Santos (1991), Ross & Raphael (1990), Robertson (1990), Martins (1991), Song & Black (1991), Cruz (1989), Cachapuz (1990), Garret & al (1990), Swain (1991), Valente, O & al (1989), Kempa & al (1991) e Reeve & al (1987).

Em termos de confronto também se teve em consideração os vários estudos empíricos e teóricos de educadores médicos sobre as suas experiências de utilizar métodos de ensino-aprendizagem mais ou menos centrados na resolução de problemas (ver Barrows 1991; Loschen 1991; Sobrinho-Simões 1991; Rendas & al 1991).

### **2.2.2 O contributo da epistemologia**

Para fundamentar um possível modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas recorreremos também à epistemologia.

Fundamentalmente vamos considerar contributos de dois autores: John Dewey através da sua obra “How we think” e Gaston Bachelard através das suas obras “La formation de L’Esprit Scientifique”, da colectânea de textos “L’epistémologie” e, em parte, a obra “Le nouvel esprit scientifique”.

Dewey

É espantoso verificar que algumas ideias que Dewey defendia em 1925 ainda são pertinentes na educação e, particularmente, na educação em Ciências.

Evidentemente que não cabe nesta revisão de literatura uma síntese ou análise crítica da obra de Dewey. Vamos, sim, indicar algumas ideias força presentes na sua

obra e que influenciaram decisivamente a construção de um modelo de ensino aprendizagem centrado na resolução de problemas.

## 1ª ideia-força

Para Dewey a aprendizagem é feita a partir do pensamento. O problema aparece como aspecto central para delimitar o alvo do pensamento e este, controlando o acto de pensar, conduz a própria aprendizagem (1925:28). Assim a aprendizagem é feita, essencialmente, a partir da resolução de problemas. Adverte, no entanto, que a resolução de problemas tem de se basear em alguma experiência prévia do resolvidor, que é mesmo inútil colocar um problema se não existe nenhuma experiência prévia mas que esta experiência prévia pode sugerir caminhos e soluções falsas ou incorrectas (1925:28-9). A reflexão (aprendizagem) consiste em caminhar contra estas sugestões, confirmando-as ou infirmando-as.

É evidente que esta ideia-força tem enormes implicações para um possível modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas:

na consideração da centralidade da resolução de problemas para a aprendizagem,

na indicação de um critério para escolha dos problemas colocados,

na consideração das experiências dos alunos na resolução dos problemas e

no processo rectificador das ideias dos alunos durante a resolução de problemas.

## 2ª Ideia-força

Outra ideia força importante é que um aluno declarado como caso perfeitamente desesperante pode reagir, perfeitamente, se o contexto dos problemas colocados é do seu interesse. “O trabalho escolar poderá dar resultado se é apresentado, tratado de outra maneira por um outro método. Um aluno fraco em geometria resolve facilmente os problemas considerados difíceis se é possível torná-los concretos pelo trabalho manual.”(1925:56). Para Dewey é sempre possível, com excepção de casos raros de defeitos físicos ou doenças que tornam os alunos incapazes, conduzir os alunos a aprenderem qualquer assunto desde que apresentados e abordados de maneira adequada aos seus interesses e capacidades. Contudo em qualquer caso a educação intelectual é feita através da resolução de problemas (1925:59). Dewey denuncia que os “processos escolares conduzem, geralmente, o aluno a não fazer senão uma abordagem superficial dos problemas mais importantes, a não fazerem mais que um simples e servil esforço de memória” (idem).

Desta ideia força podem tirar-se várias implicações educacionais aplicados à resolução de problemas. Toda a aprendizagem deve ser considerada como tarefa de resolução de problemas em sentido lato, como meio excelente para a educação intelectual. Apesar disso os assuntos devem ser apresentados de forma que os alunos realmente se interessem e os métodos devem ser ajustados aos seus interesses e

capacidades. No entanto, os problemas não devem ser tarefas que conduzam os alunos, apenas, ao uso da memória mas devem conduzi-los ao trabalho de aprofundamento.

## A Epistemologia de Bachelard

Um pequeno trajecto pela epistemologia bachelardiana faz-nos ter outro olhar sobre o crescimento do conhecimento científico no indivíduo o que provoca um outro olhar sobre o ensino-aprendizagem das Ciências em geral e da Física em particular, com caminhos promissores a percorrer. Esta epistemologia parece dar contribuições muito valiosas para um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

### Aspectos gerais

A epistemologia de Bachelard centra-se, basicamente, no crescimento do conhecimento científico quer no indivíduo quer na comunidade científica.

A resposta de Bachelard ao problema do crescimento do conhecimento é, talvez, mais aprofundada que nos outros autores. Bachelard situa a sua epistemologia dentro do próprio conhecimento científico, não se preocupando explicitamente com o problema da demarcação e, por consequência, as suas respostas não estão ligadas à demarcação do conhecimento científico do não científico como acontece com Popper e Lakatos.

Mais concretamente, Bachelard situou-se na análise da lógica interna do desenvolvimento do conhecimento científico a partir da história da Ciência. O objecto de análise é, como o próprio Bachelard afirma (1986:17), o facto mal interpretado, que é entendido como um obstáculo. Nesta análise “o epistemólogo deve esforçar-se por encontrar os conceitos científicos nas sínteses psicológicas progressivas mostrando como um conceito dá lugar a outro e está ligado a outro” e “assim o pensamento científico aparece como uma dificuldade vencida, como um obstáculo ultrapassado” (Bachelard 1986:18). Bachelard utiliza sempre instrumentos filosóficos adequados a cada momento da história do conhecimento científico, afastando sempre o que é psicológico, para chegar à ciência.

Assim, o crescimento do conhecimento científico, para Bachelard, é:

a) Descontínuo, porque o conhecimento aparece como um obstáculo vencido sendo, portanto, de natureza diferente do anterior.

b) Revolucionário, porque o novo conhecimento não coexiste com o anterior. Ao vencer-se o obstáculo todo o conhecimento que se tornou irracional é posto de lado podendo, no entanto, ser aproveitado para outras formas de saber.

c) Progressivo, porque o conhecimento implica sempre crescimento por oposição a estagnação ou mesmo regressão, cf Bachelard (1986:13), devido aos problemas serem cada vez mais específicos e precisos. O espírito científico é uma progressão geométrica e não progressão aritmética (Ibidem:27).

Bachelard coloca sempre o conhecimento científico e, portanto, o seu crescimento como um obstáculo a vencer. Nesta análise que fez com instrumentos filosóficos chegou à conclusão que os obstáculos não são externos mas internos inerentes ao próprio acto de conhecer, cf Bachelard (1986:13). É da nossa própria natureza ter acesso ao erro, não temos acesso directo à verdade a não ser por intermédio do erro quando é ultrapassado. Neste ponto Bachelard é concordante com Popper.

## Acto de conhecer

Por conseguinte Bachelard chegou pela via da epistemologia à psicologia do indivíduo na sua actividade de conhecer.

Para Bachelard o acto de conhecer implica :

1. Tomar consciência do problema.
2. Racionalizar o problema a partir das dúvidas.
3. Diversificar hipóteses, precisar raciocínios e hipóteses e rectificar.
4. Confrontar, dialecticamente, as diferentes hipóteses, afastar erros de uma hipótese, deduzir consequências e experimentar para estudar a 'força' de uma hipótese.
5. Fazer a psicossíntese a partir do confronto dialéctico das hipóteses.

No acto de conhecer existem os «obstáculos epistemológicos» que não estão ligados à «complexidade e fugacidade dos fenómenos» mas, sim, ligados à própria natureza da pessoa e que Bachelard enumerou e analisou, a partir da história do conhecimento no seu livro “La Formation de L’Esprit Scientifique”, os obstáculos seguintes:

- da experiência inicial,
- do conhecimento geral,
- do conhecimento pragmático,
- do conhecimento unitário,
- verbal,
- realista,
- animista,
- da libido e
- do conhecimento quantitativo.

Bachelard, na análise que fez, considera que o obstáculo da experiência inicial é o primeiro obstáculo ao conhecimento. Como diz Bachelard (1986:23) é a experiência colocada acima da crítica que o origina. O espírito científico tem de se formar contra a natureza, contra a diversidade e o colorido dos factos, não podendo tomá-los como verdadeiros e, muito menos, generalizá-los. Outra ideia importante de Bachelard sobre este obstáculo é a seguinte: “Dando uma satisfação imediata à curiosidade, multiplicando as ocasiões de curiosidade em vez de favorecer a cultura científica, entrava-a. Muda-se o conhecimento por admiração, as ideias por imagens” (Ibidem:29).

É exactamente esta facilidade que retira o sentido de problema, nervo do progresso e primeiro elemento do acto de conhecer.

Um espírito pré-científico procura não a variação mas a variedade e por conseguinte visa a extensão de um conceito e não a sua compreensão. Em face disto Bachelard propõe, como absolutamente necessário, racionalizar a experiência para o que, como diz, não é suficiente encontrar uma razão para um facto: "a razão precisa de retomar os problemas, variá-los, enxertá-los uns nos outros, multiplicá-los. A experiência, para ser verdadeiramente racionalizada, tem de ser inserida num jogo de múltiplas razões” (Ibidem:41).

O obstáculo do conhecimento quantitativo é o último obstáculo ao conhecimento científico. Para Bachelard o conhecimento qualitativo é necessariamente falível, tem um erro que é necessário rectificar e, portanto, o objectivo é tornar-se quantitativo. Chegados ao conhecimento quantitativo o acto de conhecer enfrenta um derradeiro obstáculo que, pelo facto de ser o último, não deixa de ser importante ultrapassar para o avanço do conhecimento científico. Bachelard formula este obstáculo da seguinte maneira: “O excesso de precisão, no reino do quantitativo, corresponde exactamente ao excesso do pitoresco no reino do qualitativo. A precisão numérica é, muitas vezes, um tumulto de números, como o pitoresco é um tumulto de pormenores...” (Ibidem:212). Um dos efeitos deste obstáculo consiste em conduzir a colocar problemas insignificantes e por consequência a não progredir no conhecimento científico.

## Implicações pedagógicas da epistemologia de Bachelard

Bachelard, preocupa-se explicitamente com as implicações pedagógicas da sua epistemologia. Por outro lado há vários autores que se preocuparam, também, com as implicações pedagógicas da epistemologia de Bachelard. Por exemplo, Santos (1989) desenvolveu a sua tese de mestrado neste sentido e a mesma autora publicou um livro(1991) que aborda a mudança conceptual na sala de aula à luz da

epistemologia bachelardiana.

Na análise que fez, Bachelard chegou à conclusão que os obstáculos estão no próprio acto de conhecer, cf(1986:13). É, por isso, necessário ter a nítida consciência que os alunos, ao serem colocados numa situação de aprendizagem, estão perante vários obstáculos que precisam de ultrapassar e, se o não fizerem, de facto, não aprenderão nada de novo. Para Bachelard aprender trata-se de substituir um conhecimento por outro(cf Bachelard 1986:18). Estes obstáculos são consequência da própria natureza humana que coloca muito de si próprio no acto de conhecer e, por isso, impregna o conhecimento científico de traços de subjectividade e outros, muitas vezes, do foro afectivo (cf Santos 1989:53). O professor precisa de ter, por isso, consciência da natureza do próprio acto de conhecer para criar condições para que o aluno substitua o “seu” conhecimento por outro mais científico.

Por consequência os alunos devem tomar consciência dos seus conhecimentos adquiridos. O professor deve, também, tomar consciência dos seus próprios conhecimentos e dos conhecimentos dos seus alunos para se poder empreender a “catarse intelectual e afectiva” (Bachelard 1986:19), para permitir que os alunos substituam os seus conhecimentos por outros mais “rectificados, precisos e diversificados”(Ibidem: 16). Para isso é necessário que professor e alunos tenham “a cultura científica em estado de mobilização permanente, troquem o saber fechado e estático por um saber aberto e científico, dialectizem todas as variáveis experimentais, dêem, enfim, à razão, razões de evoluir”(Ibidem: 19).

Sistematizando algumas implicações pedagógicas:

a) O professor deve tomar consciência que o acto de conhecer implica vencer um obstáculo que reside no próprio aprendiz.

b) Aprender é substituir um conhecimento por outro; nunca se aprende a partir do zero. Por isso os alunos devem tomar consciência dos conhecimentos já adquiridos bem como o respectivo professor.

c) Deve-se identificar quais são os obstáculos epistemológicos que estão, em cada caso concreto, a impedir a aprendizagem, a fim de os ultrapassar fazendo uma psicanálise da razão.

d) O progresso do saber dá-se por rupturas com o saber anterior, por eliminação de erros. O erro é encarado de maneira positiva, como algo que é preciso identificar para ultrapassar.

e) A observação é uma fonte de erros (encarados de maneira positiva) por onde é preciso passar para ultrapassar. Deve estar enquadrada numa teoria orientadora.

f) A quantificação prematura e abundante dos conceitos e relações esteriliza a capacidade de formulação de problemas pertinentes para se avançar no

conhecimento.

## Implicações pedagógicas da epistemologia de Bachelard para a resolução de problemas

Tentemos, agora, fazer uma reflexão sobre as implicações pedagógicas da epistemologia de Bachelard para a resolução de problemas.

A epistemologia de Bachelard, como já vimos, centra-se em problemas para o conhecimento.

Colocar um problema para Bachelard é de uma importância fundamental para se avançar no conhecimento. Analogamente colocar problemas adequados, diríamos, é de uma importância fundamental para se aprender. Pode-se inferir de Bachelard o sentido de problema adequado no contexto de um ensino centrado em resolução de problemas: deve ser colocado de tal maneira que aos alunos não lhes pareça um problema insolúvel, por outro lado deve traçar claramente a fronteira entre o conhecido e o não conhecido e, ainda, delimitar o seu conteúdo (cf Bachelard 1984:23-24). Contudo, deve salientar-se que o processo de definição de fronteira entre o conhecido e não conhecido tem de ser feito por cada aluno (sendo esta uma das maneiras possíveis de cada aluno reformular o problema), cabendo mais responsabilidades ao professor na delimitação do conteúdo. O próprio conceito de problema adequado deve ser evolutivo no sentido de que os problemas devem evoluir para uma maior precisão na formulação e para uma especialização à medida que o conhecimento científico aumentar. Os problemas devem ser sentidos pelos alunos, pois só assim é que constituem um problema ao conhecimento do aluno.

Bachelard, ao estudar o obstáculo da experiência inicial, coloca o problema da falta de sentido de problema como consequência daquele obstáculo. Assim, dado que é essencial os alunos terem o sentido do problema para avançarem no conhecimento, é necessário tomar consciência das manifestações do obstáculo da experiência inicial. Um deles é situar a experiência antes e acima da crítica; outro é aceitar a natureza tal como a vemos e sentimos; outro é procurar satisfazer a curiosidade procurando muitos fenómenos e pitorescos (cf Bachelard 1986:23 e ss). Identificadas algumas das manifestações do referido obstáculo tem de fazer-se o movimento epistemológico em sentido inverso, isto é, situar uma experiência num jogo múltiplo de razões; exercer sobre ela uma crítica coerente à luz dos conhecimentos que se detêm; formar-se contra o impulso da natureza; procurando não a variedade, mas a variação. Com este esforço surgirão os problemas, não apenas um, mas vários, entrelaçados uns nos outros e com as características indicadas no parágrafo anterior. Os problemas podem surgir da observação mas também podem ser colocados para conduzir a e à observação. Aliás, é para esta segunda

possibilidade que se tem de caminhar progressivamente.

Parece ter sentido e estar de acordo com a epistemologia bachelardiana que o aprendiz deve situar-se no seu conhecimento (sem dúvida ligado ao mundo sensorial) para o ultrapassar, começando por o problematizar racionalizando-o, criticando-o, diversificando hipóteses, precisando raciocínios, procurando a variação, confrontando dialecticamente diferentes hipóteses. Desta actividade mental surgem então os problemas e outras actividades de investigação dos quais, após a sua resolução, resultam consequências que devem ser analisadas e estudadas com vista a multiplicar os problemas, variá-los e entrelaçá-los(cf Bachelard 1986:41). Em momentos adequados é necessário efectuar psicossínteses que resultam do confronto das ideias dos alunos com as novas ideias. Estas psicossínteses vão servir para posteriores confrontos dialécticos.

O conhecimento qualitativo é o primeiro passo para o avanço do conhecimento mas, como refere Bachelard (1986:211), tem um erro a rectificar e por isso tem de tornar-se quantitativo. Os problemas com os quais os alunos são confrontados devem seguir este ritmo: de amplos devem tornar-se cada vez mais restritos, precisos, com as fronteiras e conteúdos cada vez mais bem definidos; por outro lado, de qualitativos devem tornar-se cada vez mais quantitativos; e, ainda, cada problema deve dar origem a problemas cada vez mais interessantes, específicos e pertinentes. O professor tem um papel importante na formulação dos problemas mas, ainda mais importante, na recriação das situações a partir das quais o próprio aluno formule os seus próprios problemas. É neste aspecto que ao professor não cabe tanto definir o problema mas, antes, ajudar o aluno a formulá-lo, a definir-lhe as fronteiras e os conteúdos. É nesta caminhada de progressividade que surgem os problemas quantitativos.

Os professores têm a intuição de que os alunos não sabem Matemática e daí explicarem o seu insucesso nos problemas quantitativos. No entanto, o próprio Bachelard chama a atenção para o obstáculo quantitativo. Há o perigo dos alunos se embulharem em fórmulas e números sem saberem exactamente o que estão a fazer. Assim são incapazes de discutirem os resultados e de formularem mais problemas pertinentes.

Por isso, há toda a conveniência em não começar a aventura do conhecimento com uma abordagem quantitativa pois, com diz Bachelard, mesmo depois de um percurso normal até ao conhecimento quantitativo, facilmente ocorre o obstáculo quantitativo que é um travão ao progresso do conhecimento pela razão fundamental de não permitir a formulação de mais problemas pertinentes, motor para o avanço do conhecimento.

## 2.3 Formação de professores

### 2.3.1 A supervisão e a formação de professores

Ao fazer-se a revisão da literatura sobre esta área de investigação teve-se a preocupação de atender ao contexto da formação de professores. Além disso o processo de supervisão considerado neste estudo enquadra-se na formação contínua de professores e a revisão de literatura será feita neste quadro. Neste sentido o conceito de supervisão não pode ser entendido nos quadros teóricos da formação inicial.

Para desfazer equívocos começamos por distinguir formação de professores de supervisão. Em primeiro lugar a formação de professores diz respeito a acções ou processos que conduzam à aquisição e desenvolvimento inicial e/ou contínuo de competências dos professores (Ribeiro A. C. 1990: 22-23) incluindo, na formação inicial, a supervisão. A supervisão diz respeito a um processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento da prática pedagógica e, como tal, é uma componente da formação de professores (Alarcão & Tavares 1987:7-8).

#### Perspectivas da supervisão

Há essencialmente três perspectivas de encarar a supervisão:

#### Perspectiva psicológica

Uma perspectiva aponta para um processo de desenvolvimento pessoal, de capacidades e de competências de profissionais no início de carreira ou de aperfeiçoamento de profissionais durante a carreira. Veja-se, por exemplo, Alarcão (1982) e Alarcão & Tavares (1987). Esta perspectiva poderia ser enunciada do seguinte modo: um processo que “diz respeito à orientação de um professor ou candidato a professor por outro mais experiente e mais bem informado para o seu desenvolvimento humano e profissional” (Alarcão & Tavares 1987:18). Stones (1984) cuja perspectiva de supervisão se enquadra nesta defende que o lugar da supervisão é a sala de aula, ou seja, o contexto da escola e da sua envolvente é subestimada. Esta perspectiva de encarar a supervisão pode ainda subdividir-se, segundo a terminologia de Oliveira, L. (1992: 15) em dois grupos de modelos: os “modelos comportamentalistas” e os “modelos reflexivos”.

A fundamentação desta perspectiva é essencialmente de ordem psicológica, embora os “modelos reflexivos” recebam, especificamente, influência das teorias

psicológicas construtivistas e também influência da epistemologia.

### Perspectiva institucional

Outra perspectiva consiste em encarar a supervisão como um processo mais ou menos institucional de acompanhamento do sistema educativo no sentido de o “rentabilizar” que pode assumir aspectos de difusão da inovação, avaliação dos professores, ajuda, etc.. Veja-se, por exemplo, Pereira & Santos (1983) e Madrazo & al (1987). A fundamentação desta perspectiva assenta numa lógica institucional e por isso tende a “beber” em várias correntes teóricas.

### Perspectiva sociológica

Finalmente, outra perspectiva é de encarar a supervisão como um processo de desenvolvimento dos professores que abrange a escola (Sergiovanni & al 1978) ou tendo em conta o contexto da escola (Moulin & Lima 1983); ou mesmo o contexto da escola e do sistema educativo em interacção com outros sistemas (Cortesão, L. 1991; Mello, G. N. 1984).

A fundamentação desta perspectiva é essencialmente de ordem sociológica.

Actualmente a primeira perspectiva está a receber a contribuição da epistemologia atribuindo-se estatuto epistemológico ao professor e às suas práticas. Esta contribuição tem procurado uma maior aproximação dos investigadores dos professores e das escolas. Deste modo, a primeira e a terceira perspectiva têm-se aproximado mais, tendo como consequência uma sobre-valorização dos “modelos reflexivos” em detrimento dos “modelos comportamentalistas” que acabam por receber a influência da epistemologia e também da sociologia. Esta sobre-valorização tem mais sentido no contexto da formação contínua que no contexto da formação inicial.

### Tipo de estudos nos 'modelos reflexivos'

De acordo com as tendências actuais o aprofundamento dos “modelos reflexivos” pode agrupar-se em quatro áreas.

A) Estudos específicos, empíricos ou não, sobre a dinâmica e/ou variáveis da supervisão.

B) Estudos teóricos contribuindo para compreender a formação de profissionais adultos.

C) Estudos sobre programas de supervisão a partir ou tendo em conta as práticas dos professores.

D) Estudos identificando as dificuldades e/ou limitações encontradas na mudança efectiva de prática pedagógica.

## Área A

Quanto à área A refira-se, por exemplo, os seguintes estudos. Ellis (1990) estudou a importância da “interdependência” e da “comunicação transversal” para a implementação, na sala de aula, de uma inovação complexa. Oliveira, L. (1992) reflectiu sobre a importância do clima e do diálogo na supervisão de professores. Vieira, F. (1992) investigou os contornos da relação entre investigador e professor percorrendo caminhos de diálogo entre a teoria do investigador e a teoria do professor e não entre teoria do investigador e prática do professor uma vez que esta é reflexo de uma teoria mais ou menos consciente, mais ou menos consistente.

## Área B

Quanto à área B existem também vários estudos. Estudos por exemplo de Alarcão (1991) sobre a importância, o lugar, o como, o porquê, o para quê da reflexão na formação de professores a partir do pensamento de D. Schön; de Manen (1991) ainda sobre a reflexão e os vários momentos em que pode ser feita e respectivas características; de Barbosa, M. (1989) sobre a importância de reflectir sobre «porquê» se educa e «para quê»; de Vale, A.P. (1989) que atribui estatuto epistemológico ao indivíduo e discorre sobre a importância desta circunstância para a formação de professores; de Cortesão, L. (1991) que aborda algumas expectativas e limites da formação de professores e a esperança que se deposita na investigação-acção.

Na reflexão teórica recente sobre a supervisão têm ocupado lugar de destaque um autor (Schön) e uma metodologia (investigação-acção). Quanto ao autor refira-se que é raro encontrar um estudo sobre a formação de professores que não apresente na bibliografia pelo menos uma referência a uma das obras de Donald Schön. Quanto à metodologia há vários autores a defenderem como frutuosa e cheia de potencialidades a metodologia denominada, genericamente, de investigação-acção. Uma das razões, frequentemente apontada, é a aproximação entre os investigadores e os professores e, deste modo, o desenvolvimento e aperfeiçoamento da prática pedagógica podem ser efectivos.

## Área C

A área C justifica-se cada vez mais, uma vez que a perspectiva sociológica da supervisão tende a especificar os programas de supervisão mesmo tendo em conta que alguns princípios são comuns. Mas a própria tendência da supervisão receber contribuições da psicologia, da epistemologia e da sociologia, faz com que os modelos iniciais de supervisão que tinham uma fundamentação essencialmente psicológica estejam a ser postos de parte e exista uma procura de alternativas com fundamentação teórica diversa.

Assim, de acordo com esta tendência, por exemplo, Trumbull & al (1991) descrevem um programa para ensinar futuros professores a aumentar a

compreensão e a reflexão contribuindo para a reflexão dos alunos. Ellis, N. (1990) propõe um modelo de colaboração entre professores e supervisores que tem duas características gerais: 1) aumentar a “interdependência” e a “comunicação lateral” entre os membros da equipa de trabalho; 2) provocar, pelos supervisores, uma assistência não directiva e não avaliativa para a resolução dos problemas dos professores.

Por outro lado continua a justificar-se investigação sobre as características gerais de um programa de supervisão. De acordo com esta tendência, por exemplo, Tilema & al (1991) apresentam um estudo em que concluem que os professores preferem treinar situações a partir das quais ganham experiência mas aprendem melhor a partir de um claro conhecimento conceptual.

## Área D

Quanto à área D identificam-se, de acordo com Avalos, B. (1991), os seguintes aspectos que afectam uma mudança efectiva da prática pedagógica: 1) experiência educacional inicial, 2) condições da escola, 3) características pessoais, 4) supervisão.

Em relação ao ponto 3) refira-se por exemplo o estudo de Elbas, F. (1991) que procura olhar o ensino por dentro e focar o pensamento do professor; a reflexão de Vale A.P. (1989:20) na qual refere estudos mostrando que os professores com desenvolvimento sócio-cognitivo elevado utilizam uma variedade de estratégias adaptadas aos vários contextos da sala de aula e têm maior tendência para inovar.

Duffee & al (1992) apresentam, de uma maneira integrada, um modelo dos factores que afectam as decisões de actuação do professor na sala de aula partindo do pressuposto de que o factor mais importante para a mudança educacional é o professor. De acordo com este modelo a experiência passada (que inclui a sua educação e a sua vida) e a situação corrente de ensinar (que inclui a legislação, o curriculum, o material, os estudantes, o ambiente, a administração e a comunidade) são os elementos que determinam a visão dos professores de como o ensino deve ser e esta orienta as decisões referentes às práticas de instrução, ao ambiente de aprendizagem e às práticas de avaliação. Como se vê estes autores abordam todos os aspectos referidos excepto a supervisão.

O próprio modelo de supervisão influencia a eficácia do processo de mudança e aperfeiçoamento da prática pedagógica. Obviamente as características da supervisão dependem do modelo teórico em que a mesma se enquadra. Para Alarcão & Tavares (1987:50) a supervisão é fundamentalmente um processo de desenvolvimento humano e “está a ser considerado como um processo de resolução de problemas que passa por determinados sujeitos envolvidos que têm de ser ensinados a resolver tarefas ou problemas mais ou menos específicos através de estratégias psicopedagógicas e técnico-didácticas adequadas e num contexto

afectivo-relacional propício à aprendizagem, isto é, de modo a que todo o processo seja envolvido, exterior e interiormente, por uma atmosfera, um clima mais ou menos favorável à sua realização”. Trata-se, como se vê, de uma perspectiva psicológica tendendo mais para o modelo reflexivo. Um modelo de supervisão que tenha em conta, de maneira coerente, não só uma fundamentação psicológica mas também epistemológica e sociológica, em princípio, terá mais sucesso que um modelo que se fundamente apenas numa família de teorias. Nesta linha, nos últimos anos, os modelos psicológicos de supervisão têm recebido uma contribuição da epistemologia. Veja-se por exemplo o trabalho de Alarcão (1991) analisando a contribuição de D. Schön para a formação de professores que é, basicamente, uma contribuição com fundamentação epistemológica.

### **2.3.2 Formação de professores em Ciências e/ou em resolução de problemas**

Os aspectos que foram referidos no parágrafo anterior dizem respeito a trabalhos gerais sobre a formação de professores. Conforme veremos, neste parágrafo, ao passarmos de uma formação de professores mais geral para uma formação de professores de Ciências, em particular e incidindo, ainda, num aspecto particular (como é o caso da resolução de problemas), a formação adquire características específicas e as suas problemáticas, regra geral, não podem ser desprezadas da natureza da própria Ciência. Nesta perspectiva colocam-se, por exemplo, Furio Mas & Gil Perez (1989). Aliás os próprios modelos gerais de formação consideram como elementos que vão condicionar o processo de supervisão a natureza do conhecimento (Alarcão & Tavares 1987; Gudmundsdottir 1991).

Neste sentido, a formação de professores de Ciências, cada vez mais, deve ter uma componente forte de didáctica específica (Praia 1989:142). Aliás, a formação de professores noutras áreas do conhecimento está a orientar-se pelos mesmos parâmetros (Alarcão 1991b).

A formação de professores de Ciências, actualmente, está preocupada com a descrição e alteração de características dos professores e com programas de preparação dos professores (cf Science Education 76(3) 1992 pp 293-302) em várias áreas, das quais destacamos cinco:

- a) natureza da ciência / epistemologia;
- b) construção do conhecimento / mudança conceptual;

- c) resolução de problemas;
- d) concepção do ensino da ciência;
- e) programas de formação.

Formação tendo em conta a natureza da ciência/epistemologia

Sobre a área a) é de notar que os estudos sobre a natureza da Ciência estão relacionados com a epistemologia. E, desta relação, procura-se tirar implicações para a formação de professores tendo como pressuposto que os professores ao tomarem consciência da natureza da Ciência, nomeadamente através da epistemologia, ensinarão Ciência aos seus alunos de maneira mais adequada. Refira-se o estudo de Santos (1992) sobre as representações que o aluno faz do conhecimento científico e suas implicações para o ensino. Gil Perez (1992a ;1992b) chama a atenção para a importância da epistemologia e da história da Ciência para a formação de professores em particular para a relação entre a natureza da Ciência e a natureza da aprendizagem. Mais especificamente questiona qual a concepção dos professores sobre o trabalho experimental e qual a epistemologia subjacente, já que esta condiciona, por exemplo, o modo como colocamos uma questão ou o modo como propomos o trabalho experimental.

Formação tendo em conta a construção do conhecimento/mudança conceptual

Sobre a construção do conhecimento / mudança conceptual refira-se a título de exemplo e citando, apenas, trabalhos portugueses:

A reflexão de Praia (1989:143) sobre a importância de incluir, na formação de professores de Ciências, a noção de que a história da Ciência é uma história de transformação conceptual e as implicações que isso tem para o ensino e a aprendizagem dos alunos. O estudo de Santos & Praia (1992) que analisa as diferentes modalidades de aprendizagem e das didácticas subjacentes à luz da epistemologia. Vasconcelos & Loureiro (1988) estudaram as implicações dos conceitos alternativos na formação de professores: o próprio conhecimento do professor é o resultado da interacção entre os conceitos alternativos e os conhecimentos apresentados nos livros que utilizam para preparar as aulas e, deste modo, a abordagem das concepções alternativas na formação de professores deve ser um aspecto a ter em conta.

Formação tendo em conta a resolução de problemas

A formação de professores, na área de resolução de problemas, actualmente, está a receber fortes contribuições da epistemologia. Note-se por exemplo a tendência actual de Gil Perez (que se tem dedicado à resolução de problemas e à formação de professores sobre a resolução de problemas) de trazer para a formação de professores de Ciências a epistemologia. Segundo este autor (1992a) a concepção epistemológica que os professores têm de trabalho científico condiciona

o modo de colocarem problemas e, com certeza, o modo de o abordarem em sala de aula com os alunos. Nesta mesma linha podemos situar Treagust & al (1990) ao trazer para a formação de professores de Física a reflexão sistemática com base epistemológica. Deste modo as modificações no ensino podiam ocorrer.

Por outro lado, a resolução de problemas tem sido encarada como ponto central em programas de formação de professores:

Assim, para criar atitudes diferentes face ao ensino da Ciência e para provocar alteração dos comportamentos, Abell & Pizzini (1992) conceberam um programa de formação de professores. Aqueles autores mostraram que um programa extensivo de formação de professores em que um dos itens é o modelo SSCS (resolução de problemas criativos) altera o comportamento dos professores em alguns aspectos particulares embora não provoque alterações significativas nas atitudes face ao ensino da Ciência. Por outro lado, Barba & Rubla (1992) procuraram identificar as principais diferenças no conhecimento declarativo, processual e estrutural entre professores especialistas (em serviço) e professores inexperientes (pré-serviço) quanto à resolução de problemas. Encontraram que os especialistas têm um conhecimento declarativo mais amplo, usam menos etapas na resolução de problemas, geram mais subrotinas e hipóteses alternativas e possuem um conhecimento estrutural diferente dos professores inexperientes. Garrett & al (1990) consideram que a resolução de problemas é uma actividade básica na educação científica. Denunciam que a investigação em resolução de problemas centrada em especialistas e inexperientes não conduziu à redução das dificuldades dos alunos na resolução de problemas. Estes autores põem muita importância nas actividades implementadas na sala de aula, atitudes e expectativas do professor (idem:2) para se contribuir para ajudar os alunos a resolverem problemas. De acordo com isto conceberam um programa de formação para alterarem a visão de problemas que conduz ao fracasso dos alunos na sua resolução. O estudo conclui que foi possível alterar a visão de problema que os professores em formação tinham que coincidia com a de exercício.

Também, nesta área, há pelo menos um autor, Adigwe, que se tem debruçado sobre as características dos professores da Nigéria, nomeadamente, nas dificuldades que têm na resolução de problemas. Tanto os professores em pré-serviço (1991) como os professores em serviço (1992) apresentam erros e/ou dificuldades que também se encontram nos alunos: dificuldade em representar o problema, abordagem inapropriada, erros estruturais. Além disso a maioria não avalia o seu processo de resolução (professores em serviço) ou falha a avaliação (professores pré-serviço).

## Formação tendo em conta a concepção de ensino

Quanto às concepções de ensino que os professores de Ciências e, em particular, de Física refiram-se dois estudos. A base deste tipo de estudos é que investigação nesta área mostra que as convicções, conhecimentos, julgamentos e decisões dos professores afectam o modo como os percebem, pensam o treino que recebem e a implementação de novos currículos (Freire & Sanches 1992:497). Brickhouse & Bodner (1992) estudam as concepções dos professores de Ciências sobre a Ciência e o ensino da Ciência. Verificaram que há conflitos entre as suas concepções e o desejável e conflitos entre as suas concepções sentidas como desejáveis e os condicionalismos impostos pela sua própria preparação e pela instituição em que trabalham. Por seu lado Freire & Sanches (1992) identificam quais as concepções de ensino dos professores de Física do ensino secundário com a intenção de contribuir para a compreensão das teorias pessoais dos professores e das suas práticas. Neste estudo introduz-se a noção de “paradigma funcional” (idem: 498 e 504) que apresenta cinco características:

- 1 A dominante das estratégias é para motivar os alunos,
- 2 Satisfazer os requisitos do programa de Física,
- 3 Procurar um equilíbrio entre os diferentes conteúdos requeridos pelo programa.
- 4 Satisfazer o critério de eficiência: economia de tempo.
- 5 Adaptar-se aos recursos materiais disponíveis e à estrutura organizacional.

## Programas de supervisão em ciências

Quanto aos programas de supervisão, fazemos notar que em Ciências eles assumem, como já dissemos atrás, aspectos específicos e ainda mais específicos quando se trata de resolução de problemas. Parte da literatura sobre resolução de problemas aborda também programas de formação de professores adequados. No entanto é difícil encontrar programas globais de formação de professores em que a resolução de problemas é ponto forte ou em que o ensino aprendizagem é centrado na resolução de problemas.

Relativamente a programas gerais de formação de professores de Ciências há vários estudos e também alguns modelos. Por exemplo Trumbull & Slack (1991) descrevem um programa de supervisão que consiste em incrementar a habilidade de reflectir na compreensão pedagógica dos professores de Ciências em serviço. Também Thomaz, M. & Gilbert, J. (1989) e Thomaz, M. (1990), embora no contexto da formação inicial, apresentam um modelo de formação de professores de Física com cinco estádios (Thomaz 1990:169): consciencialização, interesse, experimentação, avaliação e adopção. Valente, M.O. (1993) analisa a influência do currículo escondido das instituições de formação de professores de Ciências na formação destes e poderíamos dizer que a própria formação inicial nas instituições

de ensino superior conduzem ao paradigma funcional referido por Freire & Sanches (1992:504). . Aponta novas perspectivas para a formação de professores que implicam novas atitudes dos formadores de acordo com as teorias perfilhadas e também novas atitudes dos formandos (Valente, M.O. 1993: 7 e ss). Elliott, J. (1990) apresenta e comenta vários programas em que o professor aparece como investigador. Destacamos o projecto designado (1990:18 e ss) por “teacher-based action-research” em que o paradigma de investigação é a investigação-acção.

Por outro lado Cachapuz, A.F. (1988), sem deixar de propôr algumas sugestões de implementação de uma supervisão mais eficaz, faz um estudo empírico da supervisão no ensino da Ciência em Portugal. Neste estudo denuncia-se que o cenário actual de supervisão de professores favorece a reprodução de práticas a que os professores foram anteriormente expostos. Ou seja, o supervisor de Ciências favorece o rápido encaminhamento dos professores em pré-serviço para o “paradigma funcional” (Freire & Sanches 1992). No seu estudo Cachapuz chama a atenção para a necessidade dos supervisores promoverem a reflexão como parte das práticas dos professores em pré-serviço e ajudá-los a conseguir. Aponta três aspectos para um aumento da eficácia da supervisão no ensino das Ciências (1988:119-20).

Finalmente, deve referir-se, em jeito de conclusão, que as referências que se fizeram aos estudos que identificam as dificuldades e/ou limitações encontradas para a mudança efectiva de prática pedagógica continuam pertinentes para a formação de professores de Ciências. Concretamente, sobre este assunto, refira-se os estudos de Cachapuz, A.F. (1988), Vasconcelos & Loureiro (1988), Freire & Sanches (1992) e de Valente, M.O. (1993), Garret & al (1990), que dão contribuições específicas para a compreensão das dificuldades dos professores de Ciências no sentido de alterarem as suas práticas pedagógicas a fim de proporcionarem aprendizagens significativas aos seus alunos.

### **2.3.3 Enquadramento da supervisão efectuada.**

O conceito de supervisão perseguida não pode ser entendido nos quadros teóricos da formação inicial por várias razões entre as quais está o facto de a maturidade e experiência profissional dos professores participantes no estudo aconselhar atribuir-lhes bastante importância. Em face destas condições ter-se-ia de

optar por uma supervisão sem a figura tutelar do supervisor (Alarcão & Tavares 1987:131).

A supervisão perseguida não opta por receitas a executar num processo de ensino-aprendizagem vigiado por uma relação de “guerra-fria” entre o supervisor e o supervisionado (ibidem: 138). Contudo afasta-se um pouco da supervisão clínica proposta por Smyth para a formação contínua (ibidem: 141), na medida em que estava um pouco condicionado pelas necessidades da presente investigação. Por esta circunstância o trabalho foi um pouco conduzido, pois não se partia das actividades ocorridas na sala de aula, embora se mantivessem as restantes características do modelo de Smyth apontados por Alarcão & Tavares (1987:142-3).

Por o processo ser complexo (ver cap 4) procurou-se que a orientação geral da supervisão estivesse de acordo com o processo que os professores deviam seguir com os seus alunos utilizando, portanto, uma das estratégias de formação (a homologia) preconizadas por Schön (Alarcão 1991:10-11).

## Modelos que influenciaram a supervisão perseguida

A supervisão perseguida tem traços dos seguintes modelos de formação:

Do ‘modelo construtivista para a formação de professores’ de Thomaz, M. (1990:165-177), pois praticamente todos os passos propostos neste modelo foram seguidos, embora o ciclo de experimentação seja menos demorado que o proposto.

Da supervisão clínica de Smyth (Alarcão & Tavares 1987:142 e ss), pois que esta está isenta de classificação dos professores pelo supervisor, procura ser uma aprendizagem colaborativa e basear-se em informações relevantes para analisar os problemas detectados na implementação de “modelo de e.a. centrado na r.p.”, embora o processo não tenha sido iniciado pelo próprio professor.

Da homologia de Schön (1987:255 e ss), pois procurou-se na primeira parte da supervisão fazer com que os professores experimentassem as dificuldades na resolução de problemas tal como os alunos as sentem e a partir daí construir-se uma maneira de as ultrapassar e ao longo de toda a supervisão passar do “modelo I” para o “modelo II”, referidos por este autor, através da reflexão e confronto, dentro do grupo, das práticas dos professores entre si e com o “modelo de r.p. centrado na r.p.”.

Do estudo de Tilema & al (1990) na medida em que pretende conjugar situações de treino (de que os professores gostam mais) com a apresentação de um conhecimento conceptual claro (o “modelo de e.a. centrado na r.p.”) a partir do qual os professores percebem que aprendem melhor.

Da consideração de que a supervisão é, essencialmente, um processo de resolução de problemas (Alarcão & Tavares 1987:50), na medida em que se procurou ultrapassar as dificuldades e discrepâncias entre a prática e o “modelo de

e.a. centrado na r.p.” através de estratégias de resolução de problemas.

Em consequência do que fica exposto o modelo de supervisão adoptado (apresentado no capítulo 3), com a intenção de criar condições para os professores poderem adoptar um modelo de ensino aprendizagem centrado na resolução de problemas, fica mais próximo do grupo de “modelos reflexivos” do que dos “modelos comportamentalistas” segundo a terminologia de Oliveira, L. (1992:15).

## 2.4 Identificação das variáveis do estudo.

As variáveis do estudo decorrem por um lado dos problemas que estão em estudo (ver capítulo 1) e por outro da revisão da literatura que se acabou de fazer.

As variáveis independentes são a supervisão e o modelo de e.a. centrado na r.p.

As variáveis dependentes são a centralidade do e.a. em r.p. e o desempenho dos alunos na r.p.

Para melhor se compreender o que se entende para cada uma das variáveis independentes deve esclarecer-se o seguinte:

A variável supervisão diz respeito a todas as acções tomadas pelos supervisor e supervisados no âmbito dos trabalhos de formação em acordo com as características apresentadas em 3.2.1.1.

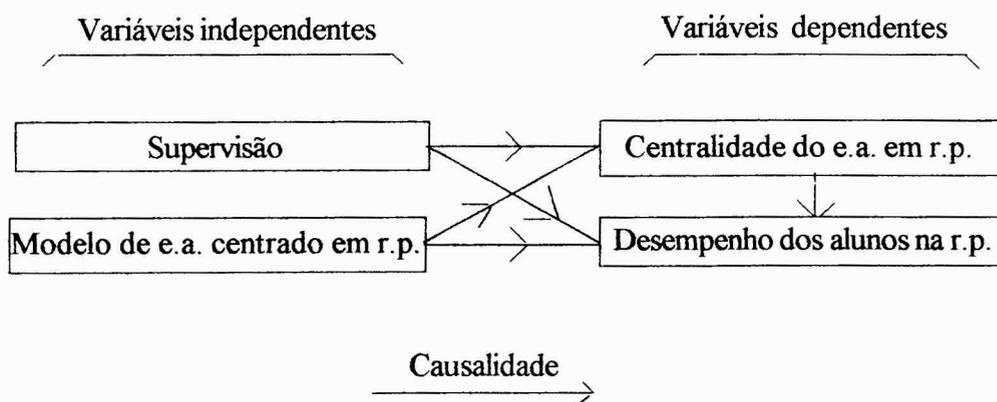


Fig. 2.1 Relações de causalidade entre variáveis

A variável “modelo de e.a. centrado na r.p.” diz respeito ao corpo teórico de conhecimentos susceptível de influenciar a prática docente e o ensino-aprendizagem no sentido de os tornar centrados na resolução de problemas (ver §3.1).

Em relação às variáveis dependentes deve esclarecer-se o seguinte:

A variável "centralidade do e.a. em r.p." diz respeito à maior ou menor aproximação do ensino-aprendizagem efectuado na sala de aula, independentemente da estratégia seguida, em relação ao que é preconizado pelo “modelo de e.a. centrado na r.p.”.

A variável "desempenho dos alunos na r.p." diz respeito à utilização, mais ou menos correcta pelos alunos, de capacidades ligadas à resolução de problemas.

Estas variáveis apesar de estarem, aparentemente, bem definidas, não estão completamente isoladas entre si, contrariamente ao desejável e ao que seria de esperar. No esquema que se apresenta na fig. 2.1 é possível visualizar as ligações entre as variáveis e as suas relações de causalidade.

# *Cap 3*

## *Pressuposto e Hipóteses*

*3.1 Modelo de e.a. centrado na r.p.  
(Pressuposto A)*

*3.2 Supervisão (Hipóteses B e B1)*

*3.3 Consequências de um e.a. mais centrado  
na r.p. (Hipóteses C, C1, C2, C3, C4)*

## **3.1 Modelo de ensino aprendizagem centrado na resolução de problemas**

### **3.1.1 Pressuposto relativo ao modelo (Pressuposto A)**

O pressuposto A diz respeito a um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas que será apresentado no parágrafo seguinte. A fundamentação deste pressuposto encontra-se no parágrafo 3.2.

Pressuposto A:

O modelo denominado "modelo de e.a. centrado na r.p." criado para o ensino-aprendizagem da Física, tem interesse educacional e pode ser usado por professores com qualidades e competências normais.

### **3.1.2 Apresentação do modelo**

O que é o ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas?

É um processo de interação entre professor, alunos, contextos problemáticos e tarefas, o qual, sem pôr em segundo plano os conceitos, as experiências e a linguagem, tem como ponto de partida os contextos problemáticos, as tarefas-problema e os problemas para a construção do 'conhecimento conceptual e processual' (Cheung & Taylor 1991:24).

O 'modelo de e.a. centrado na r.p.' consiste essencialmente numa maneira de organizar o ensino-aprendizagem, com vista a uma melhoria da aprendizagem dos alunos, permitindo aos professores traçar estratégias adaptadas às unidades didáticas. É caracterizado pelos seguintes aspectos:

a) O ensino e a aprendizagem são centrados em resolução de problemas (podendo assumir em certas fases a forma de "tarefas-problema").

b) Todo o processo na sala de aula é iniciado por exploração e problematização de "contextos-problemáticos".

c) Os conceitos são identificados, amadurecidos, operacionalizados, desenvolvidos e formalizados de maneira progressiva.

d) Os problemas e "tarefas-problema" têm diferentes características, diferentes

finalidades e usam-se em diferentes momentos do ensino-aprendizagem.

A estrutura da apresentação do "modelo de e.a. centrado na r.p." consta dos seguintes aspectos:

- conceitos-chave (e sua definição),
- princípios orientadores do "modelo",
- estrutura global do "modelo" e suas etapas,
- preparação do professor para implementar o "modelo de e.a. centrado na r.p."

### 3.1.3 Apresentação e definição dos conceitos-chave

**Contexto-problemático:** Ambiente criado na sala de aula (atitudes do professor e alunos, trabalhos, experiências, materiais, etc.) a partir de situações do mundo real (familiares ou não) do conhecimento e agrado dos alunos trazidas do exterior, com as quais se problematiza, se relaciona com outras situações muito semelhantes, se envolve afectivamente, se desenvolve actividades de interrogação, de confirmação ou de infirmação. Este ambiente destina-se a explorar conceitos, a formular questões, problemas ou tarefas-problemas.

**Tarefa-problema:** Conjunto de actividades, articuladas entre si, surgido de um contexto-problemático com vista a resolver uma dificuldade, sentida pelos alunos, para obter, ampliar e ou aperfeiçoar relações operacionais (ou não) entre conceitos e adquirir e aperfeiçoar capacidades cognitivas, afectivas e psico-motoras.

**Problema:** Enunciado que aparece a partir de um contexto problemático que delimita o conhecido do desconhecido com vista a resolver dificuldades ou necessidades específicas de conhecimento, sentidas pelo aluno, para obter e/ou ampliar conhecimento conceptual e processual e desenvolver capacidades cognitivas e afectivas.

**Linguagem qualitativa:** Linguagem caracterizada por ser descritiva, sugestiva, ter aspectos lógicos e extra-lógicos (cf Stinner 1990:245).

**Linguagem quantitativa:** Linguagem caracterizada por estabelecer relações precisas entre grandezas e conceitos (Ibidem:250).

**Linguagem formal:** Linguagem caracterizada por referir-se a um modelo e/ou teoria Físico-Matemática (Ibidem:250; Stewart & Hafner 1991:117).

Os cinco aspectos terminológicos que se seguem referem-se às diferentes fases de construção do conhecimento:

**Identificação de conceitos:** Reconhece-se a existência de novos conceitos com contornos ainda indefinidos.

**Maturação de conceitos:** Reconhecem-se os atributos essenciais e os não essenciais de um conceito e distinguem-se exemplos de não-exemplos (Silva & Silva, 1988:230).

**Operacionalização de conceitos:** As relações entre conceitos são externas e operacionais (Cachapuz 1990).

**Desenvolvimento de conceitos:** O sentido original de um conceito ganha novas significações e a rede de ligações alarga-se (Silva & Silva 1988:2).

**Formalização de conceitos:** A rede de ligações é interna, está bastante ampliada e está integrada numa teoria consciente e consistente.

### 3.1.4 Princípios orientadores do modelo

Este modelo tem quatro princípios orientadores que estiveram presentes na construção do próprio modelo e que devem estar presentes no ensino-aprendizagem que se inspire no modelo: o princípio das linguagens, o princípio da contextualização, o princípio da problematização e finalmente o princípio do crescimento dos conceitos.

#### Princípio das linguagens

Não é indiferente o tipo e a sequência de linguagens que se usam para que os conceitos se desenvolvam e construam de modo adequado.

O modelo prevê o uso de três tipos de linguagem para a abordagem dos conceitos: a linguagem qualitativa, a linguagem quantitativa e a linguagem formal (ver §3.1.3).

Todos os conceitos devem ser abordados nas três linguagens começando-se pela linguagem qualitativa, na ordem indicada na fig. 3.1, dando-se ênfase na linguagem adequada ao nível etário e conhecimento anterior.

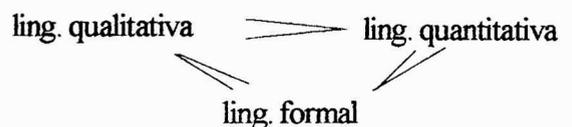


Fig.3.1: Linguagens do modelo

A abordagem de todo e qualquer conceito deve ser feita nos três tipos de linguagem. Daí que, numa unidade, o uso das linguagens seja cíclico tal como indica a fig.3.1. Contudo, ao repetir-se o ciclo, sempre que se abordem conceitos diferentes é desejável que a ênfase num tipo de linguagem esteja adequado ao estado de crescimento dos conceitos, nos alunos.

A abordagem utilizada nas primeiras etapas do "modelo" deve ser qualitativa para permitir o 'romance' dos alunos face aos conteúdos e ao amadurecimento dos conceitos sem os quais não devem ser introduzidas as linguagens quantitativa e formal (cf. Stinner 1990:245).

### Princípio da contextualização

Todo o conhecimento conceptual e processual deve construir-se a partir de e com contextos problemáticos. Assim os problemas e as tarefas-problema devem surgir, sempre, de contextos problemáticos (ver fig. 3.2).

A contextualização dos problemas tem, deste modo, duas consequências importantes (Stinner 1990:252): quase todos os problemas podem ser gerados naturalmente e o algoritmo está sempre ligado à compreensão de onde vêm as fórmulas.

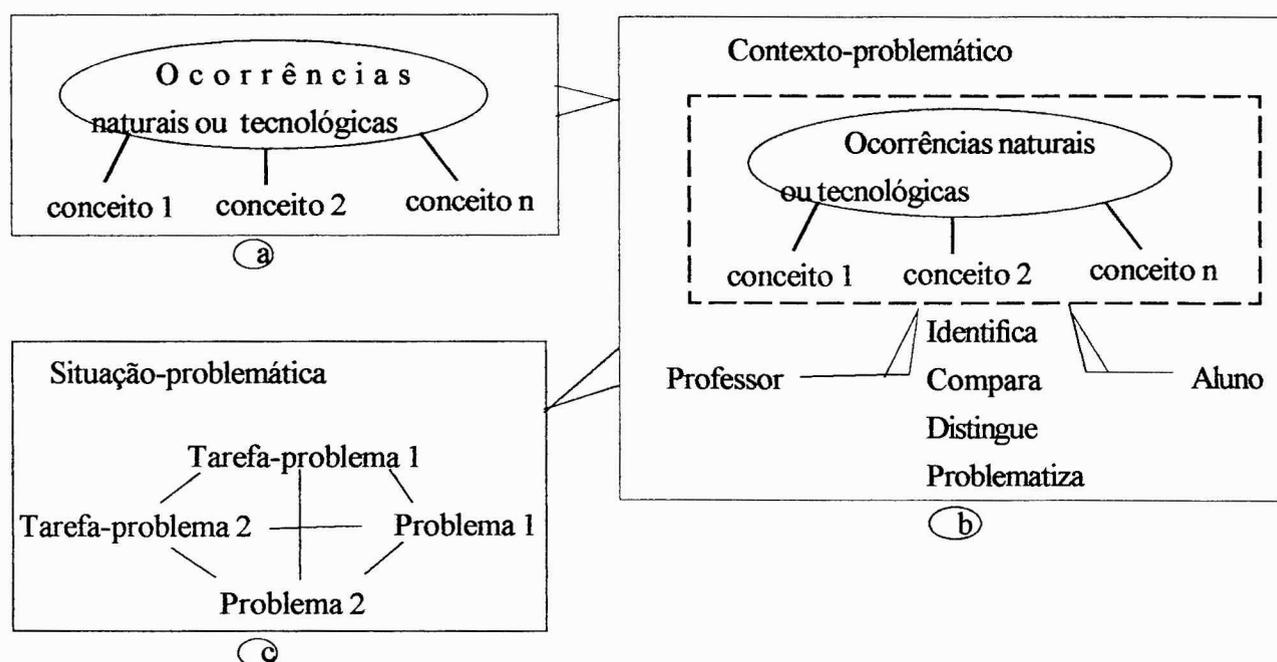


Fig. 3.2: Criação de contextos-problemáticos e situações problemáticas

Esta contextualização torna-se importante justamente porque os professores, de uma maneira geral, queixam-se de que os alunos dominam mal os requisitos matemáticos necessários à resolução dos problemas (Garrett e al 1990:1).

O contexto problemático permite, nas primeiras três etapas do "modelo", a fase de romance por que todos os conhecimentos devem passar. Nas etapas seguintes o papel do contexto problemático é mais específico, pois:

a) o contexto usado é percebido de maneira diferente pelos alunos (Cheung e Taylor 1991:27-28), podendo-se, pois, originar dificuldades para alguns alunos se só se usasse apenas um contexto.

b) A diversidade de contextos gera mais facilmente conceptualizações, uma vez que conceitos usados em diferentes contextos começam a desprender-se desses contextos. Além disso, existem alunos que são mais eficientes num contexto académico e abstracto que num contexto real e vice-versa (Song & Black 1991:57).

c) Para se chegar a contextos abstractos e amplos, que só são possíveis com linguagem formal, é necessário que os alunos tenham os conceitos amadurecidos (Stinner 1990:245).

d) É ainda necessário criar retenções e rotinas segundo a terminologia do modelo de ensino-aprendizagem de Butler (Tavares 1988:8).

Na fig. 3.2 encontra-se um esquema que ilustra uma das maneiras de criar um contexto-problemático. A partir de ocorrências naturais ou tecnológicas (a) donde é possível explorar vários conceitos, o professor e os alunos criam, em ambiente o mais natural possível, o contexto-problemático (b) que originará uma rede de tarefas-problema e problemas (c) que vão permitir o crescimento do conhecimento conceptual e processual.

Note-se que a escolha dos contextos é determinante no sentido que permite abordar ou não todos os conceitos de uma unidade e assim reduzir para um ciclo de ensino aprendizagem tudo o que há a abordar numa unidade.

## Princípio da problematização

1.O conhecimento, de acordo com o 'modelo de e.a. centrado na r.p.', é construído, essencialmente, a partir de tarefas-problema e problemas.

Para que tal seja possível o modelo propõe a problematização como procedimento sistemático das realidades que nos cercam quer sejam ocorrências ou factos naturais quer sejam realizações tecnológicas.

A problematização deve incidir também nos conhecimentos construídos.

Por conseguinte, a problematização que é feita a partir de um contexto-

problemático vai originar uma rede de tarefas-problema e problemas de diferentes "tipos" que vai permitir o crescimento do conhecimento conceptual e processual (ver fig. 3).

2. Os problemas devem ter características diferentes conforme a fase de crescimento de conceitos em que os alunos se encontram.

Os problemas devem ser progressivos em complexidade, nomeadamente, devem progredir do pensamento intuitivo para o formal.

3. Os diferentes "tipos" de problemas (ver fig. 3.3) devem estar encadeados entre si, devem ser antecedidos de uma problematização e conduzir a problemas que exijam construção de modelos.

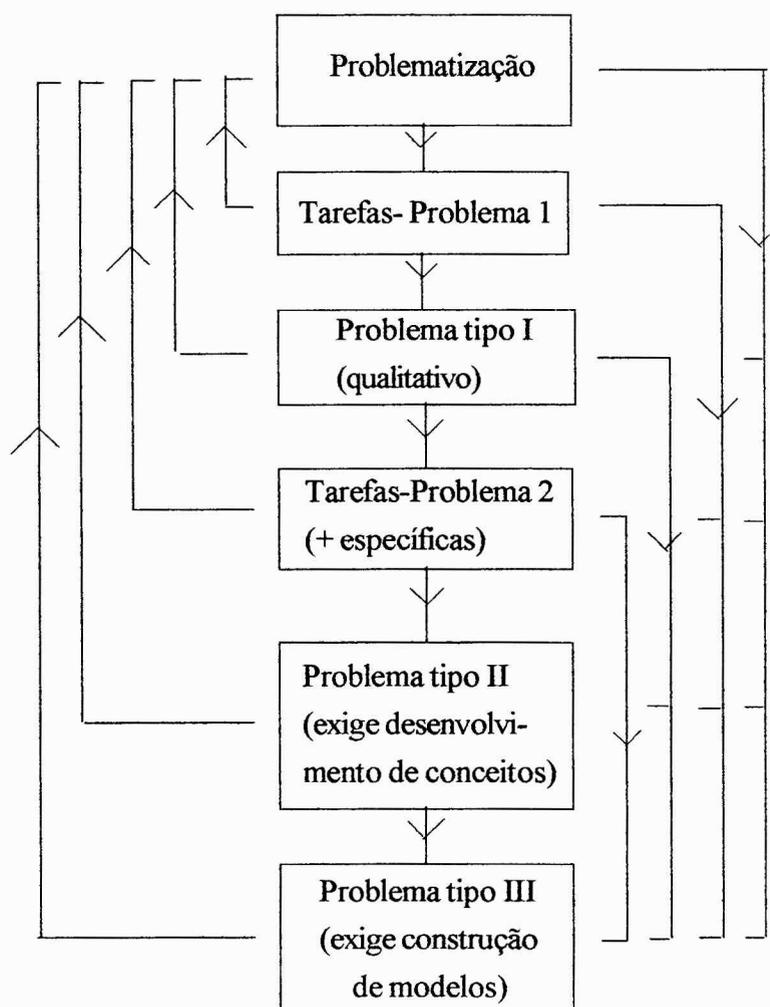


Fig. 3.3 Ligações entre os diferentes tipos de problemas

## Princípio do crescimento dos conceitos

Os conceitos têm um processo complexo de crescimento mas, globalmente, crescente desde a identificação até a formalização. Esse crescimento dá-se em seis dimensões: tempo, identificação, maturação, operacionalização, desenvolvimento e formalização. O crescimento dos conceitos é helicoidal como se pode ver na fig.3.4 e, em cada uma das suas dimensões, cresce com o tempo.

O processo de crescimento dos conceitos é um processo interno e este

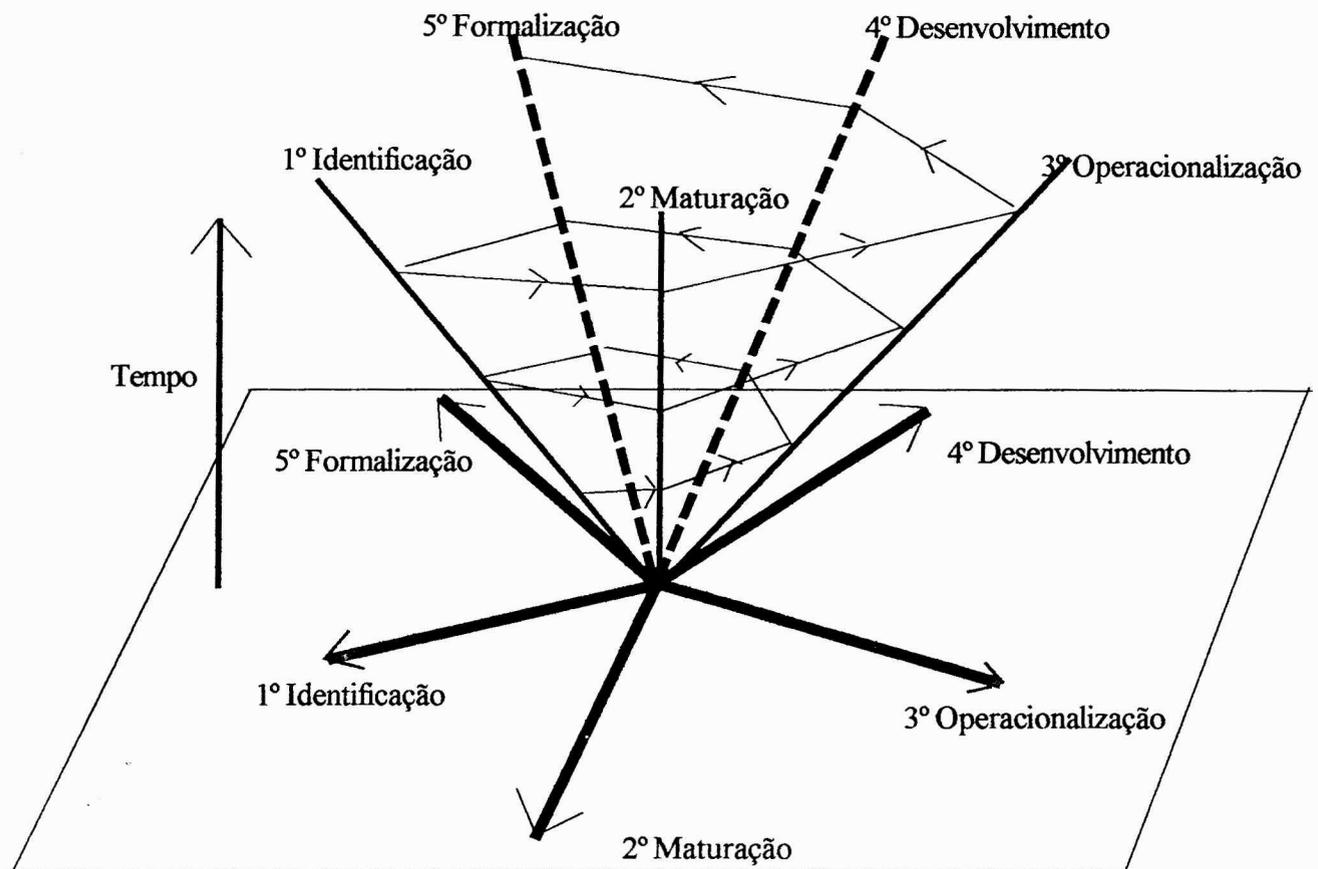


Fig. 3.4: Fases de crescimento dos conceitos e sua relação com o tempo

princípio não pretende ilustrá-lo. Contudo o ensino-aprendizagem que se cria deve ser ritmado tendo em conta que os conceitos têm fases de crescimento progressivas e que devem ser revisitadas a fim de que o processo interno de crescimento dos

conceitos tenha lugar.

O processo de criação da situação problemática é adequado para a identificação e maturação dos conceitos. As tarefas-problema são especialmente indicadas para a operacionalização dos conceitos. Os problemas são indicados para o desenvolvimento e formalização dos conceitos, as leis, princípios e os modelos científicos separando nitidamente o sancionado do caduco, o essencial do acessório (Santos 1991:229).

Da fig. 3.4 ressalta um aspecto importante: as situações problemáticas podem evidenciar diferentes estados de identificação e maturação dos conceitos. Do mesmo modo as tarefas problema e problemas devem evidenciar diferentes estados de operacionalização e formalização dos conceitos, respectivamente.

### 3.1.5 Estrutura global do "modelo"

O "modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas" conjuga os quatro princípios orientadores enunciados anteriormente de maneira integrada e consistente (ver fig. 3.5).

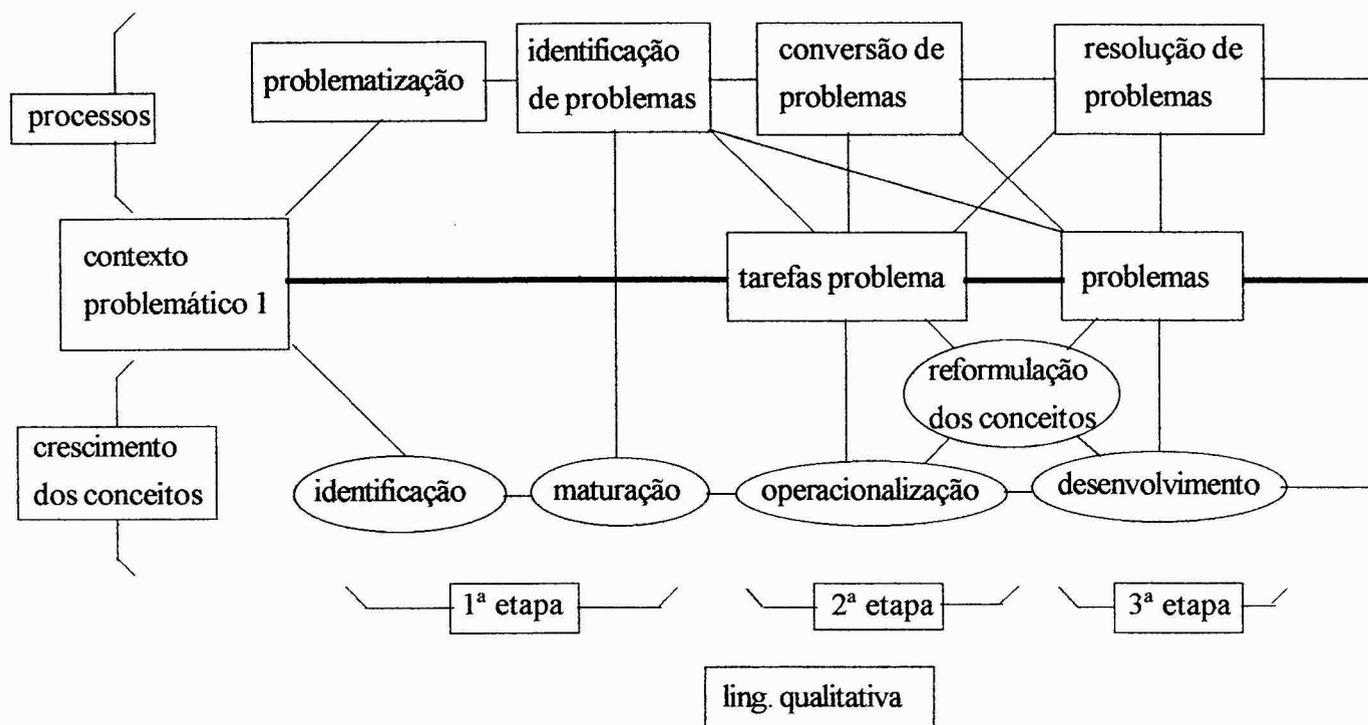


Fig. 3.5: 1ª, 2ª e 3ª etapas de um ciclo do 'modelo de e.a. centrado na resolução de problemas'

Como se pode ver pela fig.3.5 o "modelo" está organizado por etapas. A abordagem de cada conjunto de conceitos deve percorrer as cinco etapas propostas pelo "modelo". O número de ciclos deve repetir-se até que todos os conceitos de uma unidade estejam abordados.

Deve-se realçar os seguintes aspectos que eventualmente não tenham ficado claros nos princípios orientadores:

a) os conceitos abordados no contexto problemático 1 voltam a ser abordados no contexto problemático 2,

b) em todo o modelo o conhecimento processual está ao mesmo nível do conhecimento conceptual,

c) a forma de organizar o trabalho deve ser variada e privilegiar o trabalho de grupo, uma vez que vários autores o têm defendido porque aumenta o índice de comunicação entre os alunos e esta faz aumentar a consecução (Ross & Raphael 1990:160),

d) nas 1ª, 2ª e 3ª etapas a abordagem deve ser qualitativa,

e) a avaliação deve ser, essencialmente, formativa e deve utilizar técnicas de avaliação mais adequadas ao ensino-aprendizagem proposto pelo "modelo".

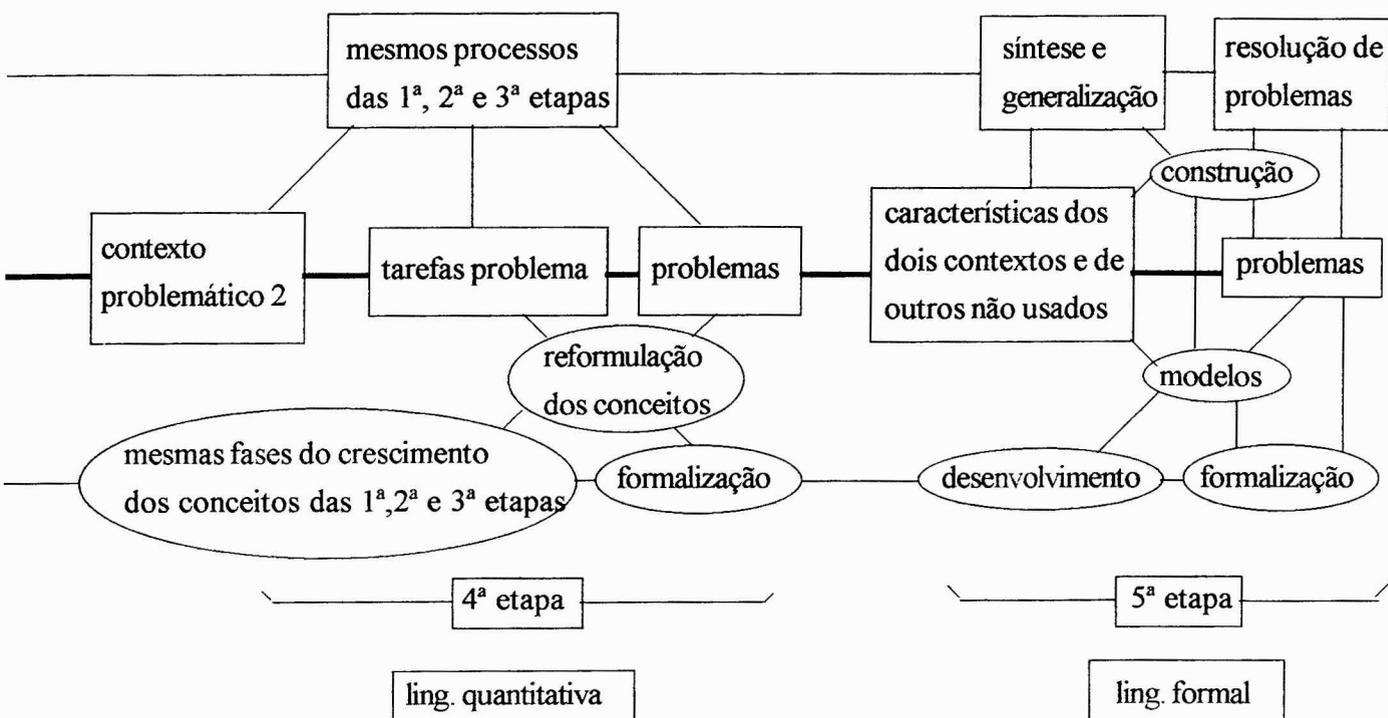


Fig. 3.5: 4ª e 5ª etapas de um ciclo do 'modelo de e.a. centrado na resolução de problemas'

## **Etapas do modelo**

### **Abordagem qualitativa**

#### **1ª Etapa**

##### **A**

Apresentação da situação do mundo real ou não, o qual deve ser dirigido à visão e audição dos alunos (Garanderie 1982:18) e reconstituível sempre que necessário.

Dar possibilidade aos alunos, nomeadamente em termos de tempo, de aprenderem a ver, ouvir, tocar e sentir a situação apresentada a fim dos alunos construírem o conhecimento primeiro (Santos 1991:206) e representando-o mentalmente sob a forma de imagens visuais e auditivas o que viram e ouvirem (Garanderie 1982:27).

##### **B**

Identificar e explorar os diversos conceitos envolvidos na situação antes de se iniciar a problematização (Stinner 1990:245).

##### **C**

Problematizar a referida situação, que consiste em identificar problemas ( e simplificá-los), fazer conjecturas, estabelecer relações provisórias entre os conceitos e formular hipóteses (Gil-Perez e al 1990:143).É nesta fase que se começa a construir o contexto problemático. Nesta fase é importante a discussão e ela deve permitir que:

- a) sejam formulados tarefas-problema e possivelmente problemas com clareza;
- b) para cada tarefa-problema sejam formuladas hipóteses com rigor afim de serem testadas quando se executarem as referidas tarefas (Idem : 144);
- c) os alunos tomem consciência, a partir da formulação das hipóteses, da representação que fazem do conhecimento a fim de evitar que mais tarde este seja obstáculo a novos conhecimentos (Santos 1991:208).

#### **2ª Etapa**

Execução, pelos alunos, das actividades inerentes às tarefas-problema a partir das hipóteses formuladas, dos conceitos explicitados e da sua análise qualitativa feitos na etapa anterior (Gil-Perez 1990:146).

O professor deve ter o controle dos elementos chave da tarefa, podendo variar esse controle conforme os grupos (Lock 1990:66).

A abordagem de cada tarefa-problema deve ser qualitativa e holística (Watt e Gilbert 1989:102 e Garrett e al 1990:6) e deve permitir:

a) medir propriedades, estabelecer relações entre grandezas (Licht 1989:31);  
b) operacionalizar conceitos, isto é, estabelecer relações empíricas entre os conceitos relacionados com os processos ou fenômenos observados (Ibidem);

c) usar os processos utilizados em Ciência seguindo o esquema apresentado por Cheung e Taylor (1991:27): planejamento da experiência a partir das hipóteses (formuladas na etapa anterior), execução da experiência, registo de dados, interpretação dos dados, obtenção de conclusões e avaliação para averiguar se se encontrou a solução ou se é necessário mudar as hipóteses, o plano e/ou a técnica usada na execução. (Sobre este mesmo assunto ver também Watt e Gilbert (1989:102));

d) explicitar as ideias dos alunos e conseqüente reformulação das suas representações;

e) formulação de novas hipóteses que podem ser testadas com novas tarefas-problema ou com problemas.

### 3ª Etapa

#### A

Desenvolvimento dos conceitos com base nas relações estabelecidas explicitando as leis ou princípios em causa (Gil-Perez e al 1990:146), a fim de permitir que seja possível a formulação de hipóteses para a abordagem dos problemas (Stewart e al 1991:109).

#### B

Resolução de problemas, não quantitativos, surgidos dos contextos problemáticos (Stinner 1990:252), partindo da abordagem qualitativa e da formulação de hipóteses, elaborando um plano para encontrar a solução usando leis e princípios (Gil-Perez 1990:146) e finalmente executando esse plano. A seguir deve ser feita uma análise da resposta para verificar se esta depende dos parâmetros de maneira esperada, se está de acordo com casos especiais ou com o que se obtém com outros métodos de resolução (Gil-Perez e al 1990:147) ou, dito de outra maneira: analisar o resultado verificando se as hipóteses estão de acordo com as condições limite (Garrett e al 1990:6).

C

Reformulação das representações dos alunos sobre os conceitos, princípios ou leis aprendidos e processos utilizados, para permitir que a fase seguinte tenha sucesso.

D

Consolidação das aprendizagens efectuadas, construindo um corpo de conhecimentos (Stewart e al 1991:105) a partir do que se aprendeu na conceptualização, resolução de problemas e reformulações das representações, elaborando modelos que poderão ser reformulados noutras etapas (Idem: 114).

E

Resolver outros problemas a partir do mesmo contexto ( seguindo as fases B, C e D).

#### Nota explicativa para a 4ª etapa

A partir da 4ª etapa, inclusivé, vai ser utilizada a linguagem quantitativa que pode, progressivamente, incorporar a linguagem matemática que será plenamente utilizada na 5ª etapa. De notar que, para esta introdução ter êxito, os conceitos precisam de estar suficientemente amadurecidos (Stinner 1990:245). Assim as relações entre eles, com a linguagem quantitativa, vão ganhando precisão (Idem:250) para os alunos compreenderem de onde é que as fórmulas vêm (Idem:252). Só desta maneira será possível a generalização (Idem:253) que vai ocorrer na 5ª etapa.

#### 4ª Etapa (Abordagem quantitativa)

Construção, na sala de aula, de um novo contexto-problemático seguindo as fases A, B e C da 1ª etapa.

O contexto-problemático a partir do qual se formulam as tarefas-problema e os problemas, deve ser, nesta etapa, ainda do mundo real, mas não necessariamente familiar.

Nas tarefas de investigação as variáveis devem ter maior complexidade (intermédia entre o contexto 1 e 3), isto é, serem derivadas, contínuas e interactivas (Cheung e Taylor 1991:28-29).

## B

Percorrer as 2ª e 3ª etapas, mas usando a linguagem quantitativa logo na operacionalização dos conceitos aumentando assim a precisão (Cheung e Taylor 1991:28-29).

O desenvolvimento e a formalização dos conceitos é feita a partir da operacionalização ocorrida na 2ª etapa, do desenvolvimento ocorrida na 3ª etapa. Aquelas fases do crescimento dos conceitos devem ser abordadas com problemas do tipo II (ver fig. 3.3) que exigem um tratamento quantitativo o mais simplificado possível e a construção e reformulação de um modelo físico (Stewart e al 1991:114).

A reformulação deve ser feita a partir dos modelos efectivamente utilizados pelos alunos tornando-os mais complexos, mais úteis, isto é, descrevendo, explicando e predizendo (Stewart e al 1991:114) os fenómenos permitindo, assim, que a avaliação se faça melhor e mais reflexivamente (Cheung e Taylor 1991:28-29).

A consolidação das aprendizagens deve ser feita a partir da conceptualização e da reformulação tendo em vista o aumento e desenvolvimento do corpo de conhecimentos conceptuais e processuais dos alunos (Stewart e al 1991:108).

## 5ª Etapa (Abordagem com linguagem formal)

### A

Construção na sala de aula do contexto amplo (Stinner 1990:253) que consiste na apresentação de traços comuns de múltiplos contextos incluindo os contextos problemáticos 1 e 2. Trata-se, portanto, de um contexto que não tem existência real, mas é uma construção e por isso é abstracto, geral. Este contexto amplo é, portanto, de natureza diferente dos dois apresentados anteriormente.

Este contexto deve englobar os traços gerais dos contextos apresentados e, a partir dele, deve ser possível explorar os mesmos conceitos apresentados e, ainda, outros não abordados, mas com eles relacionados.

A problematização (no sentido indicado em C da 1ª etapa) dos traços comuns aos contextos problemáticos 1 e 2 deve permitir conjecturar novas relações entre

os conceitos já abordados e destes com outros ainda não abordados a fim de serem formuladas hipóteses com precisão, bem como colocação dos problemas a serem resolvidos.

## B

Fazer referência explícita aos modelos utilizados na construção do próprio contexto amplo, bem como às leis e princípios a serem usados aquando da resolução dos problemas, de uma maneira geral e não para algum problema concreto.

## C

Resolução de problemas, surgidos do contexto amplo, usando variáveis mais complexas, raciocínio abstracto, apreciação quantitativa e métodos científicos de maneira sistemática (Cheung e Taylor 1991:28-29) e percorrendo (ainda que não sequencialmente) as etapas preconizadas por Garrett e al (1990:6) - ver B da 3ª etapa.

## D

Reformulação final das representações dos alunos confrontando-as com as leis, princípios e os modelos científicos, distinguindo o sancionado do caduco (Santos 1991:229).

## E

Síntese e generalização dos conceitos adquiridos e dos processos utilizados a fim de possibilitar a transposição de mecanismos cognitivos para outras situações (Tavares 1988:8). Nesta fase deve ser feita uma análise dos modelos mais potentes que foram possível utilizar nomeadamente quanto ao seu uso e respectivas limitações, bem como da possibilidade de se usar um modelo numa situação e outro modelo diferente para condições diferentes, desde que facilitem a análise (Setwart e Hafner 1991:115-116). Devem ainda ser reconstruídos os modelos que vão ser utilizados noutras situações (Tavares 1988:9).

## 6ª Etapa

Início das mesmas etapas para outros conceitos e outros contextos, até se esgotarem os conceitos a desenvolver numa unidade.

Nos ciclos seguintes as conceptualizações devem ser feitas tendo sempre em conta os modelos utilizados, as leis e princípios aprendidos e os conceitos desenvolvidos.

### **3.1.6 Preparação do professor para implementar o 'modelo de e.-a. centrado na r.p.'**

#### **Planificação**

O professor deve seleccionar, para cada unidade didáctica, várias situações a partir das quais se possam criar contextos problemáticos. Estes devem permitir abordar vários conceitos chave e desenvolver várias capacidades em acordo com objectivos quer ligados à aquisição de conhecimentos quer ao desenvolvimento de capacidades. As demais actividades devem ser delineadas tendo em conta o modelo de e.a. centrado na r.p..

#### **Envolvimento dos alunos**

Numa fase prévia à implementação do modelo, em cada unidade, o professor deve envolver os alunos na escolha de situações do mundo real para depois se construírem os contextos problemáticos, a fim de possibilitar que se predisponham para a acção e facilitar, enormemente, o processo de ensino-aprendizagem (Tavares 1988:4). Além disso para que o e.a. tenha sucesso é necessário que o estudante se centre num aspecto do mundo para o qual tenha interesse (Stinner 1990:250).

A avaliação deve ser clarificada e eventualmente negociada com os alunos dando-lhes condições para perceberem o que está em jogo.

Identificar, sempre que necessário, as concepções alternativas (C.A.) típicas para os conceitos a abordar. Obter informação sobre as características pessoais dos alunos em termos de aprendizagem e, ainda, sobre o domínio de pré-requisitos.

#### **Tomada de decisões**

Para a organização de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas, com base nos dados recolhidos e na participação dos alunos feita no ponto anterior devem ser tomadas as seguintes decisões:

1º Escolher definitivamente os objectivos, as situações para serem construídas os contextos problemáticos, os conceitos, as tarefas, os processos a desenvolver e a forma de avaliar, interligando-os tal como propõe o modelo de e.a. centrado na r.p., tendo em conta o programa da disciplina, os interesses, necessidades e

2º Escolher a sequência de conceitos adequada e as relações entre conceitos a privilegiar, tendo em conta as concepções alternativas e o domínio dos conceitos pré-requisitos.

3º Escolher as tarefas, tarefas-problema e problemas (Cheung e Taylor 1991:27-29 ,35), a fim de facilitar o trabalho na sala de aula, tendo em conta:

- a) as necessidades dos aprendizes, adequando-as o melhor possível aos conhecimentos conceptuais e processuais a desenvolver;
- b) a complexidade da tarefa (contexto e complexidade da variável);
- c) a abordagem da tarefa (avaliação, raciocínio, precisão, natureza reflexiva);
- d) as C.A. já detectadas.

4º Decidir sobre o número de ciclos de ensino aprendizagem que deve ter a unidade didáctica, tendo em conta os conceitos a desenvolver e o tempo disponível para essa unidade.

5º Decidir sobre que elementos de cada tarefa deve ser feito o controle tendo em conta que os elementos a controlar, pelo professor, são diferentes conforme objectivos são:

- a) desenvolver conceitos, ou
- b) desenvolver habilidades práctico-manipulativas, ou
- c) desenvolver habilidades de pesquisa, ou
- d) proporcionar oportunidades genuínas para os alunos se desenvolverem (Cheung e Taylor 1991:36), ou
- e) proporcionar aos alunos a experiência de que o conhecimento é uma construção social (Idem : 34).

## **3.2 Processo de supervisão**

### **Introdução**

O processo de supervisão encetado neste estudo enquadra-se na formação contínua de professores e é nesse quadro que deve ser entendido.

De acordo com o esquema geral do estudo (cap.4) pretendia-se que os professores envolvidos no estudo reflectissem sobre as suas práticas e tomassem consciência delas; reflectissem, igualmente, sobre um modelo alternativo de ensino-aprendizagem, que implementassem esse modelo, que reflectissem sobre essa implementação, sobre o modelo e que avaliassem o impacto geral da implementação na sua formação, no seu ensino e na aprendizagem dos alunos. Ora esta perspectiva de formação, supunha que se questionasse não aspectos particulares do ensino-aprendizagem mas a sua globalidade.

É neste contexto que se integram as hipóteses que a seguir se indicam.

### **3.2.1 Hipóteses relativas ao processo de supervisão (hipóteses B e B1)**

#### **Hipótese B:**

O processo de supervisão levado a cabo permite aos professores experimentarem um ensino-aprendizagem, progressivamente, mais centrado na resolução de problemas e mais tarde adoptarem-no.

#### **Hipótese B1:**

Há fases do processo de supervisão que são críticas para o desenvolvimento da implementação de um ensino-aprendizagem cada vez mais centrado na resolução de problemas e para a sua adopção posterior.

### 3.2.1.1 Apresentação do modelo de supervisão seguido

Como já sucintamente foi indicado no §3.2 o esquema geral do estudo enquadra-se num processo de formação de professores com algumas características de supervisão.

A supervisão perseguida procura utilizar modelos que são adequados à formação contínua em virtude das características dos professores do estudo mas não segue um único modelo. Por isso talvez seja mais vantajoso apresentar características da supervisão. Note-se que o enquadramento da supervisão já foi feito no §2.3.3 .

#### Características da supervisão

As características da supervisão são as seguintes:

De carácter geral.

1. Os professores são postos perante actividades e situações muito semelhantes àquelas em que se pretende que os professores desenvolvam com os seus alunos. Este traço do modelo é aliás uma das estratégias de formação - a homologia-indicadas por Schön. Outra maneira de dizer isto seria aproximar o currículo formal do programa de supervisão do currículo escondido no sentido em que Valente, Odete (1993) o define.

2. Os professores foram encorajados a terem uma postura crítica em relação ao modelo e também a serem capazes de fazerem o que achassem mais conveniente e acertado para por um lado darem valor às suas práticas e experiências e por outro criarem uma relação de interdependência com o supervisor (Oliveira, Lúcia 1992:18 e Vieira, Flávia 1992:25).

De carácter específico.

1. Inicialmente são desenvolvidas actividades que permitem aos professores identificar os problemas nas suas práticas quando lidam com problemas e a sua resolução. Trata-se de atribuir estatuto epistemológico às práticas dos professores (Vale, Ana Paula 1989:20) e criar condições para se desencadear uma ruptura epistemológica.

2. Procurou-se fornecer um modelo de ensino-aprendizagem teórico alternativo às teorias subjacentes aos problemas formulados pelos professores. Repare-se que do ponto anterior para este há a intenção de colocar os professores perante uma inovação para a compreenderem e aceitarem experimentar. Esta sequência

corresponde à sequência inicial do 'modelo construtivista para formação de professores' de Thomaz, Marília (1990:165-177).

3. Planear estratégias da inteira responsabilidade de cada professor de acordo com o modelo de ensino-aprendizagem centrado em resolução de problemas. Não se interferiu, de maneira directa, na planificação proposta pelos professores, para se ser coerente com o princípio de que o acordo entre o 'modelo' e a prática do professor deveria ser da sua responsabilidade.

4. A implementação da estratégia planeada é da inteira responsabilidade de cada professor. A meio da unidade fez-se uma avaliação da implementação confrontando-a com a planificação e com o modelo de e.a. centrado na r.p. Neste ponto da supervisão tentou confrontar-se a teoria com a prática dando-se a esta, mais uma vez, estatuto epistemológico evidenciando-se a influência de Schön.

Os passos 3 e 4 correspondem ao terceiro passo do 'modelo construtivista de formação de professores', embora com o condicionamento de apenas se experimentar um ciclo de 'investigação-acção' (Ibidem:172).

5. Avaliação final da experiência tendo em conta os ganhos em termos profissionais, em termos da aprendizagem dos alunos e do interesse que os professores viam no 'modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas'.

### 3.2.2 Justificação das hipóteses

O processo de supervisão foi sempre encarado como um processo de formação num assunto específico e não como um processo de imposição de uma estratégia de determinado tipo. Aliás o próprio 'modelo de e.a. centrado na r.p.' não sugere de imediato uma única estratégia de ensino-aprendizagem.

Face a este esclarecimento inicial, convém reforçar que a hipótese B põe a claro dois processos internos ao professor cada vez mais exigentes: a experimentação, progressivamente mais próxima de um e.a. centrado na r.p., que é da vontade e responsabilidade de cada professor e mais tarde a possível adopção da inovação que exige maturação, vontade e um percurso longo caracterizado por avanços e recuos. É por causa deste percurso longo e sinuoso que é formulada a hipótese B1, cuja fundamentação é sobretudo epistemológica como se verá.

Estávamos convictos que o processo de supervisão idealizado criaria condições para que fossem desenvolvidos vários e.a. centrados em r.p.. No entanto é necessário

salientar a dificuldade do processo uma vez que numa primeira fase é necessário munir os professores de um saber declarativo que tem de evoluir para um saber processual (Alarcão 1991:16). Trata-se de um processo complexo, moroso, progressivo e, em parte, incompatível com o paradigma de ciência aplicada. Neste sentido não é verdade que se se compreendesse bem o ‘modelo de e.a. centrado na r.p.’ seria relativamente fácil e linear passar para o saber-fazer como o próprio autor sentiu.

Apesar da hipótese B1 poder ser encarada em certa medida como um corolário da hipótese B, convém realçar as diferenças. A diferença fundamental que torna a hipótese B1 independente é o facto de pressupor uma aproximação do e.a. de cada professor ao ‘modelo de e.a. centrado na r.p.’ progressiva, mas descontínua. A fundamentação desta hipótese é de raiz epistemológica. Como Bachelard, pensamos que o conhecimento não evolui de maneira contínua, porque o conhecimento aparece como um obstáculo vencido sendo portanto de natureza diferente do anterior (Lopes, J.B. 1992:7). Neste sentido há momentos, durante o processo, em que há rupturas com a prática habitual dos professores. Se dermos estatuto epistemológico às práticas profissionais de acordo com Schön então aquelas rupturas tomam o estatuto de verdadeiras rupturas epistemológicas no sentido de Bachelard. A hipótese B1 enquadra-se nesta argumentação mas não avança quanto ao número de rupturas necessárias para se chegar a adoptar a inovação (o ‘modelo de e.a. centrado na r.p.’ ele próprio uma ruptura epistemológica com o e.a. tradicional) que significaria a ruptura total e definitiva com a prática tradicional. De acordo com a hipótese B1, quando as ideias dos professores, formadas na primeira fase da supervisão (ver cap. 4), sofrerem os embates inevitáveis com a actividade quotidiana na sala de aula impõe-se dois tipos de reflexão: o confronto das ideias formadas pelos professores com o ‘modelo de e.a. centrado na r.p.’ e o confronto das ideias subjacentes às práticas com as ideias-chave do modelo. De acordo com Bachelard, para se passar das ideias iniciais dos professores às ideias do modelo há inúmeros obstáculos epistemológicos a ultrapassar, dos quais se destacam os obstáculos da experiência inicial, do conhecimento geral, do conhecimento pragmático e do obstáculo verbal. Este último tem, no contexto da formação de professores, bastante pertinência e está sempre presente, quer nos formadores quer nos formandos dado que muita terminologia é usada por pessoas diferentes com significados diferentes (cf Bachelard 1986). Por outro lado passar das ideias do ‘modelo’ às práticas acarreta dificuldades acrescidas. Com efeito, a prática do professor tem estatuto epistemológico e, por isso, não se trata de aplicar, simplesmente, o modelo na sala de aula mas, sim, de adquirir o saber contextual ligado ao ‘modelo’, que permitirá escolher o mais relevante e adequado em cada situação de acordo com o ‘modelo’ sem contudo

estar preso a ele (Alarcão 1991:16).

As hipóteses B e B1 não assumem o estatuto de afirmações a confirmar ou a infirmar mas, sim, o estatuto de afirmações orientadoras do estudo e balizadoras da discussão dos resultados das diferentes variáveis que se efectuará no capítulo 7.

### **3.3 Consequências de um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problemas**

As consequências previsíveis de um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problemas são várias e de vários tipos: desenvolvimento de várias capacidades, de hábitos de trabalho nos alunos e aprendizagens significativas.

Estas hipóteses estão intimamente relacionadas com a supervisão na medida em que a maior ou menor centralidade do ensino aprendizagem em resolução de problemas está dependente daquela variável. Este estudo teve apenas em consideração algumas capacidades ligadas à resolução de problemas, pois as hipóteses C's, para além de permitirem estudar as consequências de um ensino aprendizagem centrado na resolução de problemas, tem, prioritariamente, o objectivo de permitir estudar o processo de supervisão.

#### **3.3.1 Formulação de hipóteses (Hipóteses C's)**

##### **Hipótese C:**

Um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problemas aumentará o desempenho dos alunos na resolução de problemas e de exercícios.

##### **Hipótese C1:**

Quanto mais um ensino-aprendizagem se centrar na resolução de problemas, melhor será a apetência dos alunos para resolverem problemas.

##### **Hipótese C2:**

Quanto mais um ensino-aprendizagem se centrar na resolução de problemas, mais desenvolverá, nos alunos, a capacidade para identificar problemas novos.

##### **Hipótese C3:**

Quanto mais um ensino-aprendizagem se centrar na resolução de problemas, melhores serão os resultados globais obtidos pelos alunos na resolução de problemas.

Em particular, a conversão do problema é mais adequada e eficaz para o problema se tornar resolúvel.

#### Hipótese C4:

Quanto mais um ensino-aprendizagem se centrar na resolução de problemas, mais próxima é de um contexto de pesquisa a abordagem que os alunos utilizam na resolução de problemas.

#### Extensão das hipóteses aos exercícios

Outro aspecto a ter em conta é o facto destas hipóteses se poderem estender também aos exercícios pois Gil Perez & al (1988: 139 e ss) obtiveram resultados significativamente diferentes entre alunos que resolveram problemas com o método tradicional e os alunos que resolveram problemas como investigação.

### 3.3.2 Justificação das hipóteses C's

As hipóteses C's são consequência do modelo em geral e, em particular, são consequência de um ensino-aprendizagem que encare os problemas não como tarefas rotineiras mas como verdadeiras tarefas de investigação.

Consideremos cada hipótese C por si:

#### Hipótese C1

Gil Perez & al (1988:142) abordam no seu estudo os alunos que abandonam a resolução dos problemas e apresentam resultados que podem ser confrontados com os deste estudo. Idêntica maneira de estudar este problema é estudar a apetência dos alunos para resolver problemas.

Ver §5.3.2.1 sobre a noção de apetência por resolver problemas

#### Hipótese C2

Perante um problema, muitos alunos têm dificuldade de o identificar não sabendo por onde começar, procurando apenas uma fórmula adequada ou esperando pela solução do professor (Gil Perez & al 1990:137). A identificação de problemas é uma dificuldade generalizada(idem). O modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas prevê uma abordagem qualitativa a partir de contextos problemáticos (ver fig 3.5) que permite desenvolver capacidades de olhar

para diferentes situações e reconhecer-lhes problemas sem ter de estar a pensar em fórmulas que se constituem como obstáculo epistemológico como vimos no §2.2.

Esta hipótese é uma oportunidade para se estudar a evolução desta capacidade com a implementação de um ensino-aprendizagem que se centre na resolução de problemas.

Ver §5.3.2.2 sobre a capacidade de identificar problemas.

### Hipótese C3

O aluno perante uma situação problemática tem de fazer ligações, torná-la mais simples e manejável com o auxílio de metas claras, reduzi-la a um ou mais problemas (Gil Perez & al 1990: 143).

Saber traduzir uma situação problemática para outras mais simples é, segundo Garrett (1987:125), mais importante que a solução, dependendo disso da experiência, do conhecimento e do interesse do indivíduo. Ora, o modelo procurou dar muita importância à experiência a adquirir para converter contextos problemáticos em vários problemas (cf modelo no §3.1.2) a partir dos quais se constroi o conhecimento processual e conceptual. Portanto, seria de esperar que, num ensino-aprendizagem que se aproximasse do modelo de e.a. centrado na r.p., a capacidade global de resolver problemas fosse desenvolvida e, em particular, a capacidade de converter os problemas em tarefas solúveis.

Ver o que se entende por conversão de problema em §5.3.2.4.

### Hipótese C4

Se os problemas propostos aos alunos são feitos num contexto de pesquisa então a abordagem dos problemas fica enraizada e os alunos passam a usá-la habitualmente (Gil Perez & al 1990:144-145). Se o ensino-aprendizagem estivesse de acordo com o modelo e.a. centrado na r.p., a abordagem dos problemas seria mais próxima de um contexto de pesquisa e por isso seria de esperar que os alunos a usassem em problemas novos (ver §5.3.2.3).

### 3.3.3 Articulação das hipóteses C, C1, C2, C3, e C4 com o pressuposto A e as hipóteses B e B1.

Há uma articulação das hipóteses C, C1, C2, C3, e C4 com o pressuposto A (ver §3.1.1) e as hipóteses B e B1 (ver §3.2.1), pois nenhuma das hipóteses (ou pressuposto) apresentadas neste capítulo (A, B, B1, C, C1, C2, C3, e C4) pode ser estudada independentemente. Por outro lado as hipóteses C's apontam para estudos quantitativos, enquanto o pressuposto A e as hipóteses B e B1 apontam para estudos qualitativos. Assim, o estudo das hipóteses é interdependente e, no seu todo, será feito de modo qualitativo.

O objectivo principal do estudo não era implementar na sala de aula o 'modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas' à prova de professor mas, sim, implementar um processo de supervisão que criasse condições para que professores "normais" implementassem, à sua maneira e por livre iniciativa, um ensino-aprendizagem que fosse inspirado no referido modelo. Desta forma se compreende as interdependências que a seguir se estabelecem.

As hipóteses C, C1, C2, C3 e C4 só poderão ser confirmadas se a hipótese B for verificada e tendo em conta que o pressuposto A é verdadeiro. Além disso, se estas hipóteses forem confirmadas então é possível tirar conclusões relativamente à eficácia da supervisão. Por isso o processo de supervisão e os resultados do estudo das hipóteses C's servem também para estudar a hipótese B.

O pressuposto A só pode ser estudado a partir dos resultados do estudo das hipóteses B, C1, C2, C3, e C4.

A hipótese B tem de ser feita partindo do princípio de que o pressuposto A é verdadeiro.

O estudo da hipótese B1 está dependente do estudo da hipótese B.

Daqui resulta que a ordem pela qual as hipóteses devem ser estudadas é a seguinte:

- 1º - hipótese B;
- 2º - hipótese B1;
- 3º - hipóteses C1, C2, C3 e C4;
- 4º - Pressuposto A.

Para que esta ordem de estudo das hipóteses seja válida e lógica, o pressuposto A tem de assumir o estatuto de afirmação verdadeira, mesmo que teoricamente fundamentado, pois só assim é possível estudar as hipóteses B's e C's.

Por isso estudar o pressuposto A em último lugar é uma espécie de análise crítica do 'modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas' tendo em conta o seu embate com a sala de aula proporcionado por três professores, que as hipóteses B's e C's permitem até certo ponto caracterizar. Além disso note-se que o aumento do desempenho dos alunos na resolução de problemas é pressuposto do modelo referido.

# ***Cap 4***

## ***Descrição do estudo***

### ***4.1 Introdução***

### ***4.2 Estudo preliminar***

### ***4.3 Preparação do estudo principal***

### ***4.4 Estudo principal***

### ***4.5 Limitações do estudo***

## 4.1 Introdução

De acordo com os objectivos do estudo e as hipóteses formuladas delineou-se um programa de supervisão para ser trabalhado com três professores de Física-Química, de duas escolas secundárias.

### Programa de supervisão

O programa de supervisão consistia na:

a) preparação teórica e prática, dos professores, supervisionados pelo investigador, para empreenderem um trabalho que conduzisse à implementação de um modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

b) implementação, por cada professor, dum plano concebido por si para a unidade didáctica "Forças e Movimento", sendo acompanhada pelo investigador.

c) avaliação, juntamente com o investigador, do plano, da sua implementação, confrontando a prática com o modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas e vice-versa.

O programa incidiu, mais especificamente numa turma, de cada professor de 10º ano área A-Saúde, embora cada um pudesse trabalhar noutras turmas, do mesmo ano ou de anos diferentes, com elementos desse programa.

### Escolha das turmas

O motivo da escolha de turmas de 10º ano da **área A-Saúde** é devido às seguintes razões:

a) Dado que a 'queixa' dos professores relativamente à dificuldade dos alunos resolverem problemas se coloca com maior ênfase nos anos do ensino secundário, optou-se, por isso, por esse nível de ensino.

b) Dado que o 10º ano é o primeiro do ensino secundário, a existência de turmas com elevado número de alunos repetentes é, em princípio, reduzida e por outro lado atenua diferenças de aprendizagens anteriores no ensino secundário efectuadas pelos estudantes. Esta aparente homogeneidade é reforçada por todas as turmas terem as mesmas disciplinas (mesma área e opções).

c) Devido a, nas proximidades do local de trabalho do investigador, existir mais escolas com a área A -Saúde.

## Escolha dos professores

Os critérios de selecção dos professores que participaram no programa de supervisão foram os seguintes. Terem cumulativamente:

- 5 ou mais anos de serviço;
- experiência de, pelo menos, um ano a leccionar o 10º ano;
- disponibilidade para participarem neste estudo.

Não se exigiu mais nenhum requisito para a escolha dos professores que os já enunciados. Por esta razão o estudo foi realizado com professores “normais”. Além disso, o estudo foi realizado em condições normais de disponibilidade dos professores, em situações curriculares normais e em condições normais de equipamento das escolas envolvidas.

## Características do estudo

O estudo feito tem características qualitativas por razões intrínsecas e por razões de exequibilidade do mesmo.

As razões intrínsecas prendem-se com o facto de haver poucos trabalhos de natureza empírica sobre o ensino de uma disciplina centrado na resolução de problemas e também sobre aprendizagem numa disciplina através de resolução de problemas (Garrett, 1986:73). Ainda segundo Garrett (1986:76) a resolução de problemas como estratégia de ensino é de natureza complexa o que abona a favor de um estudo de natureza qualitativa.

As razões de exequibilidade do estudo prendem-se com o facto do programa de supervisão exigir um acompanhamento sistemático e se o número de professores aumentasse, para haver alguma possibilidade de um estudo quantitativo, aumentava o número de escolas envolvidas o que tornava impraticável este estudo.

Por todas estas razões optou-se por uma metodologia qualitativa procurando, na medida do possível, fazer um estudo em profundidade, embora sejam usados alguns resultados quantitativos que apoiam a discussão deste estudo.

## Materiais utilizados

Os materiais utilizados para recolha de dados foram os seguintes:

- observação das aulas (alunos e professores);
- respostas dos alunos a trabalhos escritos (pré-teste, pós-teste1, pós-teste2);
- entrevistas a professores e a alunos;
- material usado pelos professores na unidade em que se trabalhou e nas anteriores;
- fichas de avaliação das sessões de formação;
- registo das diferentes sessões de trabalho com os professores.

## Sujeitos da investigação

Deve ficar claro, desde já, que os sujeitos da investigação são 3 professores de Física e Química e 3 turmas de 10º ano, uma de cada professor.

Um quarto professor e respectiva turma funcionaram como controle.

## 4.2 Estudo Preliminar

Antes de se iniciar o estudo principal o investigador realizou um estudo prévio envolvendo dois professores (professores C e E) de uma escola secundária de Torres Novas e os alunos de uma turma do 10º de Saúde de cada professor.

Os critérios de escolha dos professores foram os seguintes:

- experiência de 5 ou mais anos de serviço;
- disponibilidade para participarem neste estudo.

## Objectivos

Este estudo foi efectuado no 3º período do ano lectivo de 1990/91 e os seus objectivos foram os seguintes:

-Recolher informação sobre o ensino-aprendizagem, quanto à centralidade em resolução de problemas que tinha lugar em aulas de Física do 10º ano, nomeadamente quando lida com problemas e quando desenvolve conceitos.

-Desenvolver um instrumento de observação que permitisse, de modo sistemático e completo, caracterizar o ensino-aprendizagem quanto à sua centralidade na resolução de problemas.

-Identificar alguns problemas a ter em conta na concepção e implementação de um programa de supervisão.

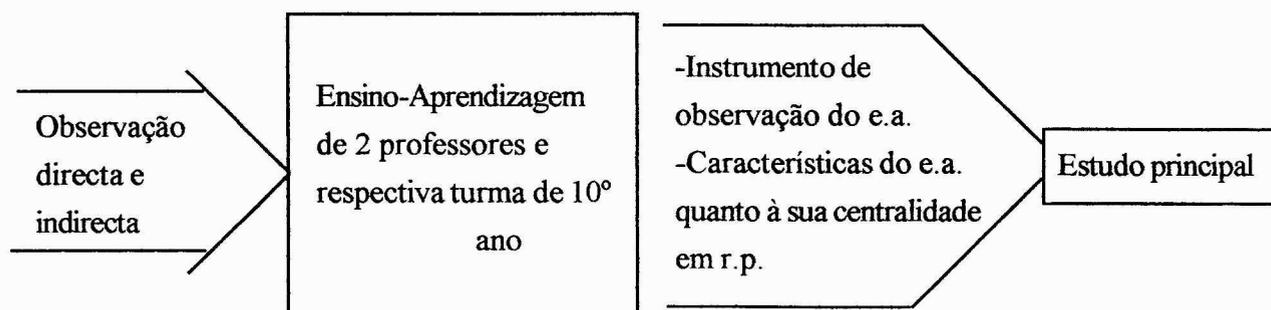


Fig.4.1 Enquadramento do estudo preliminar

## Procedimentos

Este estudo prévio consistiu (ver fig. 4.1) numa observação participante para identificar as características principais do ensino-aprendizagem quando se desenvolvem conceitos e quando se lida com problemas. Assim, os procedimentos que se tomaram neste estudo foram:

a) Observar professores e alunos, em situação normal de sala de aula, em aulas “normais” e em aulas de “problemas”. (Por aulas “normais” entende-se aulas em que se desenvolvem e/ou são apresentados os conceitos e por aulas de “problemas” aulas em que se resolvem exercícios e/ou problemas independentemente do tipo de actuação do professor ou dos alunos).

Delimitou-se o campo de observação (Estrela, A. 1986:29) registando-se em cassetes vídeo apenas o essencial para o que se pretendia.

b) Entrevistar professores e alunos para se saber o seu universo de significação (Estrela, A. 1985) relativamente à sequência de conteúdos, actividades, problemas e tarefas propostas bem como material pedagógico utilizado e ainda da actuação dos agentes do ensino-aprendizagem. As entrevistas, gravadas em cassetes audio, foram realizadas no final da aula a professor e alunos em separado. Ver a este propósito protocolo das entrevistas no apêndice F.

c) Recolher fichas de exercícios e/ou problemas utilizadas pelos professores.

d) Analisar os registos confrontando-os entre si e com o modelo de e.a. centrado na r.p. para permitir a selecção dos indicadores tendo em conta a sua utilidade, necessidade para descrever um comportamento, facilidade de observação e de interpretação e as respectivas situações em que se podem manifestar.

e) Definir categorias relativas aos exercícios e/ou problemas, às aulas “normais” e de “problemas” e ao comportamento do professor e dos alunos e operacionalizá-las a fim de se construir um Instrumento de Observação - I.O..

## Construção do I.O.

A partir deste procedimento foi possível construir um I.O., seguindo de perto Damas e al (1985:90-94), que permitisse decidir em que grau o ensino-aprendizagem se centrava na resolução de problemas. A sua validação foi efectuada mais tarde por um painel de 3 juízes. O I.O. foi utilizado, no estudo principal, para analisar a actuação do professor e dos alunos em situação de ensino-aprendizagem e estudar de uma forma mais objectiva a influência do programa de supervisão no ensino-aprendizagem para verificar, nomeadamente, se a centralidade do ensino-aprendizagem na resolução de problemas se tinha alterado ou não. A versão final do I.O. encontra-se no §5.2.4.

## Resultados do estudo preliminar

Os resultados do estudo preliminar são também descritos no capítulo 5 (no §5.2.1 estão descritos os resultados que dizem respeito ao I.O.), sendo todavia de destacar alguns dos seus aspectos que foram tidos em consideração na concepção do programa de supervisão a efectuar no estudo principal no sentido de o tornar o mais “eficaz” possível:

-Alguns aspectos característicos do ensino-aprendizagem identificados estão profundamente enraizados nas práticas quotidianas dos professores C e E.

-A centralidade em resolução de problemas dos seus ensino-aprendizagem é bastante baixo.

-O grau de convicção dos professores relativamente à sua prática é bastante grande.

Ainda foram tidas em conta na concepção do programa de supervisão as seguintes opiniões dos professores participantes no estudo prévio:

-Os professores manifestaram grande receptividade à introdução de inovações no ensino-aprendizagem que facilitem a aprendizagem dos alunos a resolver problemas.

-As causas apontadas pelos professores para o insucesso dos alunos na resolução de problemas residem sempre nos alunos ou em condições externas, apontando nomeadamente o fraco domínio da ferramenta matemática, a dificuldade de entendimento do problema e a deficiente compreensão dos conceitos. Esta constatação está, aliás, de acordo com a literatura (cf. Garrett e al 1990:1).

Para a realização deste estudo preliminar foi necessário contactar com os professores e, de uma maneira progressiva, expô-los os objectivos do estudo, indicar-lhes que tipo de colaboração o investigador pretendia.

Um destes professores (professor C) participou no estudo principal, o outro não porque no ano lectivo seguinte foi trabalhar para outra escola e não leccionava 10º ano.

## 4.3 Preparação do estudo principal

Para ser possível iniciar o estudo principal no início do 1º período do ano lectivo de 1991/92, o investigador teve que tomar as seguintes iniciativas:

### Seleccção das escolas

Obteve-se informação sobre a rede escolar do distrito de Santarém para saber quantas turmas de 10ºano, área A de Saúde, existiam nas escolas vizinhas à escola onde o investigador trabalhava. Esta informação foi importante dado que o investigador não podia multiplicar o número de escolas envolvidas, por duas ordens de razões. Por um lado um grande número de escolas envolvidas dificultaria o seu acompanhamento por estarem geograficamente dispersas. Por outro lado, de acordo com Moulin & al (1983), a melhor unidade de estudo é a escola na qual estão inseridos os professores e estes para além de terem a sua visão e experiência estão influenciados pela dinâmica e identidade escolar. Assim escolheram-se duas das escolas para as quais estava previsto funcionar o maior número possível de turmas, por escola, de 10º ano, área A de saúde: Esc. Sec. Artur Gonçalves de Torres Novas (5 turmas) e Esc. Sec. do Entroncamento (3 turmas).

### Seleccção dos Professores

Contactou-se, antes de se iniciarem as férias dos professores, com as delegadas do grupo 4ºA das duas escolas para: a) esclarecer a natureza do estudo, quais os seus objectivos, qual o tempo que seria necessário disponibilizar, o que seria necessário fazer, a receptividade que seria necessário ter para introduzir inovações no ensino-aprendizagem; b) saber como iria ser feita a distribuição daquelas turmas pelos professores uma vez que os professores que participassem no programa de supervisão teriam de satisfazer as condições indicadas no §4.1.

### Contactos prévios

Acordou-se com os professores, futuros participantes e com as respectivas delegadas as linhas gerais do programa de supervisão no sentido dos primeiros ficarem com as turmas de 10ºano nos seus horários.

Informou-se os Conselhos Directivos destas escolas das diligências que estavam a ser tomadas, para as terem em conta na elaboração dos horários e solicitar-lhes formalmente autorização para a realização do estudo nas respectivas escolas.

Efectuou-se várias reuniões com os professores, futuros participantes, com o objectivo de esclarecer a natureza do estudo, quais os seus objectivos, quais as

necessidades de tempo que seria necessário disponibilizar, o que seria necessário fazer, a receptividade que seria necessário ter para introduzir inovações no ensino-aprendizagem.

Acordou-se com os professores participantes um calendário para os momentos mais significativos do programa de supervisão e entregou-se-lhes um documento com os passos mais significativos do programa de supervisão e respectiva calendarização de acordo com o que se tinha combinado.

Sensibilizou-se os alunos das turmas envolvidas, por intermédio dos seus professores, para o estudo que iria ser feito com a intenção de os envolver desde o início e ficarem receptivos.

## **4.4 Estudo Principal**

### **4.4.1 Esquema Geral**

O estudo principal consiste, basicamente, num plano de intervenção e está, por conseguinte, no âmbito das metodologias designadas genericamente de “investigação-acção” e persegue objectivos de investigação, inovação e formação de competências (Esteves, António J. 1986:271).

Por outro lado, o estudo principal caracteriza-se por ser um “plano quase-experimental” (Jesuino, Jorge C. 1986:229), mais concretamente um “plano com grupo de controle não equivalente” (Ibidem:230).

Julga-se que o estudo que empreendemos tem características metodológicas de ambas as perspectivas por razões que mais adiante se esclarece.

A intervenção de que falamos traduz-se num programa de supervisão. Esse programa de supervisão foi concebido para implementar estratégias de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas para os conteúdos de Física do ensino secundário.

Grupo de estudo	Antes da 1ª intervenção	1ª Intervenção	Depois da 1ª intervenção	2ª intervenção	Depois da 2ª intervenção
3 Profs (experimental) + 3 turmas (experimental)	Observação do e.a. + Recolha de material	4 Sessões de formação + Avaliação	Análise de planificações e outros materiais + pré-teste (alunos)	Implementação do modelo (Observação do e.a. + formulação problemas de implementação + contactos c/ investigador + reflexão sobre implementação) + Avaliação	Observação do e.a. + Pós-teste1 + Pós-teste2 (alunos) + Avaliação + Recolha de material
1 Prof de controle + 1 turma de controle	Idem	—————	Idem	—————	Idem
Datas	11/10/91 a 24/10/91	24/10/91 a 26/11/91	13/01/92 a 27/01/92	22/01/92 a 30/04/92	09/04/92 a 04/06/92

Fig. 4.2 Esquema do estudo principal

Contudo, do ponto de vista metodológico, o programa de supervisão para efeitos de estudo com carácter de investigação visava a implementação de estratégias para uma unidade de Física do 10º ano, de acordo com o modelo de e.a. centrado na r.p..

Assim, o programa de supervisão confunde-se, em parte, com a metodologia usada no estudo principal, como se pode verificar no esquema da fig. 4.2, na medida em que nela está incluída. Deste esquema saliente-se os seguintes aspectos gerais:

- Há, essencialmente, duas intervenções nas quais participam apenas os professores do grupo experimental.

-Os alunos só começam a ser envolvidos no estudo a partir de “depois da 1ª intervenção”.

-Há três momentos de controle externo das intervenções: "antes da 1ª intervenção", "depois da 1ª intervenção" e "depois da 2ª intervenção". O controle intermediário serve de pós-teste para a 1ª intervenção e de pré-teste para a 2ª intervenção. No interior, quer da 1ª intervenção quer da 2ª intervenção, há outros momentos de controle interiores ao processo.

-O professor de controle e respectiva turma apenas participam nos momentos de controle exteriores.

#### 4.4.2 Justificação metodológica

Dado que:

-este estudo seria de difícil execução com um número significativo de professores que possibilitassem um estudo do tipo experimental;

-havia toda a conveniência em se fazer um estudo em profundidade pela razão de existir pouca evidência empírica sobre a implementação de estratégias de ensino-aprendizagem centradas em resolução de problemas e sobre os seus resultados em termos de aprendizagens dos alunos;

-era difícil isolar (ver fig. 2.1) as variáveis independentes que foram consideradas ( supervisão e modelo de e.a. centrado na r.p. ) e também as variáveis dependentes (centralidade do e.a. em r.p. e desempenho dos alunos na r.p.);

optou-se por uma metodologia com as características dos planos “quase experimentais” (Jesuino, J. Correia 1986:229 e ss) , mais concretamente trata-se de acordo com Jesuino (Ibidem) de um “plano com grupo de controle não equivalente”, permitindo um estudo em profundidade em vez de em extensão, internamente válido e com alguma possibilidade de validade externa.

A introdução do grupo de controle tem por objectivo afastar um dos factores que podia contribuir para pôr em causa a validade interna do estudo, isto é, procurou-se afastar a possibilidade de outros factores explicarem o efeito observado nas variáveis dependentes (Ibidem:219).

Assim, pelas razões acima apontadas, adoptou-se por uma metodologia o mais rigorosa quanto o estudo o permitiu, contudo sendo impossível mostrar uma co-variância estatisticamente significativa entre causa e efeito(Ibidem:218), mas sendo possível, no entanto, uma interpretabilidade do estudo dependente apenas dos resultados (Ibidem:231).

As intervenções na supervisão estiveram sempre dependentes dos momentos anteriores e dos professores o que é característico da investigação-acção.

Os instrumentos utilizados para observar o desempenho dos alunos na r.p. foram sempre diferentes embora com grau de dificuldade e complexidade semelhantes (assegurado pela consulta de um painel de três professores do ensino secundário de reconhecido mérito) para evitar a melhoria dos resultados devido à aplicação sucessiva do mesmo teste (Ibidem:219).

### **4.4.3 Descrição do programa de supervisão**

#### **Antes da 1ª intervenção**

##### **Objectivos**

Os objectivos deste momento foram os seguintes:

- Caracterizar os docentes enquanto professores de Física no ensino secundário.
- Caracterizar o ensino-aprendizagem ocorrido na sala de aula em cada turma do estudo, nomeadamente quanto à sua centralidade na resolução de problemas.
- Identificar as posições e atitudes, de cada docente, relativas ao ensino da Física e da resolução de problemas.

##### **Procedimentos**

Assim, para atingir aqueles objectivos foram tomados os seguintes procedimentos:

- a-Observação de duas ou três aulas (gravadas em vídeo) por cada professor.
- a'-Entrevistas a cada professor depois de cada aula para se saber qual o universo de significação de cada aula.
- b-Recolha de fichas de trabalho, testes de avaliação, planificações da unidade observada e de outras de anos anteriores.
- c-Recolha de dados pessoais de cada professor.

A partir da informação recolhida nos procedimentos anteriores fez-se uma análise sumária da mesma que foi tida em conta para o conteúdo e a forma da primeira intervenção.

## Primeira Intervenção

Os objectivos deste momento do estudo principal foram graduais uma vez que o estudo se estendeu no tempo por cerca de um mês durante quatro sessões intervaladas de, pelo menos, uma semana: a primeira com a duração de duas horas; a segunda com a duração de três horas; a terceira com a duração de três horas e a quarta com a duração de dois dias.

Desta primeira intervenção esperava-se a preparação teórica e prática para a concepção de uma planificação de acordo com o modelo de e.a. centrado na r.p. e também para a sua implementação na sala de aula.

## Objectivos de cada sessão

Os objectivos de cada sessão foram os seguintes:

### 1ª sessão

- Tomar consciência de alguns problemas relativos à resolução de problemas.
- Reflectir sobre aspectos da r.p. que conduzam a possíveis soluções para os problemas detectados.

### 2ª sessão

- Reconhecer a importância de um currículo centrado na resolução de problemas.
- Usar contextos problemáticos para abordar, formular e resolver problemas.

### 3ª sessão

- Explorar contextos problemáticos para criar tarefas-problema, a fim de serem usados no ensino-aprendizagem da Física.

- Situar o ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas nas diferentes perspectivas de ensino-aprendizagem.

### 4ª sessão

#### 1º dia

- Analisar o modelo de e.a. centrado na r.p. e condições para a sua implementação.

- Discutir o e.a. centrado na r.p. utilizando textos de investigação.

#### 2º dia

- Planificar o e.a. de alguns conceitos tendo por base o modelo de e.a. centrado

na r.p. .

-Discutir a implementação do “modelo de e.a. centrado na r.p.” nas aulas de Física.

## Tarefas para cada sessão

Para atingir aqueles objectivos e eventualmente outros aspectos que apareceriam no decorrer das sessões de maneira inesperada foram planificadas várias tarefas para cada sessão para serem executadas pelos professores e discutidas entre estes e o investigador.

Assim, cada sessão era organizada por tarefas individuais ou de grupo, que pretendiam alcançar objectivos mais específicos que os enunciados atrás, para as quais era fornecido material de apoio e era dado um tempo limite. Todas as tarefas eram seguidas de discussão entre todos, professores e investigador e, no final, havia uma avaliação, individual e escrita, da sessão. Em todas as sessões havia a preocupação de fornecer aos professores artigos de investigação para os estudarem e usarem na sua argumentação, aquando da realização das tarefas ou, simplesmente, para os questionar.

Mais especificamente as tarefas para cada sessão foram as seguintes:

### 1ª sessão

Resolver individualmente dois problemas e posteriormente analisar as suas características e o processo de resolução.

Confrontar o resultado da análise com dois artigos de investigação: Valente, M. Odete; Neto, A. José; Valente, Mariana (1989) e Gil Perez; Martinez Torregrosa; Senent Perez (1988).

Reformular o conceito de problema, distinguindo exercício de problema, reflectir sobre a importância da r.p. no ensino das Ciências, em particular da Física e identificar usos alternativos dos problemas quer pelos alunos quer pelos professores na sala de aula.

### 2ª sessão

Ler textos de investigação - parte do artigo de Watts e Gilbert(1989) e artigo de Anabela Martins (1991) - identificando as suas principais ideias e discutindo-as com vista a conceber novos horizontes da r.p. no currículo.

Observar situações recriadas por vídeo (2 situações) e outras por textos e

fotografias (2 situações) e recriar a partir de uma situação escolhida pelos professores um contexto problemático.

Averiguar quais os conceitos que podiam ser abordados e desenvolvidos a partir do contexto problemático.

Formular problemas a partir do contexto problemático tendo em conta os conceitos que podiam ser abordados com o problema.

Resolver um dos problemas formulados partindo de hipóteses explicitadas e discutindo o resultado.

### 3ª sessão

Identificar as diferenças entre o processo tradicional de formular problemas e o que foi preconizado na 2ª sessão bem como avaliar as implicações para o ensino-aprendizagem.

Identificar as diferenças entre o processo tradicional de resolver problemas e o que foi preconizado na 2ª sessão bem como avaliar as implicações para o ensino-aprendizagem, nomeadamente a possibilidade de se desenvolverem conceitos a partir da abordagem e resolução de problemas.

Escolher uma situação a partir de 4 situações indicadas pelo investigador para, a partir dela, criar um contexto problemático.

Formular hipóteses para iniciar um percurso investigativo de um fenómeno identificado e mal compreendido. Estruturar as tarefas-problema para se iniciar esse percurso investigativo.

Discutir as implicações educacionais do procedimento seguido na tarefa anterior a partir da experiência dos professores e das ideias identificadas no texto de Cheung e Taylor (1991).

Fornecimento de um texto de investigação (Stinner 1990) para ser lido fora da sessão.

### 4ª sessão - 1º dia

Discutir os conceitos mais relevantes do texto lido em casa.

Analisar as tarefas realizadas nas 2ª e 3ª sessões, sistematizar os principais conceitos a reter e como operacionalizá-los: contexto problemático, problema e tarefa -problema.

Discutir quais as implicações educacionais e quais as mudanças necessárias para contemplar estes aspectos no ensino-aprendizagem.

Apresentar o “modelo de e.a. centrado na r.p.” e discuti-lo com os professores.

Estudar o “modelo de e.a. centrado na r.p.” identificando-lhe os conceitos,

comparando-o com o e.a. tradicional, apontando-lhe vantagens e inconvenientes educacionais.

Discutir as implicações educacionais da utilização do “modelo de e.a. centrado na r.p.” prevendo as reacções dos alunos e as alterações necessárias introduzir em termos de objectivos, estratégias, material, avaliação, articulação com manuais, etc..

#### 4ª sessão - 2º dia

Planificar o ensino-aprendizagem, de acordo com o “modelo de e.a. centrado na r.p.”, para um tópico programático.

Traçar as linhas orientadoras de actuação do professor na sala de aula tendo em conta o que se pretende dos alunos.

Confrontar a planificação realizada com o “modelo de e.a. centrada na r.p.” discutindo-se as opções tomadas.

Sintetizar o “modelo de e.a. centrado na r.p.” e as suas implicações educacionais.

#### Depois da primeira intervenção.

#### Objectivos

Os objectivos deste momento da supervisão foram os seguintes:

-Recolher informações sobre as modificações operadas pela 1ª intervenção ao nível da planificação individual da unidade “Forças e Movimento” que iria ser implementada pelo próprio professor.

-Fazer um levantamento das intenções, dificuldades e problemas do professor relativamente à implementação do ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

-Caracterizar cada turma do estudo quanto à aprendizagem e quanto ao desempenho na resolução de problemas.

#### Procedimentos

Para atingir os objectivos enunciados o investigador:

Recolheu a planificação para a unidade “Forças e Movimento” de cada professor;

Acordou o tipo de apoio a dar aos professores do estudo na implementação da planificação;

Entregou o primeiro trabalho escrito individual (pré-teste: resolução de um

exercício e de dois problemas) pelas três turmas da supervisão e pela turma de controle;

Recebeu a caracterização de cada turma feita pelo respectivo professor.

## Segunda Intervenção.

### Objectivos

Os objectivos deste momento do estudo foram os seguintes:

-Acompanhar, na medida do solicitado e dentro do que tinha ficado acordado entre cada professor e o investigador, cada professor na implementação da unidade “Forças e Movimento”.

-Colocar questões de reflexão para cada professor.

-Observar, directa e indirectamente, o ensino-aprendizagem que estava a ser praticado.

-Formular problemas relativos à implementação do ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

-Confrontar dialecticamente a prática e o “modelo de e.a. centrado na r.p.” e os seus instrumentos teóricos para os aperfeiçoar bem como o desempenho dos professores.

### Tarefas

Para os objectivos atrás formulados serem atingidos foram desencadeadas as seguintes acções:

a-Discussão com cada professor sobre a planificação e a sua implementação.

b-Entrega aos professores de uma lista de possíveis problemas relativos à implementação da planificação, para reflexão, com algumas indicações bibliográficas.

c-Observação de duas ou três aulas (gravadas em vídeo) por cada professor, mantendo o campo de observação.

c'-Entrevistas a cada professor depois de cada aula para se saber qual o universo de significação de cada aula.

d-Apoio do investigador sempre que solicitado pelos professores.

e-Encontro, de um dia, numa fase intermédia da unidade “Forças e Movimento”, entre os professores e o investigador, para análise da implementação da planificação analisando o que o modelo “diz” à praxis e vice-versa.

Mais concretamente neste dia os professores do estudo efectuaram as seguintes tarefas:

e1-Visionar filme de 40 minutos com extractos seleccionados pelo investigador de aulas dos três professores. Partilha de dificuldades.

e2-Formulação de problemas sentidos na implementação do ensino-aprendizagem com base no visionamento do filme e na lista de questões para reflexão e a ter em conta na implementação do e.a..

e3- Formular hipóteses sobre os problemas apresentados.

e4-Escolher e ler textos de investigação para iluminar e ou reformular as hipóteses. Os textos fornecidos foram os seguintes: Ana Benavente (1991); Lopes, J. Bernardino (1992); Perrenoud (1990); Fernandes, Domingos(1991); Ponte, J.Pedro(1991); Watts(1991) - dois textos um do cap. 2 e outro do cap. 3.

e5-Traçar as soluções mais adequadas para cada problema.

e6-Abordar problemas de implementação colocados pelo investigador.

f-Apoio do investigador aos professores sempre que solicitado depois do encontro referido em e-.

## Depois da segunda intervenção

### Objectivos

Os objectivos deste momento do estudo foram os seguintes.

-Caracterizar, novamente, cada turma do estudo quanto à aprendizagem e quanto ao desempenho na resolução de problemas.

-Caracterizar os docentes enquanto professores de Física no ensino secundário.

-Caracterizar o ensino-aprendizagem ocorrido na sala de aula, em cada turma do estudo, nomeadamente quanto à sua centralidade na resolução de problemas.

-Identificar as posições e atitudes, de cada docente, relativas às opções que tomou ao longo da unidade “Forças e Movimento”, à experiência adquirida com o estudo, bem como relativamente ao processo em que esteve envolvido.

-Avaliar, internamente, o processo em que estiveram envolvidos investigador e professores.

### Tarefas

Para os objectivos, enunciados atrás, serem atingidos foram desencadeadas as seguintes acções:

a-Avaliação conjunta do estudo em que os professores estiveram envolvidos.

b-Observação de duas ou três aulas (gravadas em vídeo) por cada professor,

na parte final da unidade “Forças e Movimento”. O campo de observação foi o mesmo das observações anteriores.

b’-Entrevistas a cada professor depois de cada aula para se saber qual o universo de significação de cada aula.

c-Characterização de cada turma depois do estudo, feita pelo respectivo professor.

d-Realização do segundo trabalho escrito individual (pós- teste1: resolução de um exercício e de dois problemas) pelas três turmas da supervisão e pela turma de controle.

e-Recolha do número de aulas utilizadas na unidade “Forças e Movimento” por cada professor.

f-Realização, passado um-dois meses, do terceiro trabalho escrito individual (pós-teste2: resolução de um exercício e de dois problemas) pelas três turmas da supervisão e pela turma de controle.

#### **4.4.4 Justificação do Programa de Supervisão**

Como se viu o programa de supervisão confunde-se, em parte, com a metodologia do estudo, porque está incluída nesta.

Há opções que foram tomadas na supervisão propriamente dita ou seja nas 1ª e 2ª intervenção que devem ser explicitadas e justificadas.

#### **Opções gerais relativas à supervisão**

Assim, foram tomadas as seguintes opções gerais relativas à supervisão:

a-Assegurar, em toda e qualquer iniciativa do investigador, a não colisão com a autonomia do professor e sempre que possível reforçá-la.

b-Permitir que as modificações operadas pelos professores no ensino-aprendizagem, embora surgissem do trabalho de preparação conjunto, fossem sempre da sua inteira responsabilidade.

c-Provocar, na medida do possível, situações de aprendizagem, questionar, fornecer indicações bibliográficas relevantes, colaborar quando solicitado e necessário, rejeitando sempre a tentativa de “aconselhar” este ou aquele procedimento.

d-Criar condições para se fazer avaliação em vários momentos da supervisão

no sentido de identificar problemas.

e-Encorajar cada professor a tomar um papel activo no seu processo de formação.

f-Estabelecer e manter um bom clima afectivo-relacional (Alarcão, I. 1987:62)

## Características gerais da supervisão

Em termos globais, a supervisão seguida tinha de se enquadrar numa perspectiva de formação contínua e por isso abandonar todos os traços dos modelos de supervisão mais adequados à formação inicial. Não foi possível, dadas as características do estudo, seguir um modelo puro de supervisão.

Os encontros do supervisor com os professores foram perspectivados “como uma actividade de resolução de problemas” (Alarcão, I. e al 1987:33), pelas mesmas razões apresentadas por aqueles autores: 1º a actividade docente é, essencialmente, uma actividade de resolução de problemas; 2º a psicologia de aprendizagem tem posto cada vez mais em realce a resolução de problemas como uma excelente forma de aprender; 3º o professor adulto tem de aprender fazendo (Ibidem).

Outra das razões para a adopção daquela perspectiva foi a necessidade de os professores continuarem a usar o modelo de e.a. centrado na r.p. para além da unidade que o investigador acompanhou de perto.

Estes princípios são característicos do modelo de supervisão clínica (Alarcão, I. e al 1987: 28-34) e englobam as opções a), b), d), e) e f) acima referidas e só em parte a opção c). Por isso, embora a supervisão praticada tenha traços do modelo da supervisão clínica, não se pode reduzir a ela por duas ordens de razões: a- alguns problemas colocados pelos professores não tiveram o desenvolvimento suficiente o que, de acordo com o modelo de supervisão clínica, conduziriam todo o processo de supervisão; b- a opção c) conduziu muitas vezes o processo de supervisão o que está de acordo com outros modelos de supervisão, uma vez que a supervisão tinha um fim específico e, como diz Isabel Alarcão e al (1987:44) neste mesmo contexto, “os meios a escolher devem estar subordinados aos fins”.

A perspectiva de supervisão assumida foi apresentada em §3.2.1.1 (pág.64).

## Características das tarefas da supervisão

O que esta supervisão procurou fazer foi desenvolver o ensino-aprendizagem na sala de aula num sentido muito específico: o de aumentar a centralidade do e.a. na r.p. e indirectamente de aumentar o desempenho dos alunos na resolução de

problemas. Assim preparados os sujeitos para esta finalidade e criada a atmosfera emotiva-relacional conveniente, foram propostas as tarefas que conduzissem àquela finalidade que têm as seguintes características:

- desenvolver o espírito de reflexão e autoconhecimento;
- desenvolver um ensino-aprendizagem com algumas inovações;
- planificar o ensino-aprendizagem do professor e dos alunos;
- identificar problemas na introdução da inovação e tentar resolvê-los;
- observar e analisar os dados observados;
- avaliar os processos de ensino-aprendizagem(cf. Alarcão,I. e al 1987:63).

Apesar desta supervisão perseguir uma finalidade muito específica , o estilo de supervisão (Alarcão & al 1987:90) que o investigador procurou seguir foi predominantemente de colaboração, procurando eliminar quaisquer traços de directividade e muitas vezes procurou, deliberadamente, um estilo não directivo.

## Justificação das opções da 1ª intervenção

Em termos específicos há a salientar o facto de se ter preferido que a primeira intervenção fosse espaçada no tempo, quando podia ter sido concentrada em três dias.

A razão para tal opção deve-se ao facto de que o novo ensino-aprendizagem que se pretendia desenvolver implicava uma nítida aprendizagem que necessariamente procurava substituir o conceito tradicional de ensino-aprendizagem por um novo conceito.

Assim, era necessário conceber estratégias de desestruturação (Santos,E.1991:206 e ss) que necessitam de tempo de maturação para provocar os seus efeitos. Pois o ensino-aprendizagem que o professor pratica apesar de poder não ter consistência teórica, tem evidência empírica na sua experiência profissional. Tratava-se de dar condições aos professores para que as tarefas das 1ª, 2ª e 3ª sessões fossem suficientemente consistentes e espaçadas para que a consciencialização desse lugar à desequilibração e esta à familiarização antes de se iniciar a reestruturação (Ibidem). Os problemas com o ensino-aprendizagem tradicional tinham que ser sentidos e, progressivamente, refinados na sua formulação (Lopes, J. Bernardino 1992:12).

Só na quarta sessão, passado um mês do início da 1ª intervenção, é que havia algumas condições para se poder avançar com a inovação e ao mesmo tempo fazer-se a reestruturação (Ibidem) que só se concluiu com o final da 2ª intervenção.

## 4.5 Limitações do estudo

Uma das limitações do estudo é de ter uma duração limitada no tempo o que dificulta a introdução de inovações no ensino-aprendizagem.

Outra das limitações está ligada directamente ao facto da supervisão praticada ser, em grande medida, resultado de negociação com os professores e por isso alguns procedimentos, nomeadamente no que diz respeito à necessidade de mais e sistemática reflexão ficaram aquém do desejável.

Outra limitação do estudo prende-se com a circunstância do modelo de e.a. centrado na r.p. não poder ser directamente validado, uma vez que isso implicaria uma outra metodologia mais orientada para a aprendizagem dos alunos.

Ainda outra limitação tem a ver com a interrelação entre variáveis dependentes e independentes dado ser difícil isolar (ver fig. 2.1) as variáveis independentes que foram consideradas ( supervisão, modelo de e.a. centrado na r.p. ) e também as variáveis dependentes (centralidade do e.a. em r.p. , desempenho dos alunos na r.p.);

Finalmente, os instrumentos de observação e análise estão na origem de algumas limitações que se procurou minimizar validando-os interna e externamente.

# *Cap 5*

## *Instrumentos de Observação e análise*

*5.1 Instrumentos sobre a variável  
"supervisão"*

*5.2 Instrumentos sobre a variável  
"centralidade do e.a. na r.p."*

*5.3 Instrumentos sobre a variável  
"desempenho dos alunos na resolução de  
problemas".*

## **5.1 Instrumentos sobre a variável "supervisão"**

### **5.1.1 Materiais**

A variável supervisão é estudada pela análise de conteúdo de diferentes tipos de materiais:

#### **A Documentos/ elementos relativos às práticas lectivas dos professores**

A1 - Documentos produzidos pelos professores tais como testes de avaliação, planificações, fichas de trabalho e outros materiais de apoio (por ex. situações problemáticas, nos diferentes momentos do processo de supervisão).

A2 - Registo do número de aulas dispendidas na unidade “Forças e Movimento”.

A3 - Caracterização da turma de estudo feita por cada professor.

#### **B Documentos/ elementos relativos às sessões/ momentos de supervisão**

B1 - Fichas de avaliação preenchidas pelos professores sobre diferentes aspectos da supervisão e do modelo nos seguintes momentos: durante a 1ª intervenção, depois da 1ª intervenção, durante a 2ª intervenção e depois da 2ª intervenção (ver apêndice A).

B2 - Registo dos contactos tidos entre o investigador e cada professor durante a 2ª intervenção.

B3 - Registo audio do encontro da 2ª intervenção.

B4 - Registo do tempo gasto na supervisão.

#### **C Outros documentos**

C1 - Caracterização do professor feita mediante preenchimento de ficha.

C2 - Contactos informais com pessoas e instalações das escolas do estudo.

### **5.1.2 Análise de conteúdo dos materiais (categorias e sub-categorias)**

Após pesquisa bibliográfica sobre a variável supervisão foram identificadas, como relevantes, quatro categorias que permitem descrever, estudar e tirar conclusões sobre a supervisão efectuada:

## Categorias de análise da supervisão

**1- Impacto da supervisão nas percepções, atitudes e documentos produzidos pelos professores;**

**2- Passagem do saber declarativo ao saber contextual;**

**3- Perfil da supervisão;**

**4- Contingências da supervisão.**

Fez-se um esforço analítico sobre o material, o mais independente possível das impressões com que o investigador ficou do trabalho que efectuou (excepto, em absoluto, os materiais B2 e C2 ), do qual resultou uma sub-divisão de cada categoria em sub-categorias.

Porém não se definiram indicadores para cada sub-categoria, uma vez que o material sobre o qual iriam ser utilizados era diverso e tornava difícil defini-los à partida. Assim, optou-se por um processo descritivo em que as sub-categorias guiavam a análise: primeiro identificaram-se e registaram-se todos os indicadores para cada sub-categoria em cada material nas diferentes fases do estudo; em seguida foram procurados os aspectos comuns que permitiam caracterizar cada sub-categoria.

### **1 - Impacto da supervisão nas percepções, atitudes e documentos produzidos pelos professores - sub-categorias**

Através da primeira categoria é possível ficar a saber se o processo de supervisão provocou algumas alterações nas percepções dos professores, nas características do material produzido pelos professores e na forma de encarar o seu papel e dos alunos no e.a..

Assim, identificamos como sub-categorias as seguintes:

1.1 Percepção do professor relativo ao seu saber declarativo sobre a r.p. / modelo (Alarcão, 1991:16).

1.2 Percepção do professor relativamente ao seu saber-fazer sobre o modelo (ibidem)

1.3 Percepção do professor relativamente às suas necessidades de formação.

1.4 Percepção do professor relativamente ao impacto do modelo nos alunos.

1.5 Percepção do professor relativamente à aplicabilidade do modelo ao ensino de qualquer unidade.

1.6 Adequação dos documentos de trabalho, produzidos pelo professor, ao modelo.

1.7 Adequação da planificação de uma unidade ao modelo.

1.8 Reconhecimento de que o professor pode alterar o estado geral de dificuldades sentidas pelos alunos na r.p..

(Esta categoria é inspirada na crítica que Gil Perez faz à atitude dos professores face às dificuldades dos alunos em resolverem problemas)

1.9 Atitude do professor relativamente ao modelo

## 2 - Passagem do saber declarativo ao saber contextual - sub-categorias.

Com a segunda categoria é possível caracterizar se e como foi feita a passagem do saber declarativo ao saber contextual. Esta categoria é inspirada em Shön, D. (1987) e na leitura crítica de Alarcão, I. (1991) sobre a sua obra. Mais concretamente, pretende-se estudar quais foram os entraves à passagem do saber declarativo ao saber-fazer e deste ao saber contextual (Alarcão 1991:16); saber se a reflexão feita conduziu à identificação de teorias privadas e à sua superação (Griffiths & Tann 1992 e Vieira, Flávia 1992).

Assim, identificamos como sub-categorias as seguintes:

2.1 Dificuldades sentidas na implementação do modelo.

2.2 Emergência de teorias privadas (Vale 1989:19 e Vieira, F. 1992).

2.3 Dificuldade de conciliar o saber fazer de cada professor com os seus conhecimentos sobre o modelo (Vale 1989:20).

2.4 Adesão ao modelo (nova convicção, White e al 1989).

## 3 - Perfil da supervisão - sub-categorias.

Através da terceira categoria é possível caracterizar a supervisão efectuada e, portanto, compreender algumas deficiências identificadas a partir da primeira e da segunda categorias.

Foram identificadas as seguintes sub-categorias:

3.1 Tipo de apoio pedido, versus tipo de apoio dado.

3.2 Responsabilidade das decisões.

3.3 Interdependência (definida como o número de vezes que cada professor falou com o investigador sobre o programa de supervisão - Ellis, Nancy 1990:268).

3.4 Comunicação transversal (definida como a variedade de tópicos abordados e a frequência das reuniões - Ellis, Nancy 1990:268).

3.5 Avaliação, pelos professores, da supervisão / supervisor (Madrazo & al

1987: 9-14).

3.6 Forma de aprendizagem proporcionada (Tilema 1990:168 e Van Manen 1991 ).

3.7 Envolvimento do professor no processo de supervisão.

3.8 Directividade.

#### 4 - Contingências da supervisão - sub-categorias.

Finalmente, era necessário estudar os aspectos que condicionaram a supervisão. Segundo Duffee & al (1992:494 e ss) há diferenças nas práticas dos professores não só devido às alterações introduzidas recentemente mas, sobretudo, devido à sua experiência passada, ao ambiente criado à volta da educação e a muitos outros factores. Moulin & al (1983) consideram que cada escola tem uma cultura própria que influencia, de determinada maneira, qualquer estudo que se faça. Evidentemente que as características pessoais (Avalos, Beatrice 1991) e a resistência à inovação são outros aspectos que influenciam, de maneira não desejada, o trabalho de supervisão.

Assim, identificaram-se as seguintes sub-categorias para a categoria contingências da supervisão:

4.1 Tempo gasto na supervisão.

4.2 Experiência anterior (pessoal e profissional) dos professores (Duffee & al 1992:494 e ss).

4.3 Influência da escola (Moulin & al 1983).

4.4 Influência do contexto educacional concreto na aceitação do modelo e da supervisão (Duffee & al 1992:494 e ss).

4.5 Aspectos apresentados pelos professores como condicionantes do processo de supervisão/ implementação do modelo.

4.6 Resistência à inovação.

4.7 Características pessoais/profissionais dos professores.

Cada uma das sub-categorias será estudada com alguns materiais tal como se indica no quadro da fig. 5.1

Sub-categorias	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
Materiais	B1/B2	B1/B2	B1	A3/B2 /B3	B1	A1	A1	A1/B1	A1/B1

Sub-categorias	2.1	2.2	2.3	2.4
Materiais	B1/B2 /B3	A1/B1 B2/B3	B1/B3	A1/B1 /B3

Sub-categorias	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
Materiais	B1/B2	A1/B1 /B2	B2	B2/B3	B1/B3	B1/B2	B1/B2 B3/C1	B2/B3

Sub-categorias	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
Materiais	B4	B1/C1	C2	B3	B1	B1	C1

Fig. 5.1 Quadro dos materiais usados para cada sub-categoria da supervisão

## **5.2 Instrumentos sobre a variável centralidade do e.a. na r.p.**

Neste parágrafo cabe uma apresentação sucinta de parte dos resultados do estudo preliminar uma vez que dizem respeito à construção do Instrumento de Observação (I.O.) das aulas para se averiguar da centralidade do seu ensino aprendizagem em resolução de problemas.

### **5.2.1 Resultados do estudo preliminar**

Os resultados do estudo preliminar que se apresentam são o embrião do I.O..

#### **5.2.1.1 Construção do instrumento de observação (I.O.)**

Para se construir o I.O. seguiu-se um plano de investigação que está descrito no §4.2. Utilizando o plano investigativo referido recolheu-se o seguinte material informativo: duas aulas (uma 'normal' e outra de 'problemas') de cada professor, gravadas em vídeo; entrevistas, no final da aula, a cada um dos professores e a dois grupos de alunos, gravadas em cassete audio; e fichas de problemas.

A partir de todos os materiais indicados anteriormente registaram-se em particular vários indicadores das aulas observadas, procurando identificá-los independentemente da situação concreta em que se manifestavam. Depois pensava-se noutras situações hipotéticas extremas: o caso do professor expositivo sem conhecimentos do modelo de e.a centrado na r.p. e o caso do professor que utiliza o referido modelo.

#### **Passos seguidos para a elaboração do I.O**

Os passos seguidos para a elaboração do I.O. foram, de acordo com Damas & Ketele (1985:90-94), os seguintes:

a) observação o mais ampla possível, variando o tipo de aulas e o professor e pedindo aos professores a significação dos seus comportamentos, para completar e compreender o mais possível os comportamentos observados;

b) a partir dos protocolos escritos e das unidades de observação definidas e também das fichas de problemas elaboradas pelos professores fazer uma primeira escolha dos indicadores tendo em conta a sua utilidade, necessidade para descrever um comportamento, facilidade de observação e de interpretação e as respectivas situações extremas em que se podem manifestar;

c) utilizar os conhecimentos adquiridos pela revisão crítica da literatura científica

relativa à resolução de problemas para escolher os grupos de categorias relevantes e respectivas categorias;

d) operacionalizar os componentes de cada categoria para cada grau: grau 1 para as situações em que o professor é expositivo sem conhecimento do modelo, o grau 4 para as situações em que o professor utiliza o modelo de e.a. centrado na r.p. e graus 2 e 3 para situações intermédias;

e) finalizar o I.O. tendo em conta a clareza, a adequabilidade ao objectivo da investigação;

f) aplicar o I.O. ao material utilizado e fazer ajustamentos tendo em conta a concentração de juízos, desvios entre duas observações em momentos diferentes, escolha repetida de um grau da escala;

g) analisar a validade interna e externa por um painel de 3 juízes, investigadores de reconhecido mérito na área de resolução de problemas.

## Indicadores observados

Os indicadores observados são os que se indicam a seguir. Entre parêntesis estão os nomes das categorias.

### Das fichas de problemas:

As questões pedem só cálculos (natureza qualitativo-quantitativo do problema);

As questões estão articulados para a questão seguinte utilizar a resposta anterior; as questões são de um só passo (abordagem sugerida);

O enunciado apresenta todos os dados necessários e só esses (informação fornecida);

Os problemas não formulados a partir de um contexto utilizado na aula (como e por quem são formulados os problemas);

Os problemas são colocados no final da unidade para se verificar se os alunos aprenderam a matéria (quando e para que são colocados os problemas).

### Da observação de aulas de problemas:

Os problemas são abordados através de cálculos; aborda o problema por partes para chegar à compreensão do todo; o professor acha que só se pode ter uma compreensão do problema no final da resolução; aborda o problema por partes; não é feita uma leitura global (abordagem global do problema);

Impede os alunos de tentarem estratégias de resolução diferentes; sugere uma estratégia determinada (viabilização de estratégias de resolução alternativas);

Não são feitos ensaios do que acontecerá se...; escreve os dados e procura-se a fórmula (estratégia de resolução);

Questiona os alunos sobre o raciocínio ou passos (interpela os alunos);

A interpretação dos resultados é feita pelo professor; relaciona fórmulas com leis; questiona os alunos sobre determinados resultados (controle, interpretação e discussão dos resultados);

Alunos copiam do quadro; alunos trabalham em grupo (organização do trabalho).

### Da observação de aulas "normais":

Formula questões para situar a aula relativamente à anterior; apresenta o assunto que se vai abordar na aula; esclarece os alunos sobre o fenómeno que foi objecto de definição; não usa dados experimentais (conhecidos) para rebater ideias dos alunos; não contextualiza a situação que está a discutir permanecendo a falar abstractamente mesmo com reclamação de um aluno; recorda informação dada sobre o assunto que está a abordar; dá exemplos do dia-a-dia sobre o assunto exposto; dá um exemplo abstracto; 'dá' a matéria e depois aplica-a (contextualização dos conceitos e conteúdos);

Representa o modelo de átomo, já conhecido dos alunos; ensaia pôr o modelo em causa mas continua usá-lo; o professor fornece informação; faz esquemas no quadro; dá informações... (problematização dos contextos);

Questiona os alunos sobre a definição de conceitos; corrige os alunos; esclarece o significado de representação simbólica; pede aos alunos definições; o professor tira conclusões; não corrige definições dadas pelos alunos; o professor não aproveita respostas dos alunos; dá definições; estabelece diferenças entre termos e/ou conceitos; faz perguntas para os conceitos se desenvolverem; não espera pelas respostas; esclarece dúvidas (desenvolvimento dos conceitos);

Esclarece conceitos relacionados com o modelo e com a sua construção; solicita aos alunos para irem ao quadro; formula questões para os alunos identificarem o problema; alunos respondem a perguntas do professor; aluno faz perguntas; alunos acompanham, pelo livro ou caderno diário, a informação fornecida pelo professor (tarefas dadas aos alunos);

Apresenta fórmulas sem surgirem de um contexto conceptual (operacionalização dos conceitos).

## Primeira versão do I.O.

A partir dos indicadores referidos atrás e da reflexão a partir da revisão da literatura que conduziu ao modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas escolheram-se os seguintes grupos de categorias e respectivas categorias os quais constituem a primeira versão do Instrumento de Observação (I.O.):

### Grupo I Uso de problemas: suas características e intenções

- Cat 1- Quando e para que são colocados problemas?
- Cat 2 - Como e por quem são formulados os problemas?
- Cat 3 - Que contexto apresentam os problemas?
- Cat 4 - Natureza qualitativa-quantitativa do problema e abordagem sugerida nas questões.
- Cat 5 - Discussão do problema antes e depois da resolução.
- Cat 6 - Tipo e quantidade de informação fornecida no problema.

### Grupo II Comportamento do professor quando lida com problemas

- Cat 1- Abordagem global dos problemas sugerida ou permitida.
- Cat 2 - Viabilização de estratégias de resolução alternativas.
- Cat 3 - Estratégias de resolução preconizadas.
- Cat 4 - Controle da interpretação e discussão dos resultados.
- Cat 5 - Organização do trabalho.
- Cat 6 - Interpelação aos alunos

### Grupo III Abordagem dos conceitos e actuação do professor quando lida com eles

- Cat 1 - Contextualização dos conteúdos e conceitos a abordar.
- Cat 2 - Problematização dos contextos e suas situações específicas.
- Cat 3 - Desenvolvimento dos conceitos.
- Cat 4 - Operacionalização dos conceitos.
- Cat 5 - Tarefas dadas aos alunos.
- Cat 6 - Exploração dos conceitos abordados noutros contextos.
- Cat 7 - Análise e síntese e/ou reformulação do que se aprendeu.

## Validação do Instrumento de Observação - I.O.

Mais tarde o I.O. foi reformulado apresentando quatro grupos de categorias. Para cada sub-categoria foram definidos os respectivos graus. Depois foi submetido a um painel de 3 juizes (investigadores na área de resolução de problemas em Física e Matemática). Após esta consulta o I.O. foi novamente reformulado, tendo em conta as sugestões dadas pelos juizes, sendo a sua versão actual, a que se apresenta em §5.2.3 e §5.2.4 .

## 5.2.2 Materiais

A variável “centralidade do e.a. na r.p.” será estudada através do I.O. a partir dos seguintes materiais: observação de aulas que serão complementadas com mini-entrevistas no final de algumas aulas e com a análise de fichas de trabalho nomeadamente aquelas que contenham “problemas”.

Gravaram-se o número de aulas que a seguir se indicam para os diferentes momentos da supervisão.

	antes da 1ª intervenção	durante a 2ª intervenção	depois da 2ª intervenção
Prof. A	2 aulas	1 aula	5 aulas
Prof. B	2 aulas	1 aula	2 aulas
Prof. C	2 aulas	3 aulas	3 aulas
Prof. D (de controle)	0 aulas	2 aulas	0 aulas

Fig. 5.2 Quadro do nº de aulas observadas nos diferentes momentos da supervisão

As aulas da fase “durante a segunda intervenção” dos três professores do grupo experimental foram, sumariamente, analisadas em tempo útil para serem tidas em conta no encontro da 2ª intervenção (ver §4.4.3 - pág. 88).

Posteriormente todas as aulas foram analisadas com o auxílio do instrumento de observação que será apresentado no parágrafo seguinte.

## 5.2.3 Apresentação geral do instrumento de observação (I.O.)

O I.O. é um instrumento de análise da centralidade do ensino-aprendizagem praticado por um professor e tem por objectivo permitir avaliar em que grau o e.a. ocorrido na sala de aula está afastado ou próximo do modelo e.a. centrado r.p. em diferentes momentos da supervisão.

## Grupos de categorias do I.O.

O I.O. é constituído por quatro grupos de categorias:

Grupo I - Uso de problemas , suas características e intenções;

Grupo II - Comportamento do professor no ensino-aprendizagem quando lida com problemas;

Grupo III - Abordagem dos conceitos e estratégias de actuação do professor;

Grupo IV - Uso de tarefas-problema suas características e comportamento dos intervenientes quando lidam com elas.

Em cada grupo de categorias existem várias categorias.

## Operacionalização das categorias

Cada categoria está operacionalizada em quatro graus: o grau 1 de cada categoria corresponde ao que se passa na aula com um professor expositivo sem conhecer o modelo e.a. centrado r.p.; o grau 4 de cada categoria corresponde ao que se passa na aula com um professor que utiliza o referido modelo; os graus 2 e 3 correspondem a situações intermédias - o 2 ainda com características do grau 1 e o 3 já com características do grau 4.

O campo de observação (Estrela, .A 1986:29) consiste nas actividades desenvolvidas, nas tarefas realizadas, nos conteúdos apresentados, nos exercícios e/ou problemas apresentados e/ou resolvidos, no material utilizado, nas instruções do professor e nas interações professor-aluno ou aluno-aluno de índole pedagógica-científica.

A unidade de observação depende de cada categoria, por isso será indicado juntamente com a categoria respectiva.

## Interligação entre os grupos de categorias

Finalmente convém tornar claro que há uma interligação entre grupos de categorias e entre certas categorias e grupos de categorias (ver fig 5.3).

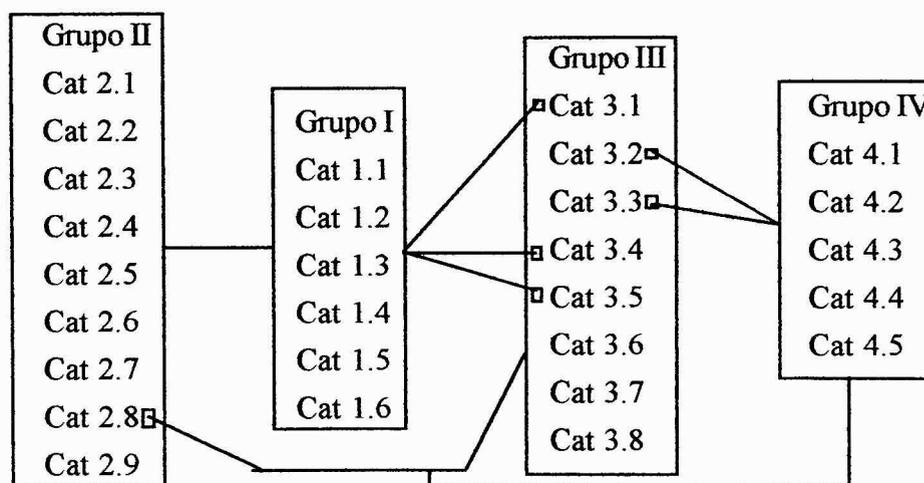


Fig 5.3 Interligação entre as categorias do I.O.

Assim, havendo registos nas categorias do grupo I deverá haver registos nas categorias do grupo II pois quando são colocados problemas o professor tem um comportamento característico ao lidar com eles.

A presença de registos nas categorias do grupo II não obriga a presença de registos no grupo III e vice-versa. Contudo, de acordo com o modelo os conceitos, podem desenvolver-se (cat 3.4) e formalizar-se (cat 3.5) a partir de problemas. Assim, registos nas categorias 4 e 5 do grupo III podem implicar a presença de registos nas categorias do grupo I e conseqüentemente no grupo II. De acordo com o modelo, os conceitos precisam de tarefas problema (grupo IV de categorias) para amadurecerem (cat 3.2) e se operacionalizarem (cat. 3.3). Finalmente a categoria 2.8, na medida em que se procura registar a forma de organizar o trabalho, pode determinar a presença de registos nas categorias dos grupos III e IV.

## 5.2.4 Instrumento de observação (I.O.)

### Grupo I de categorias.

Categoria 1.1 Para que são colocados os problemas?

Unidade de observação: Um problema no contexto da aula e entrevistas

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
São apresentados para se verificar se a matéria foi aprendida.	São apresentados para se verificar se a matéria foi aprendida e/ou como motivação para outras tarefas.	São apresentados para se verificar se a matéria foi aprendida e como tarefa de aprendizagem.	São apresentados como tarefas de aprendizagem.

Categoria 1.2 Quando são colocados os problemas?

Unidade de observação: Um problema no contexto da aula e entrevistas

Grau 1	Grau 2	Grau 3 -	Grau 4
São colocados nas aulas de problemas depois de apresentados todos os conceitos.	São colocados essencialmente depois de apresentados os conceitos ou no início do ensino-aprendizagem de determinado tópico.	São colocados indistintamente antes, durante ou depois de apresentados os conceitos.	São colocados durante o ensino-aprendizagem desde início até final.

Categoria 1.3 Por quem são formulados os problemas?

Unidade de observação: Um problema no contexto da aula

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Os problemas são formulados pelo professor e de tal modo que não deixa possibilidade de reformulação pelos alunos.	Os problemas são formulados pelo professor e aceita que os alunos formulem outros problemas sem lhes dar, contudo, importância.	Os problemas são quase sempre formulados pelo professor, mas a sua formulação permite uma reformulação pelos alunos.	Os problemas são muitas vezes propostos pelos alunos e posteriormente são reformulados pelos alunos ou pelo professor.

Categoria 1.4 Que contexto apresenta o problema?

Unidade de observação: Um problema

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Os enunciados são abstractos e/ou desligados de qualquer situação real.	Os enunciados referem-se a situações reais muito 'estilizadas'.	Os enunciados referem-se a situações reais, mas não são formulados a partir de contextos problemáticos.	Os problemas são formulados a partir de um contexto problemático ou é pedido aos alunos para o criarem.

Categoria 1.5 Tipo de problema e abordagem sugerida

Unidade de observação: Um problema

Grau 1	Grau 2 -	Grau 3 -	Grau 4
Todas as questões pedem só cálculos e são de um só passo ou a abordagem é sugerida pelo tipo e ordem das questões colocadas.	Os mesmos aspectos do grau anterior e algumas questões pedem para interpretar o problema ou as respostas das questões anteriores.	As questões são explícitas ( qualitativas e quantitativas), não sugerindo o modo e resolução.	Colocam-se questões que pressupõem uma resposta qualitativa e quantitativa e que não sugerem o modo de resolução.

Categoria 1.6 Tipo e quantidade de informação fornecida no problema

Unidade de observação: Um problema

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
No enunciado aparecem os dados na quantidade necessária e não aparece qualquer situação.	No enunciado aparece uma situação com todos os dados relativos a ela, necessários para a resolução do problema.	No enunciado aparece uma situação com dados em excesso ou em defeito.	No enunciado aparece uma situação da qual é preciso retirar os dados se os houver.

Grupo II de categorias

Categoria 2.1 Actuação do professor antes da resolução do problema.

Unidade de observação: Um problema no contexto da aula

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Não faz nem sugere uma leitura global do problema; ou não faz a articulação entre as partes do problema; ou não se assegura que os alunos tenham compreendido o problema; ou não identifica nem ajuda a identificar sub-problemas.	Faz uma leitura global do problema; ou identifica sub-problemas, mas não se assegura que o problema tenha sido compreendido.	Faz uma leitura global do problema; ou estimula a identificação pelos alunos de sub-problemas e em ambas situações assegura-se que o problema foi compreendido.	Faz uma leitura global do problema com a participação dos alunos; ou estimula a identificação de sub-problemas dando pistas se necessário e em ambos os casos verifica se cada aluno compreendeu o problema e identificou os obstáculos que têm de ser ultrapassados.

Categoria 2.2 Actuação do professor durante a resolução - quem resolve os problemas?

Unidade de observação: Um sub-prob ou problema no contexto da aula

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
O professor resolve o problema, com poucas interações dos alunos.	O professor orienta a resolução do problema.	O professor permite que os alunos pensem no problema; ou os alunos pensam no problema e esboçam a resolução.	O professor permite que os alunos resolvam o problema ou o professor discute as resoluções.

Categoria 2.3 Actuação do professor durante a resolução - viabilização de estratégias alternativas.

Unidade de observação: Um sub-prob. ou problema no contexto da aula

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Não discute diferentes estratégias, ou impõe uma só estratégia de resolução.	Aceita que existam outras estratégias, mas não as desenvolve.	Discute diferentes estratégias de resolução à posteriori.	Incentiva o aparecimento de diferentes estratégias de resolução e discute-as à posteriori.

Categoria 2.4 Actuação do professor durante a resolução - características do apoio dado.

Unidade de observação: Cada conjunto de interações durante um problema.

Grau 1 -	Grau 2 -	Grau 3 -	Grau 4 -
Não são feitos ensaios do tipo 'o que acontecerá se ...'; ou não são colocadas questões do tipo 'já resolveu algo parecido?', 'é possível reformular o problema?'; ou escreve os dados e procura as fórmulas.	Não são feitos ensaios do tipo 'o que acontecerá se ...'; ou questões do tipo 'já resolveu algo parecido?', mas pede aos alunos para identificarem os 'dados' e procurarem as fórmulas.	São feitos ensaios do tipo 'o que acontecerá se ...', mas não são feitas questões do tipo 'já resolveu algo parecido?', 'é possível reformular o problema?', mas ajuda a identificar novos sub-problemas e 'dados' relevantes.	São feitos ensaios do tipo 'o que acontecerá se ...', e são feitas questões do tipo 'já resolveu algo parecido?', 'é possível reformular o problema?' e ajuda a identificar novos sub-problemas e 'dados' relevantes.

Categoria 2.5 Actuação do professor durante a resolução - interação com os alunos.

Unidade de observação: Um sub-prob. ou problema no contexto da aula.

<p>Grau 1 - Não questiona os alunos nem responde a questões dos alunos.</p>	<p>Grau 2 Responde a questões dos alunos, mas não os questiona .</p>	<p>Grau 3 Responde a questões e questiona os alunos.</p>	<p>Grau 4 Responde a questões, questiona os alunos e propõe novos problemas ou variantes do mesmo.</p>
---	--	--	--

Categoria 2.6 Actuação do professor durante a resolução- trabalho permitido aos alunos.

Unidade de observação: Um sub-prob. ou problema no contexto da aula.

<p>Grau 1 Alunos copiam do quadro</p>	<p>Grau 2 Os alunos executam rotinas do problema, ou ouvem e respondem a perguntas.</p>	<p>Grau 3 Os alunos têm possibilidade de pensar no problema e executar rotinas.</p>	<p>Grau 4 Os alunos têm possibilidade de pensarem no problema e de o resolverem.</p>
---	---	---	--

Categoria 2.7 Actuação do professor depois da resolução do problema.

Unidade de observação: Um problema.

<p>Grau 1 - Não é feita nenhuma interpretação dos resultados quer pelo professor quer pelos alunos, nem questiona os alunos sobre o resultado.</p>	<p>Grau 2 - A interpretação dos resultados é sumária e essencialmente feita pelo professor ou questiona os alunos pontualmente sobre os resultados do problema.</p>	<p>Grau 3 - A interpretação dos resultados é feita pelo professor a partir da interpretação dos alunos; ou questiona sistematicamente os alunos sobre os resultados; ou a interpretação dos resultados é feita pelo professor e de modo completo.</p>	<p>Grau 4 D i s c u t e sistematicamente a interpretação dada pelos alunos e q u e s t i o n a sistematicamente os alunos sobre os resultados e respectiva interpretação.</p>
--	---	---	---

Categoria 2.8 Organização do trabalho.

Unidade de observação: Uma aula no conjunto das restantes e entrevista.

<p>Grau 1 - Há aulas normais e aulas de problemas e o trabalho é centrado no professor</p>	<p>Grau 2 - Há aulas de problemas e aulas normais, mas os alunos têm possibilidade de trabalhar individualmente ou em grupo ainda que sem o tempo suficiente.</p>	<p>Grau 3 - Não há uma distinção nítida entre aulas de problemas e aulas normais e os alunos têm tempo para trabalhar e individualmente ou em grupo nas actividades propostas.</p>	<p>Grau 4 - As aulas são centradas em contextos-problemáticos dos quais emergem tarefas-problema, problemas e os alunos têm tempo para trabalhar individualmente ou em grupo. Não há "aulas de problemas".</p>
--	---	--	--

Categoria 2.9 Avaliação do processo de resolução do problema

Unidade de observação: Cada conjunto de interacções durante um problema.

<p>Grau 1 - Não estimula a reflexão dos alunos, à posteriori, sobre a resolução do problema, nem acompanha, de maneira formativa, a resolução do mesmo, nem é feita uma avaliação formativa dos ganhos em termos de conceitos e em termos de processos desenvolvidos.</p>	<p>Grau 2 - Não estimula a reflexão dos alunos, à posteriori, da resolução do problema, mas ou acompanha de maneira formativa a resolução do problema ou faz uma avaliação formativa dos ganhos em termos de conceitos e em termos de processos desenvolvidos.</p>	<p>Grau 3 - Faz uma reflexão, à posteriori, da resolução do problema e acompanha, de maneira formativa, a resolução do problema e faz uma avaliação formativa dos ganhos em termos de conceitos e em termos de processos desenvolvidos.</p>	<p>Grau 4 - O professor faz sempre uma avaliação formativa durante a resolução do problema, faz uma avaliação formativa dos ganhos em termos de conceitos e em termos de processos desenvolvidos e pede aos alunos para comunicarem, depois da resolução, o que fizeram e como fizeram.</p>
---	--	---	---

## Grupo III de categorias

### Categoria 3.1 Identificação dos conceitos

Unidade de observação: Um tópico

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Os conceitos não são identificados a partir da análise de situações, mas são introduzidos de modo académico e com encaidamento segundo a lógica do conteúdo.	O professor dá exemplos para ilustrar conceitos e os conceitos são introduzidos de modo académico.	Discute-se situações para se apresentar conceitos, ou há um pequeno esforço de procurar relacionar e distinguir os vários conceitos emergentes da abordagem de uma situação.	Discute-se situações para se apresentar conceitos. Há um esforço significativo de procurar relacionar, distinguir e problematizar os vários conceitos emergentes da abordagem de uma situação.

### Categoria 3.2 Maturação dos conceitos

Unidade de observação: Um tópico/situação

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Os conceitos aclaram-se com definições.	Os conceitos aclaram-se com exemplos e/ou situações	Os conceitos aclaram-se com o planeamento de tarefas-problema com o controle do professor ou com a tentativa de estabelecer relações entre as informações da situação.	Os conceitos aclaram-se com a formulação e planeamento de tarefas-problema e formulação de problemas

### Categoria 3.3 Operacionalização dos conceitos

Unidade de observação: Um tópico/situação

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A relação entre conceitos é estabelecida com fórmulas.	A relação entre conceitos é estabelecida com fórmulas que são explicadas.	A relação entre conceitos é estabelecida qualitativa e quantitativamente através de experiências ou informações de uma dada situação.	A relação entre conceitos é estabelecida qualitativa e quantitativamente a partir das tarefas-problema.

### Categoria 3.4 Desenvolvimento dos conceitos

Unidade de observação: Um tópico.

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
O professor reforça os conceitos, ampliando-os com exemplos e contra-exemplos e/ou com a resolução de exercícios.	O professor pede exemplos e contra-exemplos para os conceitos ou discute com os alunos os conceitos ou propõe exercícios e ajuda os alunos a resolvê-los	F o r m u l a problemas fechados para ampliar os c o n c e i t o s operacionalizados e responde-lhes.	F o r m u l a problemas e deixa os alunos resolvê-los.

### Categoria 3.5 Formalização dos conceitos

Unidade de observação: Um tópico

Grau 1	Grau 2 -	Grau 3	Grau 4 -
Os conceitos foram introduzidos, ampliados e consolidados com o modelo matemático antes de o modelo físico ter sido apreendido.	Os conceitos são formalizados numa fase anterior ao modelo físico estar completamente definido.	Os conceitos são formalizados conciliando o modelo físico com o modelo matemático. Contudo o modelo matemático é posterior. Os problemas que exigem generalização dos conceitos aparecem nesta fase.	Os conceitos são formalizados conciliando o modelo físico com o modelo matemático. Os problemas que exigem generalização dos conceitos aparecem nesta fase. São apontadas as limitações de ambos os modelos.

### Categoria 3.6 Interação com os alunos

Unidade de observação: Sequência de interações professor-aluno.

Grau 1 -	Grau 2	Grau 3	Grau 4
O professor expõe, dá definições, ou estabelece relações através de fórmulas ou dá exemplos e contra-exemplos; ou responde a dúvidas.	O professor expõe, dá definições, ou estabelece relações através de fórmulas ou dá exemplos e contra-exemplos, mas questiona os alunos; ou há pequenas discussões aclarando e desenvolvendo conceitos nos alunos.	Questiona os alunos e coloca problemas; ou há pequenas discussões clarificadoras com colocação de problemas.	C o l o c a problemas ou incita os alunos a colocarem problemas ou há pequenas discussões clarificadoras antecipadas e seguidas por formulação de problemas.

### Categoria 3.7 Análise e síntese do que se aprendeu.

Unidade de observação: Um tópico ou problema.

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
É feita pelo professor uma síntese sumária no final de cada tópico.	É feita, pelo professor em interacção com os alunos, uma síntese sumária de cada tópico.	É feita uma análise das dificuldades em cada tópico, ou é feita uma análise dos conceitos envolvidos nos problemas para posteriormente se fazer uma síntese.	É feita uma análise das dificuldades das tarefas-problema e problemas e posteriormente é feita uma síntese do que se aprendeu.

### Categoria 3.8 Tarefas dadas aos alunos

Unidade de observação: Uma tarefa no contexto da aula

Grau 1 -	Grau 2	Grau 3 -	Grau 4
Ouvir, ver, escrever; ou dá pouco tempo para pensar.	Ouvir, observar e escrever; ou dá algum tempo aos alunos para pensar; ou permite que os alunos façam perguntas.	O professor dá o tempo suficiente para os alunos realizarem as tarefas de aprendizagem propostas, mas não cria as condições suficientes.	O professor cria condições materiais e afectivas para os alunos realizarem as tarefas de aprendizagem propostas.

## Grupo IV de categorias

### Categoria 4.1 Uso de tarefas-problema e por quem são formuladas.

Unidade de observação: Uma aula.

<b>Grau 1 -</b> Não são formuladas tarefas-problema.	<b>Grau 2 -</b> São todas formuladas pelo professor.	<b>Grau 3</b> São formuladas pelos alunos com apoio do professor.	<b>Grau 4</b> São formuladas essencialmente pelos alunos.
---	---	--	--

### Categoria 4.2 Como são formuladas as tarefas-problema?

Unidade de observação: Uma tarefa.

<b>Grau 1</b> São formuladas tarefas sem clareza e sem o carácter de problema.	<b>Grau 2</b> São formuladas tarefas com clareza, mas sem o carácter de problema e além disso não são desenvolvidas.	<b>Grau 3</b> As tarefas-problema são formuladas a partir de um contexto e são desenvolvidas em situação académica.	<b>Grau 4</b> As tarefas-problema são formuladas a partir de um contexto-problemático e são desenvolvidas a partir desse contexto.
---	---	--	---

### Categoria 4.3 Abordagem das tarefas-problema sugerida pelo professor.

Unidade de observação: Uma tarefa.

<b>Grau 1</b> As tarefas não são abordadas.	<b>Grau 2</b> Os alunos não executam a tarefa mas trabalham com informações ou valores fornecidos pelo professor.	<b>Grau 3 -</b> Orienta com fichas sobre o modo preciso de executar as sub-tarefas, também previamente definidas, ou orienta oralmente a execução da tarefa-problema.	<b>Grau 4</b> Orientada com fichas precisando qual (quais) o(s) problema(s) e sugerindo formas práticas de executar as tarefas.
--	--	--	--

Categoria 4.4 Abordagem, pelos alunos, das tarefas-problema

Unidade de observação: Uma tarefa.

<p>Grau 1 Não executam tarefas.</p>	<p>Grau 2 Executam tarefas de rotina ou acompanham o raciocínio do professor.</p>	<p>Grau 3 Pedem ajuda sistematicamente e/ou executam as tarefas sem formularem hipóteses e com um plano de execução pouco claro.</p>	<p>Grau 4 Procuram identificar sub-tarefas executando-as a partir de hipóteses e de um plano de execução.</p>
---	---	--	---

Categoria 4.5 Estabelecimento das relações entre os conceitos

Unidade de observação: Uma tarefa no contexto da aula.

<p>Grau 1 - Não é feita.</p>	<p>Grau 2 - É feita pelo professor ilustrando com valores ou gráficos.</p>	<p>Grau 3 - É feita essencialmente pelo professor, em discussão com os alunos, a partir dos resultados das tarefas executadas.</p>	<p>Grau 4 - É feito pelos alunos com o controle do professor a partir dos resultados ou das informações das tarefas-problema.</p>
----------------------------------	--	--	---

## **5.3 Instrumentos sobre a variável “desempenho dos alunos na resolução de problemas”**

### **5.3.1 Instrumento de observação de alunos (I.O.A.)**

#### Descrição geral do I.O.A.

O I.O.A. consiste em três testes (ver apêndice C) administrados aos alunos em três momentos distintos, a saber: o pré-teste, imediatamente antes de se abordar a unidade tendo em conta o modelo de e.a. centrado na r.p.; o pós-teste1 imediatamente após ter sido abordada essa unidade; o pós-teste2 cerca de um mês e meio, a 2 meses (conforme o professor) depois de ter acabado a referida unidade.

Cada teste tinha instruções para os alunos e foram iguais em todos os testes. Cada teste era constituído por um exercício (problema1) e dois problemas (problema2 e problema3). Optou-se por chamar ao teste, trabalho, para evitar conotações com qualquer avaliação formal e por chamar ao exercício, problema, para não lançar confusão terminológica nos alunos, nem lhes induzir inibição na resolução dos problemas.

Aos professores também foi dada uma folha de instruções sobre os procedimentos a ter com cada teste. As folhas de instruções foram iguais para todos os testes (Ver apêndice C).

Os exercício e problemas de cada teste foram administrados no fim de uma unidade e podiam ser resolvidos usando apenas os conteúdos das unidades que findaram: da “Cinemática” para o pré-teste, “Forças e Movimento” para o pós-teste1 e “Impulso e Quantidade de Movimento” para o pós-teste2.

#### Validação do I.O.A.

Apesar dos conteúdos serem diferentes procurou-se assegurar que todos os exercícios (problema1) tivessem o mesmo grau de dificuldade, os problema 2 de todos os testes tivessem o mesmo grau de dificuldade e o mesmo acontecendo para os problema3 de todos os testes. Este aspecto da validade do I.O.A. foi assegurado pela consulta de três professoras do ensino secundário com bastante experiência e de reconhecida competência em duas fases: análise da 1ª versão dos testes e mais tarde através de um diálogo entre o autor e as referidas professoras do qual resultou a versão que se apresenta no apêndice C. O mesmo painel de juizes considerou outros aspectos da validade externa, assim como aspectos da validade interna (Damas, M.J. & al 1985:63-71).

## Opções feitas relativamente ao I.O.A.

### Porque é que, nos testes, não se utilizaram apenas problemas?

De facto, em cada teste era proposto um exercício para além dos problemas, para se estudar o desempenho dos alunos na resolução de exercícios. Gil Perez & al (1988:142) apresentam resultados sobre o desempenho dos alunos em “problemas habituais” (aqui designados exercícios) evidenciando diferenças significativas entre alunos sujeitos a um ensino cuja resolução de problemas é baseado num modelo investigativo e outros alunos que não estiveram sujeitos a tal ensino. É, pois, de esperar que o efeito de um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problemas se faça sentir também no desempenho dos alunos na resolução de exercício (ver §3.3).

### Porque razão se utilizaram nos testes dois problemas em vez de um?

Os problemas têm, por um lado, um grau de dificuldade considerável e por outro lado cada um está ligado a um contexto particular. Por tudo isto pode dar-se o caso de alguns alunos não conhecerem um determinado contexto e por isso dois problemas permitem minorar esta dificuldade uma vez que é possível, à posteriori, escolher a melhor prestação de cada aluno nos problemas 2 e 3 de cada teste.

### Por que razão os testes têm problemas sobre conteúdos diferentes?

Há sobretudo duas razões: uma de natureza metodológica e outra da própria natureza da r.p.. Os alunos poderiam, se fosse sempre aplicado o mesmo teste, nos três momentos, melhorar os resultados obtidos só por esse facto. A circunstância dos testes serem diferentes é para eliminar esse efeito designado de “testagem” (Jesuino, J. C. 1986:219) como factor de ameaça à validade interna.

Por outro lado, estudos recentes, Robertson, W. (1990:270) entre outros, têm afirmado a importância dos conhecimentos de um domínio específico na resolução de problemas como mais determinante que as capacidades gerais de heurística na resolução de problemas. Ainda mais recentemente Swanson, H & al (1991:70) concluíram que a capacidade de resolver problemas está fracamente correlacionada com o Q.I., mas muito correlacionada com o domínio de um determinado

assunto. Desta forma e em conformidade com estes estudos, os testes não deveriam ser gerais, mas incidir sobre um conteúdo - um conteúdo que tivesse sido abordado pelos alunos anteriormente.

Há portanto a noção clara que as capacidades que este instrumento pretende medir (adiante enunciadas) não são gerais e estão associadas a determinado conteúdo. Por isso o I.O.A. medirá capacidades relacionadas com a resolução de problemas que determinado ensino-aprendizagem de um assunto desenvolveu.

Note-se que os exercícios e problemas de cada teste não eram do conhecimento quer dos alunos quer dos professores.

### **5.3.2 Instrumentos de análise do I.O.A.**

#### **Categorias de análise do I.O.A.**

O I.O.A. pretende medir, com as salvaguardas atrás indicadas, a variável “desempenho dos alunos na r.p.” através das categorias:

1. **Apetência dos alunos para resolver exercícios e/ou problemas;**
2. **Processo de resolução dos exercícios e dos problemas;**
3. **Capacidade global de resolver exercícios e/ou problemas, com quatro sub-categorias:**
  - 3.1 **capacidade de identificar os exercícios e/ou problemas;**
  - 3.2 **capacidade de converter o exercício e/ou o problema;**
  - 3.3 **capacidade de executar os algoritmos ou os planos de resolução;**
  - 3.4 **capacidade de avaliar os resultados e o processo.**

#### **Estrutura de análise do I.O.A.**

Este instrumento consiste na apresentação de indicadores da presença de cada categoria em estudo nos seus diferentes graus de manifestação.

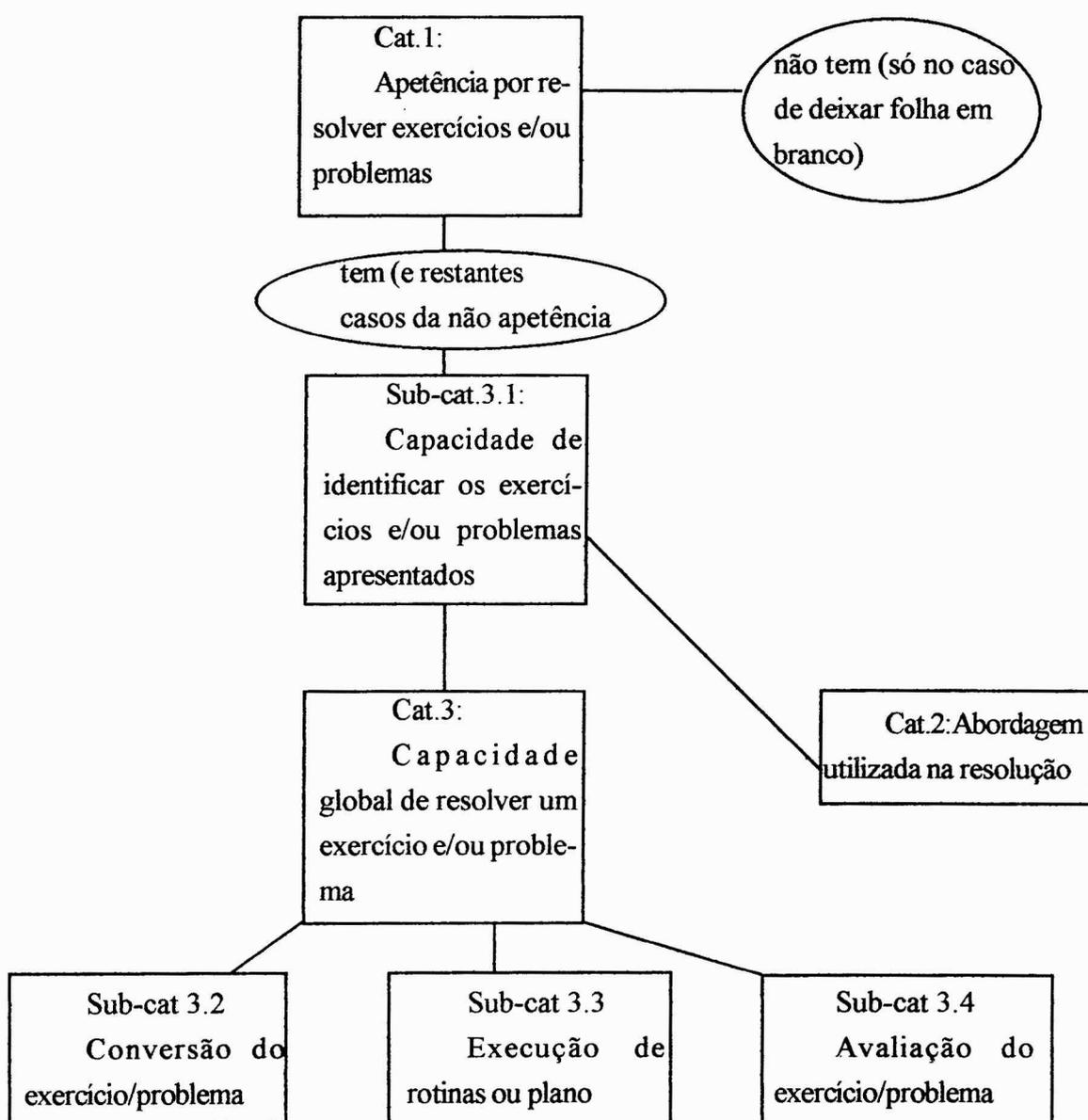
A estrutura de análise do I.O.A. é feita através das categorias indicadas e pela sequência indicada na fig. 5.4 .

Assim a categoria 1 tem duas alternativas (tem ou não tem); a sub-categoria 3.1 tem 5 graus; a categoria 2 tem 5 graus.

A categoria 3 apesar de ter 4 sub-categorias é medida pelas 3 últimas sub-categorias num total de 10 pontos. A conversão de problemas contribui com um total

de 5 pontos (conversão do exercício é apenas de 3 pontos); a execução de rotinas ou plano contribui com um máximo de 3 pontos para problemas e de 5 pontos para exercícios; a avaliação do exercício/ problema contribui com um máximo de 2 pontos.

Deve ficar claro que optamos por: a) atribuir o mesmo número de pontos à capacidade global de resolver exercícios e à capacidade global de resolver problemas; b) valorizar a maior importância relativa da conversão do problema face à conversão do exercício reconhecida pela literatura (ver pág. 16) e c) consequentemente em face da opção a) valorizar mais a execução de rotinas no exercício que a execução do plano no problema.



### 5.3.2.1 Apetência dos alunos por resolver exercícios e/ou problemas

Esta categoria pretende medir se um aluno tem ou não tem apetência para resolver exercícios/ problemas, isto é, se se dispõe a escrever algo relevante sobre o exercício/ problema, por mais inacessível que seja para si o problema. Esta será uma maneira, por ventura mais directa, de estudar os alunos que abandonam os problemas (Gil Perez & al, 1988:142).

A hipótese C1 (ver §3.3.1) será estudada directamente com a análise dos resultados obtidos com esta categoria.

No quadro seguinte apresentam-se indicadores para cada um dos aspectos da categoria.

Cat 1: Apetência do aluno por resolver exercícios e/ou problemas

<u>Não tem apetência</u>	<u>Tem apetência</u>
Deixa a folha em branco; ou Declara que não sabe resolver; ou Não entende o problema; ou Escreve algo totalmente irrelevante para a resolução do problema.	Escreve algo mais ou menos relevante para a resolução do problema.

Para se compreender melhor o que significam os indicadores de “não tem apetência para resolver exercícios e/ou problemas” veja-se apêndice D onde são mostrados exemplos.

### 5.3.2.2 Capacidade de identificar os exercícios e/ou problemas

Esta categoria pretende medir em que grau o aluno, perante um exercício e/ou problema reconhece a diferença entre o que sabe e o que é pretendido (Bodner, G. & al 1986:730) e que a situação é problemática (Garret, 1987:128). Essa capacidade pode manifestar-se em aspectos tais como: reformular o problema (Cheung, K.C. & al 1991:27), identificar sub-problemas (Valente, M.O. & al 1989:72), mostrar que sabe exactamente o que é pedido (Kramers-Pall & al 1988:512), identificar informação relevante do contexto (Gil-Perez & al 1988:135), identificar a informação em falta (Watts & al, 1989:102), fazer simplificações para poder resolver o

problema (Stewart & al, 1991:110) e colocar questões (Gil-Perez & al, 1990:43).

Esta sub-categoria está directamente relacionada com o estudo da hipótese C2 (ver §3.3.1).

No quadro seguinte apresentam-se os indicadores para cada grau da categoria em estudo.

### Sub cat 3.1: Capacidade de identificar os exercícios e/ou problemas

<p><b>Grau1 (não identifica o problema)</b></p> <p>Declara que não sabe resolver ou que não entende o problema; ou Não sabe o que é pedido nem tem uma ideia geral da situação; ou Não identifica nenhuma informação relevante do contexto a partir do qual é formulado o problema.</p>
<p><b>Grau 2 (identifica o problema de modo muito deficiente)</b></p> <p>Revela não ter compreendido qual é o problema que está subjacente na(s) questão(ões) posta(s), embora escreva algo relacionado com o problema; ou Identifica parte da informação relevante do contexto, mas não a utiliza, ou fá-lo de modo incorrecto.</p>
<p><b>Grau 3 (Identifica o problema de modo sofrível)</b></p> <p>Revela ter compreendido de forma parcial qual é o problema, mas não identifica totalmente a distância entre o que se sabe e o que se pretende saber; ou Identifica parte da informação relevante do contexto e utiliza-a correctamente.</p>
<p><b>Grau 4 (Identifica bem o problema)</b></p> <p>Identifica toda a informação relevante do contexto e usa-a correctamente, mostrando ter uma boa ideia geral da situação; ou Reformula o problema colocando questões, fazendo simplificações.</p>
<p><b>Grau 5 (Identifica muito bem o problema)</b></p> <p>Identifica toda a informação existente no contexto bem como aquela de que necessita e que falta, mostrando ter uma boa ideia geral da situação; ou Reformula o problema colocando questões ao mesmo tempo que identifica sub-problemas.</p>

Nota: na resolução dos exercícios consideramos que não se utiliza o grau 5 da capacidade de identificar exercícios e/ou problemas por razões que se prendem com os próprios indicadores do grau em causa.

Para se compreender melhor o que significam os indicadores para cada grau veja-se o apêndice D onde são mostrados exemplos de respostas de alunos.

### 5.3.2.3 Abordagem utilizada na resolução de exercícios e/ou problemas

Esta categoria pretende medir a evolução dos alunos relativamente ao uso de uma abordagem da r.p. operativista por comparação com a abordagem de um problema e/ou exercício como processo de pesquisa (Gil-Perez & al, 1988:135).

A busca de uma abordagem adequada para a resolução de um problema (Schoenfeld, 1982:37) é um aspecto importante da resolução de problema e com bastante tradição da investigação em r.p. (Borassi, R. 1986:132).

Apesar de uma abordagem de um problema estar potencialmente mais próxima de um contexto de pesquisa que a abordagem de um exercício, seria de esperar, de acordo com Gil-Perez & al (1988:139-140), que os alunos não caíssem em operativismos cegos mesmo em exercícios, depois de terem estado a trabalhar com um e.a. centrado em r.p..

Face a isto, esta categoria para além de estar relacionada com a hipótese C4 (ver §3.3.1) também está relacionada com o estudo pormenorizado da hipótese B (ver §3.2.1).

No quadro seguinte apresentam-se os indicadores para cada grau da categoria em estudo abreviadamente designada por “processo de resolução”.

#### Cat 2: Processo de resolução

##### Grau 1 (Operativismo cego)

Regista dados, escreve fórmulas, desenvolve cálculos e não escreve nada (ou escreve pouco); ou

Afirma que não tem dados, não explicando como poderia ultrapassar essa dificuldade.

<p><b>Grau 2 (Operativismo)</b></p> <p>Regista dados, escreve fórmulas, desenvolve cálculos e escreve algo significativo para aclarar o que pensa; ou</p> <p>Afirma que não tem dados, mas procura explicitar um raciocínio relevante sobre o problema.</p>
<p><b>Grau 3 (abordagem insípida num contexto de pesquisa)</b></p> <p>Formula explícita ou implicitamente hipóteses que facilitem ou conduzam a uma solução, mas o seu número é insuficiente para o problema em causa ou não são totalmente relevantes ou não estão justificadas.</p>
<p><b>Grau 4 (Boa abordagem num contexto de pesquisa)</b></p> <p>Expõe o que entende do problema, formula hipóteses explícita ou implicitamente em qualidade e quantidade suficientes para conduzir a uma solução do problema.</p>
<p><b>Grau 5 (Abordagem muito boa num contexto de pesquisa)</b></p> <p>Faz uma avaliação do problema de acordo com as hipóteses que formula e os planos que traçou e refaz a resolução se necessário.</p>

Para que se compreenda melhor cada grau desta categoria veja-se, no apêndice D, exemplos de graus obtidos por alunos.

#### **5.3.2.4 Capacidade global de resolver um exercício e/ou problema**

Esta categoria pretende medir, de maneira global, o que cada aluno fez ao resolver um exercício e/ou problema:

-Se identifica o algoritmo a utilizar ou tratando-se de um problema, converte o problema tornando-o inteligível para si, identificando metas reduzindo a um ou mais sub-problemas (Gil-Perez & al 1990:143), formulando hipóteses mais ou menos

explícitas e devidamente fundamentadas para poder avançar na resolução e em face disto planifica o processo de resolução de problemas (Kramers-Palls & al 1988:512).

-Se utiliza correctamente o algoritmo identificado ou segue com correcção o plano traçado, chegando a resultados (Kramers-Palls & al 1988:512).

-E finalmente se avalia os resultados aceitando, quando for caso disso, uma revisão da análise do problema, das hipóteses e do próprio plano.

O estudo desta capacidade está directamente relacionado com o estudo da hipótese C3 (ver §3.3.1) e, de um modo geral, com a hipótese C (ver §3.3.1).

De acordo com Charles & al (1986:65) no estudo desta capacidade utilizou-se uma técnica de avaliação holística usando uma escala analítica.

## Apresentação das sub-categorias de 'capacidade global de resolução de problemas'

Esta categoria está subdividida em 4 sub-categorias mas apenas 3 delas concorrem para a contabilização total da pontuação do exercício e/ou problema, uma vez que a capacidade de identificar os problemas pode ser considerada uma sub-categoria da sub-categoria “conversão do exercício e/ou problema”.

### Sub-cat 3.2: Conversão do exercício e/ou problema.

Inclui a análise do problema, a reformulação do problema, a identificação da informação existente e em falta, a elaboração de hipóteses e elaboração de um plano de resolução.

No exercício esta tarefa está mais facilitada pois trata-se apenas de identificar o algoritmo e as fases de resolução. Contudo os exercícios podem tornar-se verdadeiros problemas para alunos particulares (Johsua & al 1991:292) (corresponde ao conceito de problema local de Garrett (1987:133)) o que, de qualquer modo, não é possível de detectar com esta metodologia. A conversão de um problema, na acepção que demos, é a fase da resolução onde os alunos encontram mais dificuldades (Kramers-Palls & al 1988:512), aquela que exige maior número de processos sobretudo se o problema não é resolúvel através de algoritmos conhecidos (idem:515) e é, como também afirma Garrett (1987:128), a fase mais importante da resolução. Bodner & al (1986:730) chamam a atenção que o aluno para converter o problema tem mesmo de o “reestruturar ou transformar”

num problema em que reconheça o estado inicial e o estado a que se quer chegar. Convém tornar claro que a conversão do problema, na acepção que lhe damos, pressupõe a identificação do problema, mas ultrapassa-a na medida em que é necessário uma transformação do problema até ele ficar exequível para o aluno.

De acordo com o que se disse a pontuação que se atribuiu à conversão do problema é de 0 a 5 pontos e para a conversão do exercício é de 0 a 3 pontos.

### Sub-cat 3.3: Execução dos algoritmos ou dos planos de resolução

Esta parte da resolução inclui a execução das rotinas ou fases de resolução, cálculos, apresentação do resultado. De acordo com Kramers-Palls & al (1988:512), nesta fase da resolução, os alunos cometem muitos erros em cada um dos aspectos mencionados.

Na resolução de exercícios esta é a parte mais visível e daí atribuímos a pontuação de 0 a 5 para exercícios e de 0 a 3 para problemas.

### Sub-cat 3.4: Avaliação dos resultados e do processo.

Esta parte da resolução quase nunca é feita tal como refere Kramers-Palls & al (1988:512) provavelmente devido a uma habituação de professores e alunos resolverem exercícios e mesmo problemas por um caminho seguro que não necessita de avaliação. Muitos investigadores desde Polya (1945:14 e ss) têm chamado a atenção para a importância e necessidade de se fazer uma avaliação quer do resultado, quer do caminho seguido. Em particular Gil-Perez & al (1988:135 e 137-8) sugerem pistas concretas para a análise de resultados de problemas de Física. Esta avaliação passa por uma discussão do domínio de validade do resultado, pela discussão da plausibilidade do resultado obtido, pela “lógica” das equações a que se chegou, pela análise da lógica do processo seguido, pelo confronto do resultado com as hipóteses formuladas, etc..

A pontuação obtida nesta sub-categoria é de 0 a 2.

Deve notar-se que apesar das subcategorias terem uma ordem lógica, na resolução de um problema o resolvidor pode não apresentá-las por esta ordem lógica. O processo é bastante mais complicado do que a representação que fazemos dele, agravada pela possibilidade do aluno fazer avaliações implícitas.

## Quadro dos indicadores de cada sub-categoria

A seguir apresentamos em quadro os indicadores de cada sub-categoria e respectiva pontuação.

### Sub-cat 3.2: Conversão do Exercício

<b>Zero pontos</b> Não identifica fórmulas relevantes, nem fases de resolução.
<b>Um ponto</b> Escreve algumas fórmulas relevantes; ou Revela ter entendido mal o que se pretende.
<b>Dois pontos</b> Escreve todas as fórmulas relevantes e revela não saber todas as fases necessárias para a resolução ou revela não ter entendido totalmente o que é pedido.
<b>Três pontos</b> Escreve todas as fórmulas relevantes e escreve ou revela saber todas as fases de resolução.

### Sub-cat 3.2: Conversão do problema

<b>Zero pontos</b> Não identifica o problema (grau 1 de sub-cat 3.1)
<b>Um ponto</b> Tem consciência que o problema não tem rotinas padrão, mas não passa daí; ou Só parte da informação é identificada e é mal usada.
<b>Dois pontos</b> Faz uma análise do problema com os seus conhecimentos; ou Identifica e usa só a informação do contexto e não a que falta; ou Confunde ideias quando está a tentar converter o problema; ou Não formula hipóteses implícitas ou explícitas e/ou não faz explorações.

### Três pontos

Elabora uma ou outra hipótese; ou  
Faz uma análise da situação relevante; ou  
Faz explorações bastante insípidas.  
(Em qualquer caso não apresenta um caminho de resolução consistente)

### Quatro pontos

Elabora algumas hipóteses justificadas; ou  
Faz explorações incompletas mas que desenvolvidas levariam a uma solução.  
(Vislumbra um caminho de resolução, mas não o desenvolve)

### Cinco pontos

Elabora hipóteses, relativamente à informação existente e não existente, traçando um plano das fases de resolução ou revela que o tem subjacente; ou  
Faz explorações que conduzem a um caminho apresentando a sua justificação e faz simplificações justificadas.

## Sub-cat 3.3: Execução do algoritmo (exercício)

### Zero pontos

Não executa nenhum cálculo nem apresenta nenhum resultado.

### Um ponto

Executa alguns cálculos e não apresenta resultados; ou  
Apresenta resultado errado sem cálculos; ou  
Apresenta resultado errado resultante de erros conceptuais e de cálculo graves.

### Dois pontos

Executa quase todos os cálculos e não apresenta resultado; ou  
Apresenta resultado correcto sem cálculos, nem explicação; ou  
Apresenta resultado errado resultante de erros conceptuais; ou  
Se a resposta não exige cálculo apresenta muitas deficiências e erros; ou  
A resposta está muito incompleta.

<p><b>Três pontos</b></p> <p>Executa quase todos os cálculos necessários e apresenta resultado incorrecto devido a procedimento correcto mas incompleto; ou</p> <p>Apresenta o resultado como fruto de discussão teórica; ou</p> <p>Apresenta resultado incorrecto devido a alguns erros de procedimento e/ou conceptuais; ou</p> <p>Apresenta algumas deficiências e erros, se a resposta não exige cálculo.</p>
<p><b>Quatro pontos</b></p> <p>Apresenta resultado errado, devido a erro de contas, mas justificado por procedimento correcto e completo; ou</p> <p>Apresenta o resultado como fruto de uma discussão devidamente justificada; ou</p> <p>Apresenta resultado correcto, como consequência do procedimento, mas com justificação incompleta; ou</p> <p>Apresenta resultado incompleto se não se exige cálculos.</p>
<p><b>Cinco pontos</b></p> <p>Apresenta o resultado correcto, completo e justificado.</p>

### Sub cat 3.3: Execução do plano (problema)

<p><b>Zero pontos</b></p> <p>Não executa nenhum plano nem apresenta nenhum resultado.</p>
<p><b>Um ponto</b></p> <p>Desenvolve só uma fase de resolução não apresentando resultado; ou</p> <p>Apresenta resultado sem justificação; ou</p> <p>Apresenta resultado errado devido a erros de cálculo e conceptuais graves; ou</p> <p>Dá uma ideia global do resultado sem concretizar.</p>
<p><b>Dois pontos</b></p> <p>Desenvolve alguns procedimentos não apresentando resultados; ou</p> <p>Apresenta resultado como fruto de uma razoável discussão; ou</p> <p>Apresenta resultado correcto de acordo com a conversão do problema se esta tiver sido deficiente.</p>

**Três pontos**

Desenvolve a maior parte dos procedimentos para chegar a um resultado, ou  
Apresenta o resultado devidamente justificado.

**Sub-cat 3.4 Avaliação dos resultados**

**Zero pontos**

Não discute resultado nem processo.

**Um ponto**

Discute resultado de maneira insatisfatória.

**Dois pontos**

Discute o resultado e processo de maneira satisfatória.

Para que se compreenda melhor cada pontuação de cada sub-categoria veja-se no apêndice D exemplos de respostas.

A pontuação máxima possível em cada exercício e/ou problema é de 10 pontos.

# *Cap 6*

## *Resultados*

*6.1 Resultados relativos à variável  
"supervisão"*

*6.2 Resultados relativos à variável  
"centralidade do e.a. em r.p."*

*6.3 Resultados relativos à variável  
"desempenho dos alunos em r.p."*

## **6.1 Resultados relativos à variável “supervisão”**

### **6.1.1 Resultados por categorias**

Os resultados desta variável são de natureza descritiva e resultam de uma análise de conteúdo de diferentes materiais tal como foi referido no §5.1.1. Por uma questão de sistematização apresentamos os resultados para cada sub-categoria.

**Cat 1: Impacto da supervisão nas percepções, atitudes e documentos produzidos pelos professores**

**1.1 Percepção do professor relativo ao seu saber declarativo sobre a r.p. /modelo**

a) Nenhum dos professores do grupo experimental (A, B e C) manifesta, durante a 1ª intervenção, dificuldades na terminologia do modelo e é neste período que todos os professores usam maior número de termos oriundos do modelo. Há, no entanto, alguns conceitos cujos termos nunca são usados pelos professores tais como: operacionalização dos conceitos, generalização dos conceitos.

b) “Durante e depois da 2ª intervenção” todos os professores apontam dificuldades no domínio de determinados conceitos do modelo.

**1.2 Percepção do professor relativamente ao seu saber-fazer sobre o modelo.**

a) A percepção do saber-fazer, para todos os professores do estudo, vai aumentando à medida que a supervisão decorre e quanto mais se envolvem, mais nítidas são as dificuldades que sentem.

b) Cada professor tem, no final, a percepção que o seu saber-fazer é inferior ao que o modelo exige.

### 1.3 Percepção do professor relativamente às suas necessidades de formação.

a) Todos os professores do estudo afirmam que a implementação do modelo requer mais reflexão e mais formação específica na área da Física, além de requerer mais trabalho e uma preparação cuidada das aulas e dos materiais de apoio.

### 1.4 Percepção do professor relativamente ao impacto do modelo nos alunos

a) No início (“durante e depois da 1ª intervenção”) todos os professores do estudo consideram que a implementação do modelo vai permitir ao aluno o desenvolvimento de capacidades tais como criatividade, “desbloqueamento do pensamento rígido”, espírito crítico, “raciocínio mais agressivo e científico”, “relacionar conceitos e fenómenos com coisas do dia-a-dia”. Os professores B e C são os que esperam mais do modelo quanto ao impacto nos alunos. O professor B pensa que os alunos com grandes dificuldades de aprendizagem serão prejudicados.

b) O professor C, “durante a 2ª intervenção”, afirma que os alunos entram em competição para formularem mais hipóteses e mais problemas.

c) “Depois da 2ª intervenção”, todos os professores têm muitas dúvidas quanto ao verdadeiro impacto nos alunos. Todos os professores referem resistências de alguns alunos à implementação do modelo, no entanto reconhecem que os alunos fracos evoluíram durante o processo, de maneira positiva, no que diz respeito ao seu aproveitamento, embora essa apreciação não seja congruente com a classificação que lhes foi atribuída.

### 1.5 Percepção dos professores relativamente à aplicabilidade do modelo ao ensino de qualquer unidade.

a) Todos os professores consideram “durante e depois da 1ª intervenção” que o modelo é aplicável a qualquer unidade. Apenas o professor C condiciona essa aplicabilidade à disponibilidade do professor.

b) “Durante e depois da 2ª intervenção” os professores B e C condicionam a aplicabilidade do modelo ao tipo de tópicos programáticos e tendem a achar um meio termo entre o “convencional e o modelo”. O professor A acha que o modelo “nos tempos que correm é lírico”.

## 1.6 Adequação dos documentos de trabalho, produzidos pelos professores ao modelo.

a) Ao nível da avaliação praticada pelos professores, pela análise dos testes, não parece ter havido alteração sensível. Os testes continuam a ser feitos à base de exercícios. No entanto há um esforço nítido dos professores B e C para introduzirem situações não académicas para formularem problemas.

b) Ao nível das situações a partir das quais se constrói o contexto problemático, elas são estranhas antes da supervisão se ter iniciado. Os professores B e C são os mais proficuos no arranjo de situações.

c) Todos os professores do estudo tentaram formular problemas para serem resolvidos na aula, mas fizeram-no em pouca quantidade (professor A - 1 problema; professor B - 2 problemas; professor C - vários exercícios com situações não inteiramente académicas).

d) O material produzido pelo professor D (controle) não revela sinais de conhecer o modelo nem tem uma perspectiva de problema como a que aponta o modelo.

## 1.7 Adequação da planificação de uma unidade ao modelo

a) Os professores A e B fizeram uma planificação mais cuidada “depois da 1ª intervenção”. “Antes da 1ª intervenção” trata-se mais de uma calendarização do que uma planificação. A planificação dos professores A e B evoluiu de “antes da 1ª intervenção” para “depois da 1ª intervenção” essencialmente com a introdução das noções de contextos, conceitos-chave, problematização dos contextos. As tarefas-problema e problemas não são planificados, os objectivos não são definidos.

b) O professor C faz habitualmente planificações cuidadas. A sua planificação evoluiu de “antes da 1ª intervenção” para “depois da 1ª intervenção” essencialmente com a introdução das noções de conceitos-chave, mapa conceptual e contextos. Os objectivos que este professor define não contemplam os que se referem ao desenvolvimento de capacidades.

c) O professor D faz uma planificação bem cuidada mas não há evolução de “antes da 1ª intervenção” para “depois da 1ª intervenção”. A sua planificação é caracterizada por ser uma planificação aula a aula. Há, nitidamente, a preocupação de apresentar aulas para exposição de conceitos recheadas de exemplos elucidativos simples, algumas questões e apresentação de aulas de exercícios de aplicação de conceitos.

## 1.8 Reconhecimento de que o professor pode alterar o estado geral de dificuldades sentidas pelos alunos na resolução de problemas.

a) Nas planificações dos professores A e B não se nota que o professor pode fazer algo para minorar as dificuldades dos alunos na r.p..

Na planificação do professor C há um objectivo que indicia o reconhecimento de que o professor pode fazer algo para minorar as dificuldades sentidas pelos alunos na r.p.: “...o aluno deve progressivamente utilizar a linguagem matemática”.

b) Todos os professores do estudo reconhecem, “durante a 1ª intervenção”, que é possível fazer algo para ajudar os alunos. Por exemplo o professor A diz “...criando situações em que o aluno não desista logo e criando atmosfera de envolvimento facilitando a aprendizagem dos alunos”. No entanto “depois da 2ª intervenção” o professor A aparentemente afirma que o professor tem pouca intervenção (“o aluno fraco é aquele que tira más notas; o aluno bom é aquele que consegue ir além do que ensinamos”). Por outro lado o professor C identifica dificuldades ao trabalho do professor (“os alunos estão habituados a memorizar”, “os melhores alunos são incapazes de perceber um problema”. O professor B reconhece que afinal “os piores alunos” beneficiaram com implementação do modelo ao contrário do que afirmara “durante a 1ª intervenção”.

c) Relativamente ao professor D nota-se a preocupação, na planificação correspondente a “antes da 1ª intervenção”, de dar um processo de os alunos resolverem problemas preconizando o “uso de fórmulas só para se chegar a um resultado”, reconhecendo implicitamente que pode fazer algo.

## 1.9 Atitude do professor relativamente ao modelo

a) A atitude dos professores do estudo em relação ao modelo, materializada na planificação, traduz-se no uso de certos termos do modelo. As noções mais importantes ao modelo são referidas pelos professores A e B, embora não devidamente exploradas e no professor C apenas a noção de contexto é usada.

b) A atitude manifesta nas avaliações dos professores do estudo evolui de uma enorme expectativa (“vou gostar de o aplicar”-professor A; “promove o desenvolvimento das capacidades dos alunos...”-professor B; “incentiva os alunos”-professor C), para uma expectativa mais reduzida (“este processo nos dias de hoje é lírico”-professor A; “vou tentar conciliar os dois processos: o convencional e o modelo”-professor B; “vou tentar achar o meio termo entre o convencional e o modelo”-professor C). O professor A é dos três professores do estudo o que

ficou mais decepcionado.

c) Os professores B e C aderiram bem ao modelo, apenas querem libertar-se de “mais trabalho e preparação”-professor B e de exigência de “disponibilidade para preparar o material”-professor C.

d) O professor D (controle) não apresenta indícios de que conheça o modelo.

## Cat 2: Passagem do saber declarativo ao saber contextual

### 2.1 Dificuldades sentidas na implementação do modelo

a) “Durante a 1ª intervenção” todos os professores declararam que iriam ter dificuldades de implementação do modelo. Os professores A e B apontam causas internas (“precisamos de aprender novamente a dar aulas”-professor A; “sinto-me ligeiramente apreensivo porque o modelo é completamente diferente do tradicional”-professor B). O professor C para além de referir causas internas, aponta sobretudo causas externas (“a turma é muito fraca”).

b) “Durante e depois da 2ª intervenção” todos os professores do grupo experimental sentiram que havia dificuldades a que se atribui quatro origens:

i - compreensão de conceitos do modelo e a sua tradução em prática docente como por exemplo: como explorar conceitos a partir de uma situação, como criar contexto problemático, como usar na sala de aula ou fora da sala de aula tarefas-problema, como fazer a avaliação (só o professor C), como formular problemas, como distinguir tarefa-problema de problema, como gerir o tempo, o que é a fase simbólica;

ii - gestão do tempo na sala de aula e fora da sala de aula para preparação de material; o professor C atribui esta origem a problemas de exequibilidade do modelo;

iii - exteriores aos professores e ao modelo tais como resistência dos alunos, falta de estímulo, aos professores, pelo sistema educativo;

iv - o processo de supervisão deveria ter começado a tempo dos professores implementarem as aulas logo no início do ano lectivo.

### 2.2 Emergência de teorias privadas

a) A emergência de teorias privadas só tem algum sentido “durante e depois

da 2ª intervenção” uma vez, que até aí os professores estavam a tomar contacto, pela 1ª vez; com alguns aspectos da r.p. e do modelo.

b) A noção que os professores do estudo têm de alguns conceitos do modelo não é propriamente uma teoria privada mas sim um fraco domínio dos conceitos. Estão neste caso: o conceito de contexto problemático que aparece reduzido à noção de situação potencialmente problemática, nas planificações e nos chamados “contextos”; o conceito de problema que aparece na maioria dos casos como exercício apenas com a introdução de situações menos académicas, nos testes de avaliação e fichas de trabalho; o conceito de tarefa-problema que está reduzido à noção de tarefa que os alunos têm de executar sem a componente de problema nem de estabelecimento da relação operacional entre conceitos.

c) Outras noções correspondem a teorias privadas:

i - A avaliação é tida como estranha ao modelo, não tendo que ser modificada - professores A e B.

ii - Confundir problemas com questões de retórica na medida em que os professores (todos) colocam as questões e respondem-lhes quase imediatamente.

iii - Encarar a formulação de hipóteses como motivação quer no planeamento de tarefas-problema, quer na resolução de problemas (professores A e B).

iv - A dispersão dos alunos quando realizam ‘tarefas-problema’ é devido à própria natureza das tarefas-problema (todos os professores).

v - Pensar que a formulação de problemas é tarefa exclusiva dos alunos - professor C.

vi - Optar por não problematizar uma situação potencialmente problemática na convicção que basta apresentar uma situação para que se torne contexto-problemático - todos os professores.

vii - Manifestar alguma convicção que o professor pode fazer pouco para ajudar os alunos a aprenderem.

### 2.3 Dificuldade de conciliar o saber-fazer de cada professor com os seus conhecimentos sobre o modelo.

a) Inicialmente todos os professores reconhecem que vai haver dificuldades de conciliar o seu saber-fazer com os conceitos do modelo. Os professores A e B falam de complexidade do processo e o professor C fala da necessidade de tempo de interiorização.

b) Quando termina a 2ª intervenção todos os professores falam de dificuldades de conciliar a sua experiência com o modelo. Os professores A e C falam de testar,

à sua maneira, o modelo (“quero testar a mim mesma determinados aspectos do modelo”-professor C; “só consigo interiorizar quando faço à minha maneira” - professor A).

c) As outras dificuldades estão ligadas ao não crescimento dos conceitos e às teorias privadas emergentes.

d) O professor C reconhece que este processo é moroso, complexo e que exige uma mudança interior que é difícil de ocorrer (“há aspectos do convencional que ficaram arraigados e que não vão ser abandonados, assim, facilmente”- professor C).

## 2.4 Adesão ao modelo

a) Há sinais, nas fichas de trabalho, de que todos os professores tenham acolhido o modelo embora com as dificuldades e problemas referidos em pontos anteriores.

b) “Durante e depois da 1ª intervenção” todos os professores acolhem o modelo de maneira entusiástica (“vou gostar de aplicar o modelo para verificar a sua aplicabilidade”-professor A; “o modelo é completo em todos os seus vectores, moroso na sua aplicação, profícuo nos seus resultados”-professor B; “o modelo permite um maior desenvolvimento das capacidades dos alunos e uma quase obrigatória actualização do professor... é possível aplicar o modelo noutras unidades”-professor C).

c) “Depois da 2ª intervenção” o acolhimento que os professores têm em relação ao modelo é muito menos entusiástico (“este processo, nos moldes de hoje, parece lírico”-professor A; “vou tentar conciliar os dois processos: o convencional e o modelo”-professor B; “não concordo com o modelo ser lírico... vou tentar achar o meio termo entre o convencional e o modelo”-professor C).

d) O professor A está pouco disponível para acolher o modelo. O professor C está esperançado em “desenvolver para o próximo ano lectivo o mesmo tipo de capacidades, pois vejo aspectos positivos do modelo”.

## Cat 3: Perfil de Supervisão

### 3.1 Tipo de apoio pedido, tipo de apoio dado

a) “Durante e depois da 1ª intervenção” os professores A e C declararam que precisavam de ajuda, nomeadamente esclarecimento de dúvidas sobre o modelo e

sobre a sua implementação na sala de aula. O professor B reserva, para mais tarde, pronunciar-se sobre a questão.

b) Apenas o professor C, “durante a 2ª intervenção” declara que só agora está mais esclarecido, não pondo de parte a possibilidade de vir a precisar de ajuda.

c) “Durante a 2ª intervenção” todos os professores solicitam apoio/esclarecimento, mais que uma vez, sendo uma delas comum a todos: discussão sobre a planificação efectuada. O professor B foi o que solicitou mais ajuda, seguindo-se o professor A e, por último, o professor C.

d) Os professores A e B solicitam que o investigador selecione situações para serem usadas para se criar contextos problemáticos. O investigador prestou-se a arranjar algumas, mas não a escolher.

e) Os professores A e B solicitam ajuda para se abordar a formulação de problemas. O investigador propõe uma actividade de formulação de problemas a partir de situações propostas pelos professores.

### 3.2 Responsabilidade das decisões

a) Todos os professores do grupo experimental tiveram plena liberdade para decidirem quanto à quantidade, data de utilização, concepção e características de fichas, testes e situações a partir das quais se construiriam os contextos problemáticos.

b) O investigador também não interviu directamente na planificação efectuada pelos professores (incluindo o professor D). Os professores A e B compartilharam a responsabilidade de elaborarem a planificação “antes da 1ª intervenção” com o seu grupo disciplinar.

c) Nos contactos solicitados pelos professores nunca se tomou nenhuma decisão que comprometesse a sua liberdade. O professor A assume que “não se sentiu pau mandado”.

### 3.3 Interdependência

a) Todos os professores do estudo solicitam e são solicitados “durante a 2ª intervenção” pelo investigador num total de 6 vezes para o professor A, 7 vezes para o professor B e 5 vezes para o professor C em encontros que duram um total de 95min, 125min e 75min respectivamente.

b) O tempo dos encontros havidos por iniciativa do investigador duraram, em média, um total de 30 min por cada professor.

c) No encontro de 6h todos os professores discutiram entre si e com o investigador sobre vários assuntos.

### 3.4 Comunicação transversal

a) As reuniões que se efectuaram para se abordar aspectos relacionados com a implementação do modelo foram de três tipos:

i - curtas, por iniciativa do investigador, para entregar documentos, textos ou material audiovisual para os professores verem/lerem e reflectirem;

ii - por iniciativa de cada professor destinavam-se a abordar aspectos particulares da implementação do modelo tais como operacionalidade da planificação, exploração dos conceitos através dos ‘contextos’, formulação de problemas, características dos problemas na fase qualitativa;

iii - o encontro de 6h, já planeado, onde se trataram os seguintes assuntos: natureza e características dos contextos problemáticos, exploração de conceitos num contexto problemático, avaliação da aprendizagem, uso de tarefas-problema, a dispersão dos alunos nas ‘tarefas-problema’, formulação de hipóteses, resolução de problemas, natureza e características do problema, gestão do tempo e distinção entre tarefa-problema e problema.

### 3.5 Avaliação pelos professores da supervisão/supervisor

a) “Durante e depois da 1ª intervenção” todos os professores do estudo acharam as sessões eficazes, correctas e interessantes, permitindo que os professores anteviessem algumas dificuldades na implementação do modelo mas não ocultando que o desejavam fazer. Os professores A e C afirmaram que esta parte da supervisão os levou a tentar alterar a sua prática de ensino.

b) Os professores B e C acharam o encontro da 2ª intervenção adequado permitindo atingir a finalidade pretendida. O professor A não se pronunciou.

c) “Depois da 2ª intervenção” todos os professores concordaram que a preparação deveria ser mais demorada mas, se o fosse, enfrentava sérias dificuldades, pois os professores afirmaram imediatamente que não tinham disponibilidade. Os professores B e C afirmaram que a preparação deveria ter-se iniciado de modo a que se implementasse o modelo logo no início do ano lectivo. O

professor A gostaria que a preparação ( 1ª intervenção) tivesse sido com prática lectiva. Este mesmo professor referiu-se ao investigador como alguém bastante empenhado e disponível.

### 3.6 Forma de aprendizagem proporcionada

a) É difícil retirar das avaliações dos professores resultados relevantes sobre esta sub-categoria.

b) Os professores A e C explicitam com o findar da supervisão quais são as suas formas de aprender. O professor C reconhece que a metodologia usada levou os professores a consciencializarem quais eram os caminhos que cada um tinha de percorrer para se preparar e ainda que as dúvidas fossem progressivamente suplantadas.

c) Durante os encontros, curtos, dos professores com o investigador a forma de aprendizagem proporcionada variou entre prática-experiencial, prática conceptual, instrução conceptual e experiencial e a reflexão retroactiva proporcionada no encontro da 2ª intervenção.

### 3.7 Envolvimento do professor no processo de supervisão.

a) O envolvimento dos professores A, B e C no processo de supervisão começa por ser elevado (“estamos a tentar encontrar o ‘nosso’ problema”-professor A; “precisamos de muita colaboração pois o processo não é simples”-professores A e B) e vai progressivamente descendo até final da 2ª intervenção. No final, o professor A é o que está menos envolvido (“se me perguntares o que está no modelo eu não sei, mas tenho uma ideia”; invoca falta de tempo: “um professor para ter uma vida digna tem de fazer algo mais”). O professor C é o que está mais envolvido e empenhado. Contudo, todos invocam falta de motivação pelo sistema não respeitar o esforço dos professores, não criar condições de trabalho nem terem salário digno.

b) No encontro da “2ª intervenção” os professores A e B têm um número reduzido de intervenções e de modo notório o professor B. O professor C tem um número elevado de intervenções. No entanto quanto ao número de solicitações, que é anterior ao encontro referido, a posição dos professores é exactamente a inversa.

c) Outro indicador do envolvimento dos professores no processo de supervisão pode ser o número de aulas dedicado à unidade onde foi estudada a implementação do modelo: o professor A necessitou de 19 aulas; o professor B

necessitou de 18 aulas; o professor C necessitou de 30 aulas; enquanto o professor D ( de controle) apenas gastou 12 aulas.

### 3.8 Directividade

a) Não há indicadores relativos a esta sub-categoria.

## Cat 4: Contingências da Supervisão

### 4.1 Tempo gasto na supervisão

a) O tempo gasto na supervisão, para cada professor do estudo, foi de cerca de 27h efectivas ditribuídas por cerca de quatro meses, excluindo todos os tempos para entrevistas e observação de aulas.

b) Apenas o professor C reconhece que seria necessário mais tempo de preparação.

c) Em qualquer caso todos os tempos utilizados foram quase exclusivamente aqueles que antecipadamente estavam planejados, tendo de ser negociados entre o investigador e os professores.

### 4.2 Experiência anterior dos professores

a) O professor A teve uma experiência negativa com o seu estágio profissional que certamente influenciou o seu comportamento neste processo. O investigador só teve conhecimento disto já depois de a supervisão ter terminado.

b) Nenhum professor do estudo esteve envolvido em experiências de formação duradoura anteriormente a esta e a formação adicional é feita de maneira esporádica, (ver fig. 6.1). O professor de controle (D) parece ter preocupação com a sua formação adicional uma vez que enumerou várias acções de formação que frequentou.

c) Nenhum professor participou ou esteve envolvido em alguma experiência pedagógica (Ver fig 6.1).

d) Mais informações (sintéticas) sobre a experiência anterior dos professores podem ser encontradas na fig. 6.1.

### 4.3 Influência da escola

a) Os professores A e B referem que sentem a pressão da delegada de grupo para leccionarem com mais rapidez. Na escola dos professores A e B as relações no grupo apesar de cordiais são hierarquizadas. Nesta escola há falta de material audiovisual e o material de laboratório é escasso.

	Prof. A	Prof. B	Prof. C	Prof. D (controle)
Idade	31 anos	39 anos,	42 anos	28 anos
For. Acad.	lic. em física	lic. eng. química	bach. eng. quím.	lic ens F/Q
For. Prof.	estág. integrado	for. em serviço	prof. em serviço	estágio integrado
T. Serviço	6 anos	10 anos	18 anos	3 anos
Exp de 10º ano	duas vezes	três vezes	cinco vezes	uma vez
Cargos	D.T., D.I.	D.T., R. G, C. D.T	D.T., D.G D.I.	D.T.
Formação adicional	Duas acções de formação	Duas acções de formação	várias	três acções de formação
Participação em exp. pedagógicas	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma

Fig. 6.1: Caracterização sumária dos professores do estudo

b) Na escola do professor C não há uma relação tão hierarquizada dentro do grupo. O material audiovisual e material de laboratório existem em quantidade reduzida, mas não insuficiente.

### 4.4 Influência do contexto educacional concreto na aceitação do modelo e da supervisão.

a) Os professores no encontro da 2ª intervenção sentiam-se desmoralizados face ao que viam à sua volta: acompanhamento quase nulo dos professores na reforma do sistema educativo, fraco reconhecimento do sistema face ao esforço dispendido, salário insuficiente o que 'obriga' os docentes a procurarem outras ocupações (casos dos professores A e C), discurso arrogante do poder, um despacho sobre a avaliação dos alunos que deixa os professores muito perplexos. O professor mais afectado deste estado de espírito é o professor A.

#### 4.5 Aspectos apresentados pelos professores como condicionantes do processo de supervisão/implementação do modelo.

a) Aspectos ligados à própria metodologia usada: os professores B e C consideraram que a implementação do modelo deveria ter começado no início do ano lectivo; o professor A considerou que o processo foi demasiado longo.

b) Aspectos ligados ao comportamento dos alunos: os professores B e C referiram que os seus alunos são fracos ou que resistiram à implementação do modelo.

c) Aspectos ligados ao próprio modelo: os professores B e C consideraram que é fundamental a compreensão de certos aspectos do modelo para o poderem implementar.

d) Disponibilidade de tempo dos professores para se dedicarem à preparação de material e às tarefas inerentes à implementação do modelo.

#### 4.6 Resistência à inovação

a) “Durante a 1ª intervenção” a resistência à implementação do modelo oscila entre uma ligeira apreensão (professor B) e o reconhecimento de que precisamos “novamente de aprender a dar aulas” (professor A) ou “precisamos de uma actualização contínua” (professor C).

b) No final da “2ª intervenção” e mesmo “depois da 2ª intervenção” a resistência é maior devido sobretudo a exigir maior disponibilidade de tempo (todos os professores). O professor A chegou mesmo a dizer que “se fosse hoje e soubesse o tempo que era necessário não me envolvia”.

#### 4.7 Características pessoais/profissionais dos professores

a) As principais características dos professores estão sumariamente indicadas na fig. 6.1 da pág. anterior.

## 6.2 Resultados relativos à variável “centralidade do e.a. em r.p.”

Os resultados desta variável foram obtidos com o registo por aula das categorias do I.O. de acordo com as unidades de observação de cada categoria (ver §5.2.4) e posteriormente organizados de modo a se obterem os quadros de frequências para cada categoria segundo o grau em que se manifestava e o momento da supervisão em que ocorria (ver apêndice E).

A partir destes quadros elaboraram-se outros mais simples, por cada categoria que figuram no § 6.2.1. Nas primeiras três colunas apresentam-se a média ponderada, por professor e momento da supervisão, dos registos nos diferentes graus dessa categoria. Onde se encontra um traço é porque houve 0 ou 1 ocorrência.

Nas três colunas seguintes encontra-se informação relativa à evolução havida de 'antes da 1ª intervenção' para 'durante a 2ª intervenção', de 'durante a 2ª intervenção' para 'depois da 2ª intervenção' e de 'antes da 1ª intervenção' para 'depois da 2ª intervenção', de acordo com a seguinte simbologia:

a) ‘ ++ ‘ houve uma evolução muito positiva na centralidade do e.a. em r.p. quando comparamos as médias ponderadas em diferentes momentos da supervisão e obtemos uma diferença positiva maior ou igual a 1,5;

b) ‘ + ‘ houve uma evolução positiva na centralidade do e.a. em r.p. quando comparamos as médias ponderadas em diferentes momentos da supervisão e obtemos uma diferença positiva maior a 0,5 e menor que 1,5;

c) ‘ NH ‘ não houve evolução positiva nem negativa na centralidade do e.a. em r.p. quando comparamos as médias ponderadas em diferentes momentos da supervisão e obtemos uma diferença positiva menor ou igual a 0,5 ou uma diferença negativa maior ou igual a -0,5;

d) ‘ - ‘ houve uma evolução negativa na centralidade do e.a. em r.p. quando comparamos as médias ponderadas em diferentes momentos da supervisão e obtemos uma diferença negativa menor que -0,5;

e) ‘ NC ‘ os resultados não são comparáveis quando em pelo menos um dos momentos da supervisão, há, apenas, a registar uma ocorrência;

f) ‘ V ‘ as ocorrências distribuem-se por três ou mais graus ou por graus não contíguos.

Três leituras dos quadros

Há três possíveis leituras dos quadros de resultados:

a) Uma leitura imediata da evolução da centralidade do ensino-aprendizagem em resolução de problemas feita a partir de cada categoria.

b) Uma leitura global tendo em conta a lógica do I.O. e o próprio modelo de

ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

c) Uma leitura global, por professor, de modo a detectar constantes, mudanças e incongruências (esta leitura terá de se socorrer às folhas de registo)

### 6.2.1 Resultados da leitura imediata a partir de cada categoria

Neste parágrafo faz-se uma leitura por categoria, de acordo com a terminologia indicada atrás, da evolução da centralidade do ensino-aprendizagem do momento “antes da 1ª intervenção” para o momento “depois da 2ª intervenção”.

#### Cat 1.1 Para que são colocados os problemas?

O professor B evoluiu positivamente, na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à finalidade que reconhece aos problemas. Não é possível comparar resultados no professor C, mas de qualquer modo as ocorrências verificadas evidenciam a influência do modelo na finalidade que reconhece aos problemas. Relativamente ao professor A há pouca informação.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1	—	1,5	NC	NC	NH
B	1,7	—	2,4	NC	NC	+(V)
C	—	—	2,2	NC	NC	NC
D (controle)	—	1,3	—	—	—	—

Quadro da cat 1.1

#### Cat 1.2 Quando são colocados problemas?

Há uma evolução muito positiva do professor A e positiva do professor C na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao momento que consideram oportuno colocar problemas. O professor B não evoluiu.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1	—	2,5	NC	NC	++ (V)
B	1,5	—	2,2	NC	NC	NH(V)
C	1,5	—	2,4	NC	NC	+(V)
D (controle)	—	2,2	—	—	—	—

Quadro da cat 1.2

### Cat 1.3 Por quem são colocados os problemas?

Nesta categoria os professores B e C evoluíram positivamente no seu e.a. em problemas no que se refere à possibilidade de os alunos intervirem de modo directo ou indirecto na formulação de problemas. O professor A não evoluiu.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1	—	1	NC	NC	NH
B	1,2	—	1,8	NC	NC	+(V)
C	1	—	1,6	NC	NC	+(V)
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 1.3

### Cat 1.4 Que contexto apresenta o problema?

Os professores B e C evoluíram muito positivamente na centralidade dos seus e.a. em problemas no que se refere aos enunciados dos problemas por apresentarem situações reais ou próximas das reais. Mesmo comparando com o professor D notam-se diferenças visíveis. O professor A não evoluiu.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	2	—	1,5	NC	NC	NH
B	1,3	—	2,8	NC	NC	++
C	1	—	2,5	NC	NC	++
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 1.4

### Cat 1.5 Tipo de problema e abordagem sugerida

Os professores B e C evoluíram positivamente a centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à forma como se colocam as questões e à consequente abordagem que podem sugerir. Relativamente ao professor A não é possível comparar resultados, mas nota-se a influência do modelo. A comparação do prof. D (de controle) evidencia a influência do modelo nas práticas dos profs A, B e C.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	—	—	2,5	NC	NC	NC
B	1,3	—	2,4	NC	NC	+(V)
C	1	—	1,7	NC	NC	+(V)
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 1.5

### Cat 1.6 Tipo e quantidade de informação fornecida no problema

O professor A evoluiu muito positivamente e os professores B e C evoluíram positivamente na centralidade dos seus e.a. em problemas no que se refere às características da informação fornecida no enunciado e também à quantidade de informação. Todos estes professores apresentam ‘variedade’ de problemas. A evolução da centralidade do e.a. em problemas é notória também em todos os professores do estudo relativamente ao professor D (de controle)

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	1,5	—	3	NC	NC	++(V)
B	2	—	2,6	NC	NC	+(V)
C	1	—	2,1	NC	NC	+(V)
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 1.6

### Cat 2.1 Actuação do professor antes da resolução do problema

Apenas o professor C evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à actuação após a formulação do problema e antes de se começar a resolver. Os professores A e B não evoluíram mas têm actuações em diferentes graus de centralidade em r.p., aliás tal como sucede com o professor C. O professor D, de controle, não tem esta ‘variedade’ de actuações.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	2	—	2	NC	NC	NH(V)
B	1,5	—	1,5	NC	NC	NH(V)
C	1	—	1,7	NC	Nc	+
D (controle)	—	1,5	—	—	—	—

Quadro da cat 2.1

### Cat 2.2 Actuação do professor durante a resolução- quem resolve os problemas?

Nenhum professor evoluiu, na centralidade do e.a. em problemas no que se refere aos papéis atribuídos ao professor e ao aluno na resolução de problemas. O professor D (de controle) apresenta nesta categoria um comportamento próximo do centrado em resolução de problemas.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	2	—	1,7	NC	NC	NH(V)
B	2,5	—	2,2	NC	NC	NH
C	2	—	2,2	NC	NC	NH
D (controle)	—	3	—	—	—	—

Quadro da cat 2.2

### Cat 2.3 Actuação do professor durante a resolução- viabilização de estratégias alternativas

Apenas o professor A evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à viabilização de estratégias alternativas. Nos professores B e C não se verificou qualquer alteração.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	1	—	1,8	NC	NC	NH
B	1	—	1,2	NC	NC	NH(V)
C	1	—	1,2	NC	NC	NH
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 2.3

### Cat 2.4 Actuação do professor durante a resolução- características do apoio dado

Os professores A e B evoluíram positivamente na centralidade dos seus e.a. em problemas no que se refere ao apoio dado nas reformulações dos problemas, formulação de hipóteses, identificação de informações, etc.. Este aumento pode ser comparado com a prestação do professor D (de controle), verificando-se a existência de diferenças visíveis. No professor C não houve evolução embora ocorram, imediatamente depois da 2ª intervenção, alguns apoios que se caracterizam por serem próximos de um e.a. centrado em r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	1	—	2,2	NC	NC	+(V)
B	1,5	—	2,5	NC	NC	+(V)
C	1,8	—	1,6	NC	NC	NH(V)
D (controle)	—	2	—	—	—	—

Quadro da cat 2.4

### Cat 2.5 Act do prof durante a resolução- interação com os alunos

Nenhum dos professores A, B ou C evoluiu na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao questionar os alunos.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	2,9	—	3,1	NC	NC	NH
B	2,5	—	2,6	NC	NC	NH(V)
C	2,6	—	2,9	NC	NC	NH
D (controle)	—	2,4	—	—	—	—

Quadro da cat 2.5

### Cat 2.6 Actuação do professor durante a resolução- trabalho permitido aos alunos.

Os professores B e C evoluíram positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao trabalho que permitiam aos alunos durante a resolução. O professor A, por outro lado, não evoluiu tendo em conta a média ponderada, embora permita algumas vezes, imediatamente depois da 2ª intervenção, aos alunos trabalho que é característico do e.a. centrado em problemas.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	2	—	2,4	NC	NC	NH(V)
B	2,4	—	3,2	NC	NC	+
C	1,5	—	2,4	NC	NC	+
D (controle)	—	2,5	—	—	—	—

Quadro da cat 2.6

### Cat 2.7 Actuação do professor depois da resolução do problema.

Apenas o professor C evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à discussão dos resultados depois do problema estar resolvido. Os professores A e B não evoluíram na sua prestação.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	1,6	—	2	NC	NC	NH
B	1,8	—	1,5	NC	NC	NH(V)
C	1,5	—	2,2	NC	NC	+(V)
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 2.7

### Cat. 2.8 Organização do trabalho

Os professores A e C evoluíram muito positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao modo como organizavam o seu trabalho e dos alunos. O professor B não evoluiu na sua prestação.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	1,5	—	3	NC	NC	++
B	2,5	—	2,5	NC	NC	NH
C	1	2,7	3	++	NH	++
D (controle)	—	2	—	—	—	—

Quadro da cat 2.8

### Cat 2.9 Avaliação do processo de resolução do problema.

Apenas o professor C evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à avaliação formativa que era feita junto dos alunos durante a resolução do problema. Contudo esta evolução não é notória se comparada com a prestação do professor D (de controle). Os professores A e B não evoluíram relativamente à sua prestação inicial, embora o professor B, no período imediatamente depois da 2ª intervenção manifeste alguns comportamentos próximos do e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	1,8	—	1,8	NC	NC	NH
B	1,9	—	2,1	NC	NC	NH(V)
C	1,5	—	2,2	NC	NC	+
D (controle)	—	2,1	—	—	—	—

Quadro da cat 2.9

### Cat 3.1 Identificação dos conceitos

Só se pode comparar as prestações do professor A e este evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao modo como identifica ou permite identificar conceitos. O professor B tem apenas prestações durante a 2ª intervenção que estão próximas de um e.a. centrado em r.p.

### Cat 3.2 Maturação dos conceitos

Igualmente só se pode comparar as prestações do professor A e este não evoluiu, na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao modo como criava condições para os conceitos crescerem. Os professores B e C têm prestações

" durante a 2ª intervenção" que estão próximas de um e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	2	—	3,3	NC	NC	+
B	—	2,7	—	NC	NC	NC
C	—	—	—	NC	NC	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 3.1

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	2	2	2,3	NH	NH	NH
B	—	1,5	—	NC	NC	NC
C	—	3	2	NC	-	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 3.2

### Cat 3.3 Operacionalização dos conceitos

Nesta categoria só é possível comparar as prestações do professor A por insuficiência de ocorrências registadas dos professores B e C “antes da 1ª intervenção”. Este evoluiu positivamente na centralidade dos seus e.a. em problemas no que se refere ao modo como operacionalizava os conceitos e/ou ao modo como criava condições para os alunos operacionalizarem os conceitos. O professor C registou durante e depois da 2ª intervenção ocorrências características do e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	2	—	2,7	NC	NC	+
B	—	2	—	NC	NC	NC
C	—	3	2,5	NC	NH	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 3.3

### Cat 3.4 Desenvolvimento dos conceitos

Nesta categoria só é possível comparar as prestações do professor B por insuficiência de ocorrências registadas dos professores A e C na fase “antes da 1ª

intervenção”. Este não evoluiu na centralidade do seu e.a. centrado em problemas no que se refere às condições que os professores criavam para que os alunos desenvolvessem os conceitos. No entanto os profs. A e C têm algumas prestações “depois da 2ª intervenção” que são características do e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	—	—	2,5	NC	NC	NC
B	1,4	—	1,8	NC	NC	NH(V)
C	—	—	2	NC	NC	NC(V)
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 3.4

### Cat 3.5 Formalização dos conceitos.

Só é possível comparar prestações no professor A, por insuficiência de ocorrências registadas dos professores B e C na fase “antes da 1ª intervenção”. Este evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao modo como os conceitos eram formalizados. Não é possível indicar se os profs. B e C teriam comportamentos característicos de um e.a. centrado em r.p.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1	—	2,5	NC	NC	++
B	—	—	—	NC	NC	NC
C	—	—	—	NC	NC	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 3.5

### Cat 3.6 Interação com os alunos

Apenas o professor B evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere ao modo como interactuava com os alunos. Os profs A e C não evoluíram, mas aumentaram o número de interações por aula..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	2	2,3	2,4	NH	NH	NH
B	1,5	2,1	—	+	NC	NC
C	2	2,5	2,5	NH	NH	NH
D (controle)	—	1,3	—	—	—	—

Quadro da cat 3.6

### Cat 3.7 Análise e síntese do que se aprendeu

Só é possível comparar prestações no professor A, por insuficiência de ocorrências registadas dos professores B e C na fase “antes da 1ª intervenção”. O professor A evoluiu positivamente na centralidade do seu e.a. em problemas no que se refere à análise e síntese que se faz das aprendizagens dos alunos. Contudo o professor C evidencia comportamentos que são característicos do e.a. centrado na r.p. enquanto o professor B não.

Prof.	M.P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1,3	1,3	2	NH	+	+
B	—	1,7	—	NC	NC	NC
C	—	1,3	1,8	NC	NH	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 3.7

### Cat 3.8 Tarefas dadas aos alunos

Só é possível comparar resultados para os professores A e C. Estes evoluíram positivamente na centralidade dos seus e.a. em problemas no que se refere às tarefas que davam aos alunos. Contudo o professor B manifesta comportamentos durante a 2ª intervenção que são característicos do e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1,5	1,8	2,2	NH	NH	+
B	—	2	—	NC	NC	NC
C	1,4	2,5	2,3	+	NH	+
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 3.8

### Cat 4.1 Uso de tarefas-problema e por quem são formuladas

Os professores A e C evoluíram positivamente passando a usar tarefas-problema durante e depois da 2ª intervenção.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	1	—	2	NC	NC	+
B	—	—	1	NC	NC	NC
C	1	1,7	1	+	-	NH
D (controle)	—	1	—	—	—	—

Quadro da cat 4.1

#### Cat 4.2 Como são formuladas as tarefas-problema?

Não é possível comparações nas prestações dos diferentes momentos da supervisão. Contudo os professores A e C manifestam alguns comportamentos que se aproximam de um e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	—	—	2,5	NC	NC	NC
B	—	—	—	NC	NC	NC
C	—	2	—	NC	NC	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 4.2

#### Cat 4.3 Abordagem das tarefas-problema sugerida pelo professor

Não é possível comparações nas prestações dos diferentes momentos da supervisão. Contudo somente o professor C manifesta alguns comportamentos que se aproximam de um e.a. centrado na r.p..

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	—	—	—	NC	NC	NC
B	—	—	—	NC	NC	NC
C	—	3	—	NC	NC	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 4.3

#### Cat 4.4 Abordagem, pelos alunos, das tarefas- problema

Não é possível comparações nas prestações dos diferentes momentos da supervisão. Em nenhum professor se observa comportamentos de um e.a. centrado na r.p. que permitam, aos alunos, uma abordagem das tarefas-problema.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1°-2°	Evol 2°-3°	Evol 1°-3°
	Ant (1°)	Dur (2°)	Dep (3°)			
A	—	—	—	NC	NC	NC
B	—	—	—	NC	NC	NC
C	—	2	—	NC	NC	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 4.4

### Cat 4.5 Estabelecimento das relações entre conceitos

Não é possível comparações nas prestações dos diferentes momentos da supervisão. Contudo, apenas o professor C manifesta comportamentos que se aproximam de um e.a. centrado na r.p. permitindo que se cumpra a finalidade das tarefas-problema.

Prof.	M. P. em cada m. da sup.			Evol 1º-2º	Evol 2º-3º	Evol 1º-3º
	Ant (1º)	Dur (2º)	Dep (3º)			
A	—	—	—	NC	NC	NC
B	—	—	—	NC	NC	NC
C	—	2,5	—	NC	NC	NC
D (controle)	—	—	—	—	—	—

Quadro da cat 4.5

### 6.2.2 Resultados da leitura global tendo em conta a lógica do I.O.

Note-se que para se fazer uma leitura dos quadros é preciso ter em atenção que o período a que se denomina “durante a 2ª intervenção” corresponde à primeira metade da unidade em análise e o período a que se denomina “depois da 2ª intervenção” corresponde à segunda metade da unidade. O professor A só leccionou uma aula correspondente ao período “durante a 2ª intervenção”.

#### Grupo I de categorias

No grupo I de categorias verificam-se, da análise dos quadros de resultados respectivos, os seguintes aspectos:

a) Os professores A e B não formulam, durante a 2ª intervenção, nenhum problema e o professor C formula um. Se compararmos com os resultados das categorias do grupo III este período corresponde a identificação, maturação e operacionalização de conceitos. De acordo com o modelo os conceitos naquelas fases de crescimento deviam ser feitos com a problematização e tarefas-problema.

b) Em todos os momentos da supervisão e mesmo antes desta, os professores A e B formulam poucos problemas se compararmos com o número de problemas formulados pelo professor C e mesmo pelo professor D (de controle).

c) As intenções, os momentos, os intervenientes na formulação e as características dos problemas formuladas, de um modo geral para todos os professores do estudo, mudam de maneira a corresponderem mais a um e.a. centrado em r.p..

d) O professor A evoluiu muito positivamente em 2 categorias, numa categoria não é possível falar de evolução e nas 3 restantes não houve evolução;

o professor B evoluiu positivamente em 4 categorias, muito positivamente numa categoria e noutra não evoluiu;

o professor C evoluiu positivamente em 4 categorias, muito positivamente numa categoria e noutra não é possível falar de evolução.

e) Em cinco das seis categorias um número maioritário de professores evoluem positivamente para um e.a. centrado na r.p.. A categoria em que há evolução mas não maioritária diz respeito à intenção dos problemas.

## Grupo II de categorias

No grupo II de categorias após uma análise dos quadros de frequências verificam-se os seguintes aspectos:

a) O professor A evoluiu positivamente em 2 categorias, muito positivamente numa categoria, não evoluiu em 6 categorias, embora em 4 destas manifeste alguns comportamentos que são característicos de um e.a. centrado na r.p..

O professor B evoluiu positivamente em 2 categorias, não evoluiu em 7 categorias, embora em 5 destas manifeste alguns comportamentos que são característicos de um e.a. centrado na r.p..

O professor C evoluiu positivamente em 4 categorias, muito positivamente numa categoria, não evoluiu em 4 categorias, embora em 3 destas manifeste alguns comportamentos que são característicos de um e.a. centrado na r.p..

b) Há duas categorias em que nenhum professor evoluiu positivamente: 'actuação do professor durante a resolução dos problemas - quem resolve os problemas?', e 'actuação do professor durante a resolução dos problemas - interacção com os alunos'. Na primeira categoria todos os professores têm actuações que correspondem a um e.a. centrado na r.p.. Na última categoria há um aumento considerável de interacções nos professores A e C.

c) Há quatro categorias em que apenas um professor evoluiu positivamente e os restantes não evoluem: 'actuação do professor antes da resolução do problema', 'actuação do professor durante a resolução - viabilização de estratégias alternativas', 'actuação do professor depois da resolução', 'avaliação do processo durante a

resolução'. Em três destas categorias (fica de fora a segunda categoria referida) há pelo menos um professor, dos que não evoluíram, que manifesta comportamentos característicos do e.a. centrado na r.p..

d) Há três categorias em que dois professores evoluíram positivamente: 'actuação do professor durante a resolução - características do apoio dado', 'actuação do professor durante a resolução' e 'organização do trabalho'. Nesta última categoria a evolução foi muito positiva.

e) De uma maneira geral houve algumas mudanças na actuação dos professores quando se resolve problemas que se aproximam de um e.a. centrado na r.p.. O balanço das categorias em que há evolução positiva de pelo menos um professor é de 7 em 9.

f) Por não haver formulação de problemas na fase durante a 2ª intervenção não aparece nenhuma ocorrência nas categorias do 2º grupo de categorias.

g) Como se pode constatar, em geral, por cada categoria do grupo II de categorias, o número de professores que evoluíram positivamente é menor do que no grupo I de categorias.

### Grupo III de categorias

No grupo III de categorias, após uma análise dos quadros de frequências, verificam-se os seguintes aspectos.

a) O professor A evoluiu positivamente em 5 categorias, não evoluiu em 2 categorias embora numa manifeste comportamentos característicos do e.a. centrado na r.p.. Não é possível definir a evolução numa categoria e nesta, na fase "depois da 2ª intervenção", há comportamentos característicos de um e.a. centrado na r.p..

O professor B evoluiu positivamente numa categoria, não evoluiu noutra, embora manifestasse nesta, "depois da 2ª intervenção", alguns comportamentos característicos do e.a. centrado na r.p.. Não é possível definir a evolução em 6 categorias, embora em três delas o professor manifeste, na fase "depois da 2ª intervenção", comportamentos característicos de um e.a. centrado em r.p..

O professor C evoluiu positivamente numa categoria, não evoluiu noutra, embora manifestasse nesta, "depois da 2ª intervenção", alguns comportamentos característicos do e.a. centrado na r.p.. Não é possível definir a evolução em 6 categorias, embora em 5 delas o professor manifeste, na fase "depois da 2ª intervenção", comportamentos característicos de um e.a. centrado em r.p..

b) Há 2 categorias ('maturação dos conceitos' e 'desenvolvimento dos conceitos') em que um dos professores não evoluiu e para os restantes não é possível

definir a evolução, embora estes evidenciem “depois da 2ª intervenção” alguns comportamentos característicos do e.a. centrado na r.p..

c) Há 4 categorias (‘identificação dos conceitos’, ‘operacionalização dos conceitos’, ‘formalização dos conceitos’ e ‘análise e síntese do que se aprendeu’) em que um dos professores evoluiu positivamente e para os restantes não é possível definir a evolução, embora destes, pelo menos um, evidencie, “depois da 2ª intervenção”, alguns comportamentos característicos do e.a. centrado na r.p..

d) Há 1 categoria (‘interacção com os alunos’) em que um professor evoluiu positivamente e os restantes não evoluíram. Nesta categoria todos os professores aumentaram o número de ocorrências. Os dois professores que não evoluíram têm várias ocorrências características de um e.a. centrado em r.p..

e) Há 1 categoria (‘tarefas dadas aos alunos’) em que evoluíram positivamente dois professores. Para o outro professor não é possível definir a evolução, embora alguns dos comportamentos que evidencia “durante a 2ª intervenção” são característicos de um e.a. centrado na r.p.

f) Para as categorias ‘identificação dos conceitos’ e a ‘maturação dos conceitos’, exceptuando o professor A, só aparecem ocorrências nas fases “durante e depois da 2ª intervenção”.

g) Tendo em conta que a fase “durante a 2ª intervenção” decorre durante a 1ª parte da unidade de observação e a fase “depois da 2ª intervenção” decorre durante a 2ª e última parte da unidade de observação, é importante referir:

i-”durante a 2ª intervenção” nas categorias ‘desenvolvimento dos conceitos’ e ‘formalização dos conceitos’, não aparecem ocorrências mas aparecem nas categorias ‘identificação’, ‘maturação’ e ‘operacionalização dos conceitos’;

ii-”depois da 2ª intervenção” predominam as ocorrências registadas nas categorias ‘operacionalização’ e ‘desenvolvimento dos conceitos’. Na ‘formalização dos conceitos’ regista-se muito poucas ocorrências.

h) Às categorias "identificação" e "maturação de conceitos" não estão associados tarefas-problema e/ou problemas tal como prevê o modelo.

À "operacionalização de conceitos" nem sempre estão associadas tarefas-problema.

Ao "desenvolvimento" e "formalização de conceitos" nem sempre estão associados problemas.

## Grupo IV de categorias

No grupo IV de categorias , depois da análise dos quadros, é possível tirar os seguintes resultados:

a)"Antes da 1ª intervenção" nenhum professor usava tarefas-problema. "Durante e depois da 2ª intervenção" os professores A e C formularam tarefas-problema, mas apenas o professor C de alguma forma utilizou as tarefas-problema para tirar partido delas (veja-se ocorrências na categoria 'estabelecimento das relações entre conceitos').

b) O número de tarefas-problema é muito reduzido em todos os professores e só ocorrem "durante a 2ª intervenção". Por conseguinte não é possível tirar conclusões acerca da evolução da centralidade do e.a. dos professores.

### 6.2.3 Resultados da leitura global por professor

#### Professor A

#### Análise comparativa entre os grupos de categorias

O professor A não formula muitos problemas. Evoluiu muito positivamente no momento em que coloca problemas e no tipo e quantidade de informações que fornece no problema. Introduce algumas alterações no tipo de problema e abordagem sugerida mas não são comparáveis.

Na actuação antes, durante e após a resolução de problemas as alterações relativas são também da mesma ordem que na formulação dos problemas.

Nos aspectos determinantes da actuação do professor ("antes da resolução", "durante-quem resolve os problemas?", -viabilização de estratégias alternativas, - características do apoio dado, -trabalho permitido aos alunos" , " depois da resolução" e "avaliação do processo") apenas evolui positivamente em duas categorias.

Na abordagem dos conceitos o número de evoluções é considerável (mais de metade das categorias), embora a centralidade geral num e.a. centrado na resolução

de problemas seja relativamente baixa.

Contudo numa análise mais cuidada verifica-se que a operacionalização dos conceitos é relativamente pobre (em relação a um e.a. centrado em r.p.) uma vez que praticamente não são usadas tarefas-problema. Também numa análise tendo em conta as implicações da categoria "desenvolvimento dos conceitos" nota-se que este não é feito recorrendo a problemas.

## Constantes do comportamento

O comportamento do professor A para além das modificações positivas pontuais referidas anteriormente, parece manter certas atitudes que não se alteraram com a supervisão. Destes destacamos os seguintes:

- i) a intenção da colocação de problemas não se altera, que é concordante com o não aparecimento de problemas ligados à categoria "desenvolvimento de conceitos" (cat 1.1 e cat 3.4);
- ii) a proeminência do professor em relação aos alunos na formulação e resolução de problemas mantém-se (cat 1.3, cat 2.2, e cat 2.6);
- iii) a atitude de não verificar o que se aprendeu com a resolução de problemas não é alterada (cat 2.7 e cat 2.9);
- iv) a importância das tarefas-problema não é reconhecida (cat 3.3 e cat 4.1 e ss)

## Mudanças do comportamento do professor A

Contudo, o professor A, altera alguns dos seus comportamentos dos quais os mais importantes são os seguintes:

- i) reconhecimento da importância da forma como se formula um problema (cat 1.5 e cat 1.6);
- ii) reconhecimento de que a formulação de hipóteses pode ser um caminho útil para a resolução dos problemas (cat 2.3 e cat 2.4);
- iii) reconhecimento de que os conceitos crescem desde a identificação até à formalização (cat 3.1, cat 3.3 e cat 3.5).

## Análise comparativa entre os grupos de categorias

O professor B formula mais problemas que o professor A e menos que o professor C. O professor B evoluiu em quase todas as categorias que dizem respeito à formulação de problemas. A intenção dos problemas é alterada, o papel dos alunos na sua formulação é alterado e as características dos problemas também são. No entanto, quando se trata da actuação do professor antes, durante e depois da resolução a evolução positiva relativa é bastante menor que no grupo de categorias anterior. Nos aspectos determinantes da resolução (os mesmos referidos para o professor A) apenas evoluiu em 2 categorias, o mesmo número que o professor A.

Na abordagem dos conceitos o número de evoluções positivas é reduzido. Contudo em 3 das categorias onde é possível comparar resultados verificam-se, no momento "depois da 2 intervenção", comportamentos característicos de um e.a. centrado na r.p..

Numa análise mais cuidada verifica-se que a "operacionalização dos conceitos" é relativamente pobre ( em relação a um e.a. centrado na r.p.) uma vez que não são formuladas nem usadas tarefas-problema. Também numa análise tendo em conta as implicações da categoria "desenvolvimento dos conceitos" nota-se que este não é feito recorrendo a problemas.

## Constantes do comportamento do professor B

O comportamento do professor B, para além das modificações positivas pontuais referidas anteriormente, parece manter certas atitudes e comportamentos que não se alteraram com a supervisão. Destes destacamos os seguintes:

- i) o momento escolhido para a colocação de problemas parece não ser oportuno e este facto talvez esteja relacionado com a fraca prestação relativa no grupo II de categorias (cat 1.2 );
- ii) certa dificuldade de ultrapassar alguma indisciplina dos alunos (aspecto não analisado pelo I.O., mas com relevância para a análise dos resultados);
- iii) a atitude de não verificar o que se aprendeu com a resolução de problemas não é alterada (cat 2.7 e cat 2.9)
- iv) A importância das tarefas-problema não é reconhecida (cat 3.3, cat 4.1 e ss).

## Mudanças de comportamento do professor B

Os aspectos de mudança mais importantes são os seguintes:

- i) reconhecimento da finalidade e características dos problemas formulados;
- ii) reconhecimento de que a formulação de hipóteses pode ser um caminho útil para a resolução dos problemas;
- iii) permissão de mais trabalho aos alunos.

## Professor C

### Análise comparativa entre grupos de categorias

O professor C é o que formula mais problemas. Evoluiu positivamente em quase todas as categorias que dizem respeito à formulação de problemas. Introduz alterações em todos os aspectos que se analisaram. Relativamente às intenções dos problemas, em que não é possível comparar resultados, apresenta vários comportamentos característicos de um e.a. centrado na r.p..

Há também modificações em várias categorias de análise (mais de metade) respeitantes à actuação do professor. Nos aspectos determinantes da actuação do professor (ver categorias referidas no professor A) este evoluiu em 4 categorias, uma modificação maioritária, portanto.

Na abordagem de conceitos, o número de evoluções positivas é reduzido. Contudo, em 5 das categorias onde não é possível uma comparação de resultados, verificam-se no momento "depois da 2ª intervenção" comportamentos característicos de um e.a. centrado em r.p.. Esta perspectiva é reforçada por uma análise mais fina que evidencia uma relação entre a "operacionalização dos conceitos" e a formulação e execução de tarefas-problema e uma relação entre o "desenvolvimento de conceitos" e a formulação de problemas, relações, essas, características do modelo.

### Constantes do comportamento do professor C

Muitos dos comportamentos do professor C não se alteraram com a supervisão.

Desses destacamos os seguintes:

- i) As características do apoio dado aos alunos na resolução de problemas não são alteradas;
- ii) o papel que cabe ao professor e ao aluno na resolução de problemas não é alterado.

## Mudanças do comportamento do professor C

Os aspectos mais importantes da mudança do professor são os seguintes:

- i) reconhecimento da finalidade e oportunidade da formulação de problemas;
- ii) reconhecimento da importância de se verificar o que se aprendeu com a resolução de problemas;
- iii) reconhecimento da relação entre operacionalização de conceitos e tarefas-problema e da relação entre desenvolvimento de conceitos e problemas;
- iv) reconhecimento de que os conceitos crescem.

## **6.3 Resultados relativos à variável “desempenho dos alunos em r.p.”**

### **6.3.1 Introdução**

Os resultados desta variável são, como se viu no §5.3.2, obtidos a partir da análise do I.O.A. . Os resultados estão apresentados por categorias tal como estão apresentadas no §5.3.2 . A sua discussão completa só poderá ser feita de acordo com as hipóteses C, C1, C2, C3 e C4 tal como foram apresentadas no §3.3 , depois de se saber qual é a centralidade em resolução de problemas que cada professor do grupo experimental (A, B, C) imprimiu ao seu ensino-aprendizagem nas turmas A, B e C.

Quase todos os resultados que evidenciamos baseiam-se nos quadros que se apresentam junto. Estes quadros têm essencialmente duas partes:

a) A primeira trata-se da distribuição dos resultados obtidos em cada teste, pelos alunos de uma dada turma, pelos diferentes graus (ou pontuação) de cada categoria quer no exercício quer no problema.

b) A segunda trata-se de uma análise estatística, não paramétrica, para o caso de duas amostras relacionadas. A prova que se usa é a prova de Wilcoxon por nos parecer a mais adequada ao estudo em causa (ver Siegel, Sidney 1975).

Nota: Por motivos estranhos ao estudo não foi possível realizar o pós-teste<sup>2</sup> na turma B.

### **6.3.2 Resultados referentes à apetência dos alunos para resolver exercícios e/ou problemas**

Pela leitura dos quadros 1, 2, 3 e 4 verifica-se o seguinte:

1) A apetência dos alunos para resolverem exercícios não é alterada de maneira significativa do pré-teste para o pós-teste<sup>1</sup> e para o pós-teste<sup>2</sup> em qualquer turma do estudo e também para a turma de controle.

2) A apetência dos alunos para resolverem problemas aumenta de maneira significativa do pré-teste para o pós-teste<sup>1</sup> e para o pós-teste<sup>2</sup> na turma A do estudo

e apenas do pré-teste para o pós-teste1 na turma C. Na turma B e na turma D (controle) não há alterações significativas.

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências		Análise de Wilcoxon		
			sim	não	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	19	18	1	—	—	—
	pós-test1	19	19	0	1	0	NSig. a=0,05
	pós-test2	19	18	1	2	1,5	NSig. a=0,05
Prob	pré-teste	19	32	6	—	—	—
	pós-test1	19	38	0	6	0	Sig. a=0,05
	pós-test2	19	38	0	6	0	Sig. a=0,05

Quadro 1: Apetência por responder (Turma A)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências		Análise de Wilcoxon		
			sim	não	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	26	25	1	—	—	—
	pós-test1	26	26	0	1	0	NSig. a=0,05
	pós-test2	—	—	—	—	—	—
Prob	pré-teste	26	41	11	—	—	—
	pós-test1	26	44	8	19	80	NSig. a=0,05
	pós-test2	—	—	—	—	—	—

Quadro 2: Apetência por responder (Turma B)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências		Análise de Wilcoxon		
			sim	não	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	20	20	0	—	—	—
	pós-test1	20	20	0	0	0	NSig. a=0,05
	pós-test2	20	20	0	0	0	NSig. a=0,05
Prob	pré-teste	20	26	14	—	—	—
	pós-test1	20	37	3	19	30	Sig. a=0,05
	pós-test2	20	25	15	17	72	NSig. a=0,05

Quadro 3: Apetência por responder (Turma C)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências		Análise de Wilcoxon		
			sim	não	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	21	20	1	—	—	—
	pós-test1	21	21	0	1	0	NSig. a=0,05
	pós-test2	21	19	2	5	3	NSig. a=0,05
Prob	pré-teste	21	29	13	—	—	—
	pós-test1	21	18	23	17	36	NSig. a=0,05
	pós-test2	21	23	19	24	100	NSig. a=0,05

Quadro 4: Apetência por responder (Turma D -controle)

### 6.3.3 Resultados relativos ao processo de resolução adoptado pelos alunos para resolverem exercícios e/ou problemas.

Pela leitura dos quadros 5, 6, 7 e 8 verifica-se o seguinte:

1) O processo de resolução de exercícios adoptado pelos alunos de todas as turmas do estudo e da turma de controle é, na sua maioria, de um operativismo cego.

Nos problemas, igualmente para a maioria dos alunos de todas as turmas, o processo de resolução adoptado está longe de ser próximo de um contexto de pesquisa mas já não usam um operativismo cego.

2) O processo de resolução adoptado pelos alunos, para resolverem exercícios e/ou problemas, não é alterado de maneira significativa do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2, nas turmas A e B do estudo e na turma D de controle, quer para os exercícios quer para os problemas.

3) Na turma C, do estudo, há uma aproximação pequena, mas significativa, ao contexto de pesquisa no processo de resolução dos exercícios do pré-teste para o pós-teste2 e dos problemas do pré-teste para o pós-teste1. Nas restantes situações da mesma turma não há alterações significativas.

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	19	16	3	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	19	16	3	0	0	0	5	6	NSig. a=0,05
	pós-test2	19	13	6	0	0	0	4	2,5	NSig. a=0,05
Prob.	pré-teste	19	2	7	10	0	0	—	—	—
	pós-test1	19	1	11	7	0	0	10	26	NSig. a=0,05
	pós-test2	19	2	14	3	0	0	10	10	NSig. a=0,05

Quadro 5: Processo de resolução (Turma A)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	26	24	2	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	26	20	3	3	0	0	8	5	NSig. a=0,05
	pós-test2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prob.	pré-teste	26	13	10	3	0	0	—	—	—
	pós-test1	26	10	14	2	0	0	14	45	NSig. a=0,05
	pós-test2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Quadro 6: Processo de resolução (Turma B)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	20	19	1	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	20	14	5	1	0	0	7	3,5	NSig. a=0,05
	pós-test2	20	11	9	0	0	0	8	0	Sig. a=0,01
Prob.	pré-teste	20	4	15	1	0	0	—	—	—
	pós-test1	20	1	14	5	0	0	10	5	Sig. a=0,02
	pós-test2	19	9	8	1	0	0	9	10	NSig. a=0,05

Quadro 7: Processo de resolução (Turma C)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	21	17	4	0	0	0	—	—	—
	pós-teste1	21	20	1	0	0	0	5	3	NSig. a=0,05
	pós-teste2	21	21	0	0	0	0	3	0	NSig. a=0,05
Prob.	pré-teste	21	9	11	1	0	0	—	—	—
	pós-teste1	19	9	10	0	0	0	7	10,5	NSig. a=0,05
	pós-teste2	18	9	9	0	0	0	9	20	NSig. a=0,05

Quadro 8: Processo de resolução (Turma D - controle)

### 6.3.4 Resultados relativos à "identificação, pelos alunos, de exercícios e/ou problemas"

Pela leitura dos quadros 9, 10, 11 e 12 verifica-se o seguinte:

1) As turmas do estudo aumentaram, de maneira significativa, a capacidade de identificar os exercícios do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2. Pelo contrário, os alunos da turma de controle não alteraram, de maneira significativa, a sua capacidade de identificar exercícios do pré-teste para o pós-teste1 e baixaram-na significativamente do pré-teste para o pós-teste2.

2) As turmas B e C do estudo aumentaram, de maneira significativa, a sua capacidade de identificar os problemas do pré-teste para o pós-teste1, o que não aconteceu do pré-teste para o pós-teste2 no caso da turma C. Pelo contrário, a turma D de, controle, não alterou, de maneira significativa, a sua capacidade de identificar problemas do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2

3) A turma A do estudo não alterou, de maneira significativa, a sua capacidade de identificar problemas do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2.

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	19	1	7	10	1	-	—	—	—
	pós-test1	19	0	1	12	6	-	16	15	Sig. a=0,01
	pós-test2	19	1	1	7	10	-	17	23	Sig. a=0,01
Prob.	pré-teste	19	1	4	12	2	0	—	—	—
	pós-test1	19	0	1	15	3	0	9	10,5	NSig. a=0,05
	pós-test2	19	1	6	7	5	0	13	39,5	NSig. a=0,05

Quadro 9: Identificação do exercício /problema (Turma A)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	26	1	11	12	2	-	—	—	—
	pós-test1	26	0	1	8	17	-	20	6	Sig. a=0,0002
	pós-test2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prob.	pré-teste	26	0	21	2	2	0	—	—	—
	pós-test1	26	1	3	19	3	0	21	20	Sig. a=0,001
	pós-test2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Quadro 10: Identificação do exercício/problema (Turma B)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	20	1	13	5	1	-	—	—	—
	pós-test1	20	0	0	17	3	-	16	7	Sig. a=0,002
	pós-test2	20	0	1	16	3	-	15	6	Sig. a=0,002
Prob.	pré-teste	20	0	16	4	0	0	—	—	—
	pós-test1	20	0	1	16	3	0	18	0	Sig. a=0,0002
	pós-test2	19	3	3	13	0	0	17	42,5	NSig. a=0,05

Quadro 11: Identificação do exercício/problema (Turma C)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			G1	G2	G3	G4	G5	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	21	1	6	13	1	-	—	—	—
	pós-teste1	21	0	5	16	0	-	11	29,5	NSig. a=0,05
	pós-teste2	21	0	17	3	1	-	15	25	*Sig. a=0,05
Prob.	pré-teste	21	2	18	1	0	0	—	—	—
	pós-teste1	19	6	6	7	0	0	11	33	NSig. a=0,05
	pós-teste2	18	5	7	5	1	0	12	22	NSig. a=0,05

Quadro 12: Identificação do exercício/problema (Turma D -controle)

\*Descida Significativa

### 6.3.5 Resultados relativos à capacidade de conversão do exercício e/ou problema para se tornar resolúvel

Pela leitura dos quadros 13, 14, 15 e 16 verifica-se o seguinte:

1) Para as turmas do estudo há um aumento significativo da capacidade de conversão do exercício para o tornar resolúvel do pré-teste para o pós-teste1 e apenas a turma C também do pré-teste para o pós-teste2. Pelo contrário, na turma de controle, não se alterou, de modo significativo, a capacidade de conversão do exercício do pré-teste para o pós-teste1 mas baixou de modo significativo essa capacidade do pré-teste para o pós-teste2.

2) Em todas as turmas do estudo há um aumento significativo da capacidade de conversão de um problema do pré-teste para o pós-teste1. Do pré-teste para o pós-teste2 não há alteração significativa desta capacidade nas turmas A e C. Pelo contrário, na turma D não se verificou nenhuma alteração significativa do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2.

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	19	1	6	9	3	-	—	—	—
	pós-test1	19	0	1	5	13	-	16	18	Sig. a=0,01
	pós-test2	19	1	1	10	7	-	12	16,5	NSig. a=0,05
Prob.	pré-teste	19	1	4	7	6	1	—	—	—
	pós-test1	19	0	0	2	14	3	14	10	Sig. a=0,01
	pós-test2	19	1	0	8	9	1	15	46	NSig. a=0,05

Quadro 13: Conversão do exercício/problema (Turma A)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	26	1	15	10	0	-	—	—	—
	pós-test1	26	0	0	7	19	-	24	0	Sig. a=0,0001
	pós-test2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prob.	pré-teste	26	0	14	11	0	1	—	—	—
	pós-test1	26	1	3	15	6	1	16	20	Sig. a=0,01
	pós-test2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Quadro 14: Conversão do exercício/problema (Turma B)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	20	1	16	2	1	-	—	—	—
	pós-test1	20	0	0	7	13	-	19	0	Sig. a=0,0002
	pós-test2	20	0	2	15	3	-	16	6,5	Sig. a=0,002
Prob.	pré-teste	20	0	12	7	1	0	—	—	—
	pós-test1	20	0	2	11	7	0	13	0	Sig. a=0,002
	pós-test2	19	3	2	9	4	1	15	43,5	NSig. a=0,05

Quadro 15: Conversão do exercício/problema (Turma C)

	teste	Total de sujeitos	n° ocorrências					Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	Subidas + descidas	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	21	1	3	15	2	-	—	—	—
	pós-teste1	21	0	6	15	0	-	7	9,5	NSig. a=0,05
	pós-teste2	21	0	13	8	0	-	13	13	*Sig. a=0,02
Prob.	pré-teste	21	2	16	3	0	0	—	—	—
	pós-teste1	19	6	6	6	1	0	16	65	NSig. a=0,05
	pós-teste2	18	5	6	6	1	0	14	49	NSig. a=0,05

Quadro 16: Conversão do exercício/problema (Turma D -controle)

\* Descida significativa

### 6.3.6 Resultados relativos à capacidade global de resolver exercícios e/ou problemas

Pela leitura dos quadros 17, 18, 19 e 20 verifica-se o seguinte:

1) Em todas as turmas do estudo há um aumento significativo da capacidade global de resolver exercícios do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2. Em contrapartida, a turma de controle não revela alteração significativa da capacidade global de resolução de exercícios do pré-teste para o pós-teste1 e ainda diminui, significativamente, essa capacidade do pré-teste para o pós-teste2.

2) Em todas as turmas do estudo há um aumento, significativo, da capacidade global de resolver problemas do pré-teste para o pós-teste1, apesar de não haver alteração significativa do pré-teste para o pós-teste2 nas turmas A e C. Em contrapartida, na turma de controle não houve alteração significativa da capacidade global de resolver problemas do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2.

	teste	To tal suj.	n° ocorrências									Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	Subi + descid	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	19	1	1	0	6	4	5	1	0	1	—	—	—
	pós-test1	19	0	1	0	0	0	3	11	3	1	17	17	Sig. a=0,01
	pós-test2	19	1	0	0	0	0	9	1	3	4	16	17	Sig. a=0,01
Prob.	pré-teste	19	1	3	4	6	4	1	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	19	0	0	0	3	12	4	0	0	0	16	15	Sig. a=0,006
	pós-test2	19	1	0	5	5	6	2	0	0	0	16	49,5	NSig. a=0,05

Quadro 17: Capacidade global de resolver exercícios/problemas (Turma A)

	teste	To tal suj.	n° ocorrências									Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	Subi + descid	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	26	1	3	7	7	4	4	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	26	0	0	0	1	3	4	5	12	1	26	4	Sig. a=0,0005
	pós-test2													
Prob.	pré-teste	26	0	3	16	6	0	0	1	0	0	—	—	—
	pós-test1	26	1	2	1	12	6	3	0	1	0	23	32	Sig. a=0,002
	pós-test2													

Quadro 18: Capacidade global de resolver exercícios/problemas (Turma B)

	teste	To tal suj.	n° ocorrências									Análise de Wilcoxon		
			0P	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	Subi + descid	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	20	0	3	11	4	0	2	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	20	0	0	0	1	5	5	7	2	0	19	0	Sig. a=0,0002
	pós-test2	20	0	1	1	3	5	8	1	0	1	19	13,5	Sig. a=0,002
Prob.	pré-teste	20	0	4	9	6	1	0	0	0	0	—	—	—
	pós-test1	20	0	0	2	11	6	1	0	0	0	13	0	Sig. a=0,002
	pós-test2	19	3	3	6	6	0	1	0	0	0	14	39	NSig. a=0,05

Quadro 19: Capacidade global de resolver exercícios/problemas (Turma C)

	teste	To tal suj.	n° ocorrências								Análise de Wilcoxon			
			0P	1P	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	Subi + descid	Menor so- ma postos	Nível de si- gnificância(a)
Exe.	pré-teste	21	1	1	0	6	6	4	1	2	0	—	—	—
	pós-teste1	21	0	2	3	1	9	6	0	0	0	17	89,5	NSig. a=0,05
	pós-teste2	21	0	1	16	1	3	0	0	0	0	20	26	*Sig. a=0,01
Prob.	pré-teste	21	2	3	13	3	0	0	0	0	0	—	—	—
	pós-teste1	19	6	2	5	5	1	0	0	0	0	17	66,5	NSig. a=0,05
	pós-teste2	18	5	6	5	2	0	0	0	0	0	12	18	NSig. a=0,05

Quadro 20: Capacidade global de resolver exercícios/problemas (Turma D - controle)

\* Descida significativa

### 6.3.7 Resultados relativos à capacidade de avaliação da resolução e/ou resultado de um exercício e/ou problema.

Não se apresenta nenhum quadro para esta sub-categoria porque todos os alunos de todas as turmas em todos os testes obtiveram, nesta subcategoria, a pontuação de zero pontos, com duas exceções: um aluno da turma B no pós-teste1 com um ponto e um aluno da turma D no pré-teste com um ponto também. Por isso:

1) Não há alteração significativa da capacidade de avaliar a resolução e/ou o resultado de um exercício e/ou problema do pré-teste para o pós-teste1 e para o pós-teste2 em todas as turmas.

2) A avaliação do processo de resolução e/ou resultado não são feitas quer nas turmas do estudo quer na turma de controle.

# ***Cap 7***

## ***Estudo das Hipóteses e Conclusões***

***7.1 Estudo das Hipóteses B e B1***

***7.2 Estudo das Hipóteses C's***

***7.3 Estudo do Pressuposto A***

***7.4 Conclusões gerais do estudo***

***7.5 Limitações do estudo verificadas à  
posteriori***

***7.6 Recomendações para estudos posteriores***

## 7.1 Estudo das hipóteses B e B1

### 7.1.0 Introdução

O estudo das hipóteses B e B1 (ver §3.2.1, pág. 63) será feito recorrendo a três tipos de resultados:

- a) da variável supervisão;
- b) da variável centralidade do ensino aprendizagem em resolução de problemas;
- c) da variável desempenho dos alunos na resolução de problemas nomeadamente dos resultados da capacidade global de resolver problemas.

A variável supervisão (na qual se inserem as hipóteses B e B1) será estudada internamente (através do material da supervisão) e externamente através das restantes variáveis.

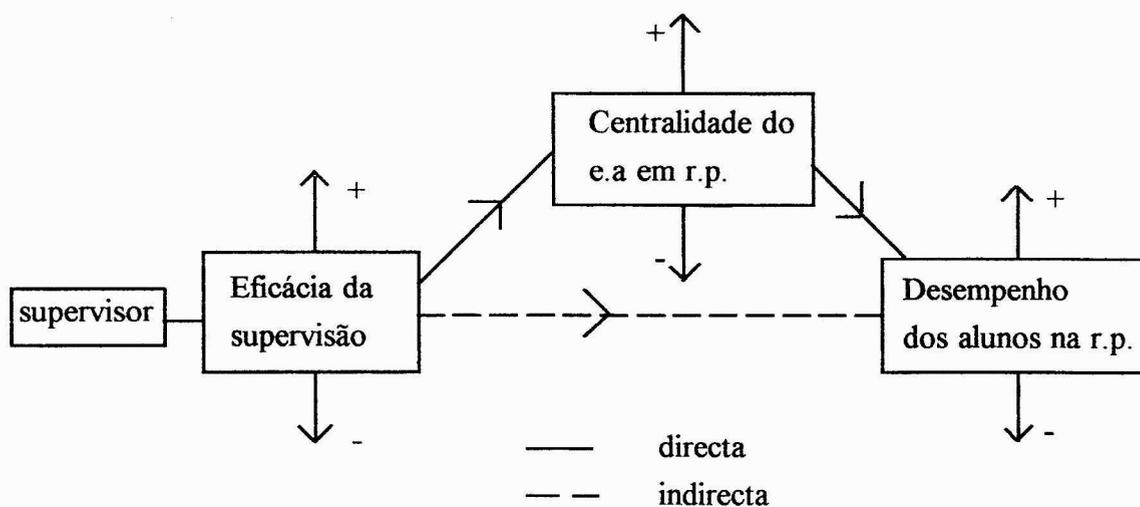


Fig. 7.1. Relação entre as variáveis implicadas no estudo das hipóteses B e B1

A lógica do estudo das hipóteses B e B1 ser feito a partir das variáveis indicadas reside na relação que existe entre elas e que é ilustrado pela fig. 7.1. Veja-se também a fig. 2.1. (cap. 2, pág. 43)

Será feito, em primeiro lugar, uma interpretação dos resultados de cada variável (eficácia da supervisão, centralidade do e.a. em r.p. e desempenho dos alunos na r.p.). Em seguida (§7.1.4) serão tiradas conclusões globais relativas à hipótese B e à hipótese B1 a partir das interpretações parcelares.

A interpretação dos resultados da variável supervisão (§6.1) será feita a

partir dos resultados obtidos nas categorias estudadas (impacto da supervisão nas percepções, atitudes e documentos produzidos pelos professores; passagem do saber declarativo ao saber contextual; perfil da supervisão e contingências da supervisão).

A interpretação dos resultados da variável "centralidade do e.a. em r.p." será feita tendo em conta os resultados globais, por professor, obtidos no I.O. (§6.2.3).

Os resultados relevantes da variável "desempenho dos alunos na r.p." para estudar das hipóteses B e B1 são os que dizem respeito à capacidade global de resolver problemas. A razão para esta escolha reside no facto desta categoria englobar três sub-categorias importantes e, além disso, descrever melhor que as outras categorias o desempenho dos alunos na resolução de problemas.

### **7.1.1 Interpretação dos resultados da supervisão**

#### **A - Impacto da supervisão nas percepções, atitudes e documentos produzidos pelos professores**

Para interpretarmos as percepções dos professores relativamente ao modelo, suas implicações para a prática lectiva e para a aprendizagem dos alunos, vamos considerar os resultados dos itens 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 da categoria 1.1 apresentados no §6.1.1. O impacto da supervisão nas atitudes será interpretado a partir dos itens 1.8 e 1.9 da mesma categoria que se encontram no mesmo parágrafo. Finalmente, o impacto da supervisão nos documentos produzidos será interpretado a partir dos resultados indicados nos itens 1.6 e 1.7 igualmente da mesma categoria.

a) O impacto da supervisão nos professores parece ser globalmente positivo. Encontram-se características nos documentos produzidos pelos professores durante a 2ª intervenção que denotam estarem influenciados pelo modelo e que não existiam nos documentos anteriormente produzidos pelos mesmos. No entanto, nem todas as características dos documentos produzidos se aproximam das desejáveis. A componente de aperfeiçoamento dos documentos produzidos pelos professores não foi prevista na supervisão e provavelmente seria muito interessante e frutuosa considerar-se. A qualidade das alterações introduzidas teria de ser trabalhada pelos professores, reflectida

com os mesmos e testada.

Esta interpretação vai ser mais aprofundada nos pontos seguintes.

b) Parece haver uma fase crítica ao passar do saber declarativo para o saber-fazer que ocorre logo que se abandona a 1ª intervenção e se inicia a 2ª intervenção. Esta fase crítica consiste, provavelmente, numa tomada de consciência dos conhecimentos que é necessário utilizar para se implementar um e.a. que tenha em conta o modelo e se nota uma discrepância entre os conceitos que aparentemente se dominam e aqueles que seriam, ainda de maneira indefinida, necessários dominar. Repare-se que, apesar dos professores não indicarem nenhuma dificuldade no domínio dos conceitos durante a 1ª intervenção, nunca fazem referência a certos conceitos e durante a 2ª intervenção fazem referência à dificuldade de entenderem alguns deles.

c) Parece haver, igualmente, outra fase crítica para alargar o saber-fazer e ganhar uma dimensão que não deixe frustração e permita chegar ao saber contextual. Esta fase crítica consiste num momento crítico do processo de implementação da inovação, uma vez que ele levanta a questão e a necessidade de pôr em causa práticas e respectivas teorias suporte, processo doloroso, complexo e de grande investimento pessoal. Provavelmente, esta passagem implica mais tempo de experimentação, mais reflexão, mas também mais formação na área específica de Física e mais investimento pessoal. Repare-se que, nesta fase, ocorrem fenómenos contraditórios. As expectativas dos professores relativamente ao impacto do modelo nos alunos vai diminuindo à medida que a supervisão decorre (ver §6.1.1 item 1.4). Contudo os professores reconhecem que há impacto positivo nos alunos mais fracos.

d) O fenómeno de abaixamento das expectativas provavelmente está relacionado com a circunstância dos professores, progressivamente, irem tendo mais consciência de que têm dificuldades em traduzir o "modelo" em prática lectiva. Esta experiência parece condicionar, de maneira decisiva, a possibilidade dos professores experimentarem a implementação do modelo noutras unidades (ver §6.1.1 item 1.5) e a atitude que têm face ao próprio modelo (ver §6.1.1 item 1.9).

e) Alguns resultados podem ser interpretados como fenómeno dos professores retornarem às teorias que defendiam antes da supervisão, não só, certamente, por deficiência desta mas, também, porque qualquer profissional tem um conjunto de concepções que determinam, decisivamente, a sua prática cuja abordagem ultrapassa o âmbito de intervenção deste estudo (cf. Avalos, 1991; Duffee & al 1992: 494-8). O que se disse é atestado pelo seguinte exemplo. Da 1ª para a 2ª intervenção os professores evoluem de uma posição de

admitirem que o modelo permite ao professor diminuir as dificuldades sentidas pelos alunos para uma posição em que não admitem facilmente essa possibilidade (ver §6.1.1 item 1.8).

## B Passagem do saber declarativo ao saber contextual

a) As dificuldades na compreensão do modelo e na sua utilização como inspirador das práticas só surgiram ‘durante e depois da 2ª intervenção’. Estas dificuldades estão, provavelmente, relacionadas com a forte ligação dos professores ao paradigma funcional (Freire & Sanches 1992:504), com a compreensão de alguns conceitos-chave do modelo, com a dificuldade em traduzir em prática educativa conceitos oriundos do modelo e com factores contingentes -oportunidade do processo de supervisão, resistência dos alunos, etc. (ver §6.1.1 item 2.1).

b) Só é possível falar de teorias privadas a partir do momento em que elas emergirem e é durante e depois da 2ª intervenção que isso acontece. Algumas das ideias que se evidenciam não correspondem, propriamente, a teorias privadas mas, sim, a um fraco domínio dos conceitos do modelo. Outras, porém, correspondem a verdadeiras teorias privadas (ver §6.1.1 item 2.2). Deste facto podemos concluir que a implementação de uma inovação tem de prever vários momentos em que seja possível a exteriorização das teorias privadas dos professores e o confronto da teoria com a prática. Este estudo previa, inicialmente, um momento destes durante a 2ª intervenção, pois antevia-se dificuldades na passagem do saber declarativo para o saber-fazer e deste para o saber-contextual mas não se antevia que esta passagem fosse tão morosa e tivesse mais que uma fase crítica como se pode constatar.

O número de momentos para exteriorização das teorias privadas e para confronto da teoria com a prática não pode ser pré-determinado e dependerá das circunstâncias em que ocorrerá a supervisão e do tipo de pessoas envolvidas nela. Mesmo assim não é seguro que a mudança ocorra, pois o processo é sobretudo interior e por isso com a co-responsabilidade dos interessados (ver §6.1.1 item 2.3).

c) Não é possível dizer se os professores, no final do estudo, estão em condições de acolher o modelo no sentido dado por Thomaz (1990), pois o tempo de supervisão não permitiu que se firmasse uma convicção razoável relativamente ao modelo, suficiente para enfrentar os constantes embates com prática docente (ver §6.1.1 item 2.4).

## C Perfil de Supervisão

a) Os professores, de uma maneira geral, não tomam a iniciativa de solicitar, explicitamente, apoio durante a 2ª intervenção. No entanto reclamam-no sempre que o investigador está presente. Exigem uma maneira de estar que é mais 'estar com' do que 'pedir ajuda a'. Contudo a interdependência (Vieira,1992:27; Ellis,1990:268) entre os professores e o investigador é pequena como se pode ver no §6.1.1 item 3.3 e, por consequência, a variedade de assuntos tratados também é pequena (ver §6.1.1 item 3.4), exceptuando-se no encontro de 6 horas.

b) Todos os professores se envolveram no processo de supervisão. Seguindo o critério do número de solicitações/intervenções junto do investigador e do número de aulas gastas na unidade supervisionada parece que o professor C está mais envolvido que os restantes. No final o professor A é aquele que se encontra com um certo desencanto por razões que não têm apenas a ver com a supervisão, mas também com uma certa desmotivação relativamente à profissão (ver §6.1.1 itens 3.5 e 3.7).

c) A avaliação que os professores fizeram da supervisão/supervisor permite fazer as seguintes asserções sobre o perfil da supervisão (ver §6.1.1 item 3.5):

-A 1ª intervenção foi sentida pelos professores como adequada provocando a necessidade de alterar as suas práticas educativas, embora um professor (A) achasse que ela deveria ter sido mais prática.

- Os professores, provavelmente, não se aperceberam da importância da 2ª intervenção para o aperfeiçoamento da prática e para a compreensão do próprio modelo. Certamente estão influenciados pelo carácter iminentemente teórico da sua formação inicial. E, assim, assiste-se a uma contradição interessante: por um lado os professores afirmam que a preparação durante a 1ª intervenção deveria ter sido mais ligada à prática lectiva mas quando foi pedida reflexão sobre as suas práticas lectivas à luz do "modelo" ( e vice-versa) verificou-se uma resistência a fazerem-no. Deste modo não parecem atribuir a importância devida às suas próprias práticas como estratégia de formação. Aliás esta consciência é um assunto relativamente recente na investigação sobre formação de professores (Schön, 1987; Manen, 1991; Alarcão 1991).

Uma interpretação possível para estas duas asserções é a seguinte. Os professores, inconscientemente, estavam preparados para aceitarem uma formação inicial sobre o modelo e respectiva prática pedagógica mas não estariam preparados para aceitarem reflectir, pôr em questão e, eventualmente, alterarem a sua prática lectiva.

d) Há ainda outra contradição interessante que é a seguinte: os professores por um lado acham que a preparação deveria ser mais demorada e por outro dizem que não têm disponibilidade para isso. Pensa-se que a justificação para este facto deve ser encontrada na falta de motivação que encontram no sistema educativo e terem de recorrer a outras formas para arranjam complementos do seu ordenado (ver §6.1.1 item 3.7)

## D Contingências da supervisão

a) Parece poder associar-se o pouco tempo gasto na supervisão com a falta de experiências duradoiras de formação dos professores A, B e C (ver §6.1.1 itens 4.1 e 4.2) e com falta de disponibilidade dos professores (ver §6.1.1 itens 3.7 e 4.4). A falta de experiências duradoiras inibe o investimento dos professores na sua formação ou dificulta a compreensão da necessidade de bastante tempo de maturação da inovação. Se aquela associação não acontecesse, provavelmente, seria possível maior flexibilidade na 2ª intervenção no sentido de ser mais intensiva e prolongada. Por outro lado como os professores não reconheceram valor às suas práticas como estratégia de formação dificultou a reflexão e condicionou o tempo de supervisão.

b) As condições concretas das escolas bem como o clima geral de grande perplexidade dos professores no momento em que estava a ser feito o estudo condicionaram negativamente de maneira visível a supervisão (ver §6.1.1 itens 4.3 e 4.4).

c) A falta de material educativo de apoio ao modelo será uma outra condicionante grave da supervisão tal como indica Abrantes, José (1992) a propósito do funcionamento da implementação da inovação. O investigador, no entanto, não podia dar resposta neste estudo a esta condicionante. Esta circunstância arrastava consigo problemas de compreensão do modelo, da sua tradução para prática lectiva e tornava mais pertinente a disponibilidade de tempo dos professores.

d) É interessante verificar que na 1ª intervenção os professores A, B e C ficam mais ou menos rendidos ao modelo mas quando o têm de traduzir em prática lectiva as desculpas, para aligeirarem ou não aprofundarem o modelo e a prática lectiva, crescem e diversificam-se (ver §6.1.1 itens 4.5 e 4.6). Provavelmente na 1ª intervenção os professores estavam na fase de romance e na 2ª intervenção os 'custos' de um procedimento sistemático que levariam à precisão (Stinner 1990:250) e mais tarde à generalização eram demasiados elevados para os professores envolvidos.

## **7.1.2 Interpretação dos resultados sobre a centralidade do e.a. em r.p.**

### **A - Aspectos Gerais**

Os resultados do I.O. por categorias e tendo em conta a sua lógica permitem fazer as seguintes asserções:

a) Todos os professores (excepto o de controle) tentam alterações no seu ensino-aprendizagem. Os aspectos mais ligados às intenções dos professores (ligados à formulação de problemas) são aqueles onde a mudança é mais visível. Os restantes são aspectos que implicam um esforço maior, uma melhor compreensão do modelo e um procedimento sistemático de precisão, ou seja, a passagem do saber declarativo para o saber-fazer e para o saber contextual que é processo de reorganização dos saberes (Alarcão, 1991:16) e por isso moroso e complexo.

b) Parece haver sensibilidade dos professores para tentarem traduzir os princípios orientadores do modelo (ver §3.1.4) no seu ensino-aprendizagem. Por exemplo, os conceitos não são abordados como se eles tivessem uma só fase de crescimento, embora ainda se verifiquem fases de crescimento dos conceitos em que há deficiências (nomeadamente na operacionalização) e outras em que há ausências no ensino-aprendizagem (nomeadamente na formalização). Outro aspecto positivo é a introdução de situações problemáticas na sala de aula mas raramente são convertidas em contextos problemáticos.

c) O princípio orientador menos compreendido e um dos mais estruturadores do ensino-aprendizagem é o da problematização, nomeadamente no que diz respeito à variedade de formas e finalidades em que os problemas se podem apresentar. Em particular as tarefas-problema são pouco usadas e na maioria das vezes incorrectamente.

### **B - Dos resultados da leitura global por professor**

A partir dos resultados da leitura global por professor (ver §6.2.3) é possível tirar as seguintes conclusões:

a) - O professor A regista alguns progressos evoluindo em algumas categorias do I.O. mas, tendo em conta os resultados de uma análise das relações entre as diferentes categorias, verifica-se que há diversos comportamentos que se mantêm. Alguns deles são factores de ineficiência como

por exemplo a verificação do que se aprendeu com a resolução de problemas.

Há, no entanto, mudanças a registar, duas delas directamente relacionadas com os problemas e a sua abordagem e outra que está relacionada com o crescimento dos conceitos. Como estas mudanças estão directamente relacionadas com o modelo podemos, provavelmente, inferir que este professor foi influenciado positivamente pela supervisão e consequentemente pelo modelo, apesar de alguns dos seus comportamentos não terem sido alterados.

Mais uma vez se verifica que seria necessário mais momentos de supervisão para se proceder a ajustes mais sistemáticos e precisos da prática lectiva .

b)- O professor B, provavelmente, é aquele em que a distância entre as intenções e a prática lectiva é maior, na medida em que tem uma evolução positiva em quase todas as categorias do grupo I de categorias e nos restantes conjuntos de categorias a evolução dá-se em poucas categorias.

Há muitos comportamentos que não são alterados com a supervisão sendo alguns factores importantes de ineficiência (praticamente os mesmos do professor A). A influência da supervisão neste professor faz-se sentir quase exclusivamente na formulação de problemas e um pouco na sua abordagem.

c)- O professor C é aquele que, provavelmente, mais positivamente é influenciado pela supervisão na medida em que tem evoluções positivas em todos os grupos de categorias. Mesmo considerando a análise mais fina tendo em conta a relação entre as categorias, não se nota incongruência nos resultados. Contudo, apesar do seu ensino aprendizagem ter evoluído para uma maior centralidade em r.p., ainda fica um pouco distante de um e.a. centrado na r. p.. Há comportamentos importantes que não são alterados, mas há algumas mudanças de comportamento que, em princípio, não seriam possíveis de ocorrer se o professor não estivesse neste processo de supervisão.

d)- Relativamente ao professor D (controle) pode-se dizer que manifesta comportamentos bastante afastados de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

### **7.1.3 Interpretação dos resultados da capacidade global de resolver problemas**

A interpretação dos resultados da capacidade global de resolver problemas será feita tendo em conta os resultados das outras variáveis e está contida nas duas seguintes asserções:

a) A supervisão parece ter influenciado, de maneira indirecta, o desenvolvimento, nos alunos, da capacidade global de resolver problemas, pois

esta aumentou de maneira significativa do pré-teste para o pós-teste1, nas turmas dos professores A, B e C enquanto nas do professor D (controle) não houve aumento. Se o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas ocorreu devido a uma alteração da prática dos professores induzida pela supervisão e esta teve em conta o "modelo", então é provável que a supervisão tivesse uma certa eficácia no sentido de criar condições para os professores poderem alterar certas práticas que conduzissem a um maior desempenho dos alunos na resolução de problemas.

b) Porém, parece que os professores depois da 2ª intervenção adoptam, progressivamente, nas unidades didácticas seguintes, estratégias mais fracamente influenciadas pelo modelo provavelmente por os professores estarem de regresso ao paradigma funcional (Freire & Sanches 1992:504). Esta interpretação parece explicar que do pré-teste para o pós-teste2:

i- A capacidade global de resolver exercícios aumentou de maneira significativa nos alunos dos professores A e C enquanto nos alunos do professor D (controle) há uma diminuição significativa.

ii- A capacidade global de resolver problemas: aumentou mas não de maneira significativa para o professor A; não evoluiu nos alunos da turma do professor C; e diminuiu, mas não de maneira significativa, para os alunos da turma do professor D.

#### **7.1.4 Conclusões relativas às hipóteses B e B1**

Como as hipóteses B e B1, de acordo com o que ficou exposto em §3.2.2, apesar de estarem ligadas são independentes, vamos apresentar as conclusões de maneira independente.

##### **Conclusões relativas à hipótese B**

A partir das variáveis externas à supervisão é possível tirar as seguintes conclusões:

Hipótese B à luz das variáveis externas

a) O programa de supervisão parece ter sido eficaz na medida em que:  
i- a centralidade do ensino-aprendizagem em resolução de problemas de todos os professores (excepto o de controle) aumentou, embora ainda ficasse um pouco aquém do desejável;

ii- a capacidade global de resolver problemas e exercícios, durante a

unidade de ensino em que decorreu a 2ª intervenção, aumentou de maneira significativa em todas as turmas do estudo excepto na de controle.

b) A eficácia da supervisão parece, contudo, ficar relativizada, pois verificaram-se, em todos os professores, comportamentos que não se alteraram e alguns deles eram factores de ineficiência para a aproximação de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas. Saliente-se, no entanto, que alguns comportamentos dos professores se alteraram no sentido de ficarem mais adequados a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas e não houve nenhum comportamento que tivesse retrocedido.

c) O ensino-aprendizagem proporcionado pelos professores na sala de aula aos seus alunos parece aproximar-se, durante a 2ª intervenção, de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas e depois daquela intervenção afastar-se progressivamente. Durante a 2ª intervenção não é possível concluir se há ou não aproximação progressiva a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

### Confirmação parcial da Hipótese B

Assim, de acordo com as variáveis externas da supervisão, pode-se afirmar provisoriamente que a *Hipótese B* só em parte é confirmada. Com efeito o programa de supervisão permitia aos professores experimentarem um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problema mas tudo indica que não o adoptaram.

### Hipótese B à luz da variável interna

O estudo da variável supervisão pode iluminar as conclusões anteriores com a seguinte análise conclusiva:

a) Os indicadores provenientes do material da supervisão apontam para uma mudança do ensino-aprendizagem de todos os professores excepto o de controle no sentido de se tornar mais centrado em resolução de problemas. Estes indicadores são claramente confirmados pelas conclusões a partir das variáveis independentes ‘centralidade de e.a. em resolução de problemas’ e ‘desempenho dos alunos na resolução de problemas’. Contudo essa mudança é afectada pela degradação de expectativas dos professores, pelo fraco domínio de conceitos do modelo, por dificuldades importantes de passagem do saber declarativo para o saber-fazer, pelo retorno a convicções contraditórias com o modelo e pela dificuldade dos professores entenderem a importância da 2ª intervenção para a alteração da prática lectiva e compreensão do modelo. Estes factores podem ser encontrados em diferentes estudos.

Podemos, portanto, falar de experimentação de um ensino-aprendizagem que tentou ser centrado em resolução de problemas e foi-o em vários aspectos, mas não podemos falar de uma aproximação progressiva a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas, nem, provavelmente, de uma adoção da inovação. Aliás como indica Thomaz (1990:169) qualquer inovação pode ser rejeitada a qualquer momento.

Este resultado é concordante com diversa investigação e reflexão teórica, na medida em que para haver progressividade na implementação da inovação:

-a experimentação teria de ter vários ciclos de investigação-acção (ibidem: 172) (incompatível com o tempo disponível para este estudo);

-as convicções fortes dos professores relativamente às suas práticas teriam de ser combatidas com estratégias específicas e demoradas (incompatível com a natureza deste estudo);

-a importância do questionamento sistemático precisando os factores relevantes da prática lectiva que tinham de ser alterados para uma aproximação progressiva de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas tinha de ser reconhecida pelos professores (cf. Stinner 1990:250; Alarcão 1991:16; Freire & Sanches 1992:504) e mais induzida pelo programa de supervisão.

O programa de supervisão (ver §4.4.3) estava organizado de modo a provocar na 1ª intervenção uma certa desestruturação dos esquemas mentais dos professores e depois uma reestruturação (Santos 1991:208 ss). Na 2ª intervenção, como ocasião de reflexão sobre a prática e confronto do modelo com a prática, a desestruturação e reestruturação voltavam a ter lugar. Tal não foi suficiente, pelo menos na forma como foi feita, sobretudo na 2ª intervenção. Por isso o estudo desta hipótese veio confirmar a relevância dos diferentes estudos sobre a importância da prática, com estatuto epistemológico, para uma formação de professores que tenha consequências para a sua prática lectiva (cf por ex. Schön 1987, Manen 1991, Alarcão 1991, Vale 1989).

### Conclusão final relativa à Hipótese B

Em síntese, podemos afirmar que o estudo da *Hipótese B* permitiu-nos concluir que:

i - É possível conceber um programa de supervisão que leve os professores a experimentarem um ensino-aprendizagem mais centrado na resolução de problemas.

ii - Para que a aproximação do e.a. do professor ao e.a. centrado em r.p. seja progressiva é necessário identificar os factores relevantes da prática lectiva que causam ineficiência naquela aproximação. Esta identificação e consequente

ultrapassagem pode ser feita através de uma 2ª intervenção mais demorada e que assuma (por todos os intervenientes) a importância do questionamento e reflexão sistemáticos da prática lectiva. Este questionamento deve ser fundamentado, essencialmente, nos princípios orientadores do modelo. Deste modo, os materiais produzidos seriam progressivamente melhorados, a estruturação das aulas progressivamente mais próxima do e.a. centrado na r.p., os comportamentos consciencializados e adaptados e as atitudes dos professores reforçadas.

iii - A adopção da inovação não está exclusivamente dependente do programa de supervisão. É fortemente condicionada pelas experiências anteriores de formação dos professores, nas quais o tempo interior de maturação joga um papel relevante. É, igualmente, condicionada pela falta de material educativo de apoio, pelos 'custos' que os professores estão dispostos a suportar para mudarem e pelo apego a uma concepção de ensino cujas características estão próximas do "paradigma funcional".

### Reformulação da Hipótese B

Assim, a Hipótese B deveria estar formulada do seguinte modo:

É possível conceber um programa de supervisão que permita aos professores experimentarem um ensino aprendizagem que esteja mais próximo de um e.a. centrado na r.p.. Só haverá aproximação progressiva a um e.a. centrado na r.p. se o tempo e a forma de supervisão permitirem alterar a concepção e a prática de ensino. A adopção de um e.a. centrado na r.p. pelos professores não ocorre como consequência da experimentação de um e.a. que esteja mais próximo de um e.a. centrado na r.p., mas está condicionada pela alteração da concepção de ensino dos professores, pela sua própria vontade de mudarem e pelo apoio simultâneo e posterior, nomeadamente, de material educativo.

### Conclusões relativas à hipótese B1

Para se estudar esta hipótese só, em parte, se pode recorrer aos resultados das variáveis 'centralidade do e.a. em r.p.' e 'desempenho dos alunos na resolução de problemas'. Contudo é possível retirar algumas conclusões que serão ajustadas com as informações sobre a variável supervisão.

### Hipótese B1 à luz das variáveis externas

Da variável 'centralidade do e.a. em r.p.' é possível tirar uma conclusão relativa a esta hipótese se se atender à lógica do modelo e consequentemente do

próprio I.O.. As observações feitas ‘durante a 2ª intervenção’ deveriam evidenciar certo tipo de comportamentos dos professores de acordo com os ‘princípio das linguagens’ e o ‘princípio do crescimento dos conceitos’ e depois da 2ª intervenção deveriam evidenciar outros ainda de acordo com os mesmos princípios. Com efeito os professores A e C revelam alguma adequação das suas práticas ao princípio de crescimento dos conceitos mas o professor B não. Porém todos eles revelam estarem mais ajustados a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas para as fases mais elementares do crescimento dos conceitos. Igualmente, o princípio da problematização nomeadamente no que diz respeito à variedade de formas e finalidades em que os problemas se podem apresentar não é compreendido. Neste sentido há uma fase crítica na aproximação de um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas ao passar das fases mais elementares do crescimento dos conceitos para as mais elevadas e para alargar a variedade de problemas adequada a cada momento da aprendizagem.

#### Hipótese B1 à luz da variável interna

Da variável ‘supervisão’ é possível retirar as seguintes conclusões:

a) Parece haver uma fase crítica ao passar do saber declarativo para o saber-fazer à qual está, provavelmente, associado a um fraco domínio dos conceitos do modelo. Provavelmente, trata-se de uma confirmação da não aplicabilidade do paradigma da ciência aplicada (Alarcão 1991:16) à passagem do modelo para uma prática coerente com o mesmo.

b) Parece haver, igualmente, outra fase crítica ao alargar o saber-fazer para ter uma consistência que não deixe frustração e permita chegar ao saber contextual. A esta fase crítica parece estar associada um abaixamento das expectativas dos professores relativamente ao impacto do modelo nos alunos (na verdade eram relativamente às suas práticas influenciadas pelo modelo). Talvez seja esta a fase mais difícil de ultrapassar porque é justamente aqui que se levanta a necessidade de cada professor pôr em causa as suas práticas habituais e respectivas teorias e abandonar, de vez, o paradigma funcional (Freire & Sanches 1992:504). Seria, justamente, nesta fase, que vai desde o início da 2ª intervenção até final da mesma, necessário um trabalho sistemático de produção de material e melhoria das alterações introduzidas na prática lectiva, aumentando progressivamente a precisão da abordagem. Seria neste trabalho que as teorias privadas surgiriam naturalmente e seriam confrontadas quer com o modelo quer com outros contributos sobre a resolução de problemas e sobre o ensino-aprendizagem da Física.

Conclusão final  
relativa à  
Hipótese B1

Resumindo, a hipótese B1 parece ter sido largamente confirmada e identificaram-se três fases críticas:

-Os primeiros embates das concepções que se tinham do modelo com a prática lectiva constituem a primeira fase crítica, que corresponde à primeira passagem do saber declarativo para o saber-fazer.

-Os últimos três quartos da 2ª intervenção são críticos, pois é durante esta fase que se alarga o saber-fazer, se apuram alterações, se precisam procedimentos, se alimenta a confiança, se confrontam as teorias privadas, se toma consciência que determinados aspectos do modelo não têm aplicabilidade directa. Trata-se de um processo que conduz a uma ruptura epistemológica com o paradigma funcional. Em particular, a tradução em prática lectiva do princípio das linguagens, do princípio do crescimento dos conceitos e do princípio da problematização para o ensino-aprendizagem da Física, é crítica para a aproximação progressiva dos professores a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

-O abandono da supervisão, sem estar assegurada a mudança de concepção de ensino adequado ao modelo, mais facilmente origina a não adopção deste. Se o abandono da supervisão é feito por imposições de tempo (foi este o caso) e não a constatação de que o supervisor já não era preciso é provável que a adopção do "modelo" não seja feita.

## 7.2 Estudo das hipóteses C's

Ao estudar as hipóteses C's convém reafirmar o estatuto de corolário das hipóteses C1, C2, C3 e C4 (ver §3.3, pág. 68 e ss).

A variável dependente 'desempenho dos alunos na resolução de problemas' é estudada em relação com outra variável dependente a 'centralidade do e.a. em r.p.'. Esta relação é ilustrada pela fig. 7.2.

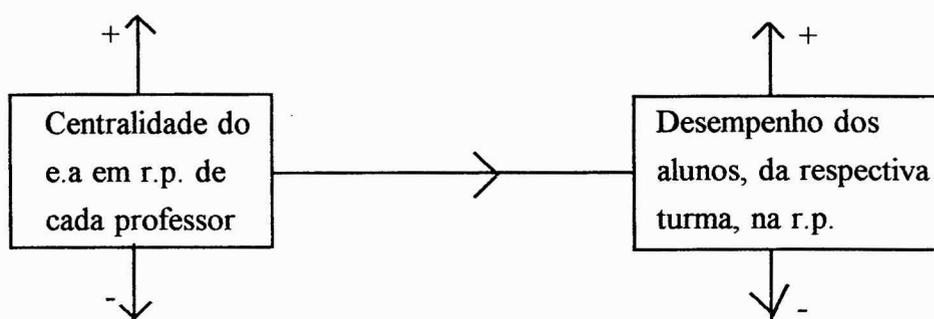


Fig. 7.2. Relação entre as variáveis implicadas no estudo das hipóteses C's

Neste estudo, das hipóteses C's, será, portanto, tido em conta os resultados obtidos pelos alunos das quatro turmas do estudo (3 experimentais e 1 de controle), nos pré-teste, pós-teste1 e pós-teste2 à luz do instrumento de análise apresentados no §5.4.2. Estes resultados serão comparados com os resultados obtidos sobre a centralidade do ensino-aprendizagem de cada professor. Desta comparação serão apresentadas as conclusões.

### 7.2.1 Interpretação dos resultados sobre o desempenho dos alunos na resolução de problemas

#### A - Apetência dos alunos para resolver exercícios e/ou problemas

A centralidade de e.a. em r.p. parece não afectar a apetência dos alunos para resolver exercícios. De facto, os professores A, B, C e D proporcionaram

diferentes centralidades dos seus ensino-aprendizagens e a apetência dos alunos por resolver exercícios não é mudado do pré-teste para o pós-teste1 e pós-teste2 nas turmas experimentais e na turma de controle, como se pode ver no §6.3.2. Provavelmente, isto deve-se a que os exercícios podem ser encarados como o nível mais elementar dos problemas ( Watt 1991:9 ; Borasi 1986:134) e por isso não levantarem grandes obstáculos iniciais, além daqueles a que os alunos já estão habituados.

Porém, a centralidade em resolução de problemas parece afectar, de maneira positiva, a apetência dos alunos para resolver problemas, pois os alunos dos professores A, B e C (que apresentaram uma centralidade do e. a. em r.p. maior que a do professor D-controle) aumentaram de maneira significativa a sua apetência por resolver problemas. Os professores, ao proporcionarem experiências de aprendizagem aos seus alunos com problemas de nível mais complexo, provavelmente, criaram condições para que os alunos diminuíssem a 'angústia' inicial de não saberem por onde começar quando iniciam a resolução de um problema. Este resultado é concordante com a percentagem de abandono dos alunos do grupo experimental comparativamente ao grupo de controle obtida por Gil Perez & al (1988:142).

Não é possível saber se a apetência por resolver problemas que é desenvolvida por um e.a. centrado na resolução de problemas é duradoira e se é independente de qualquer conteúdo uma vez que os alunos do professor A mantêm a apetência no pós-teste2 e os alunos do professor C no pós-teste2 não a aumentaram, significativamente, em relação ao pré-teste.

## B - Processo de resolução adoptado pelos alunos para resolverem exercícios e/ou problemas.

A centralidade do e.a. em resolução de problemas parece afectar de maneira positiva o processo de resolução de problemas adoptado pelos alunos na medida em que o processo de resolução se aproxima de um contexto de pesquisa. De facto, a turma do professor C, cuja centralidade do e.a. em resolução de problemas é maior que a dos professores A e B, obtém melhores resultados neste item que as turmas destes professores e estas por sua vez melhores resultados que os obtidos pela turma D do professor de controle. Provavelmente, a maior centralidade do e.a. em resolução de problemas permite aos alunos que experienciaram um tal e.a., uma experiência de abordagem dos problemas mais próxima de um contexto de pesquisa.

Em particular, se a actuação do professor, quando lida com problemas é

alterada, o mais provável é que os alunos abordem os problemas num contexto mais próximo de uma pesquisa. Neste sentido, os resultados parecem concordar com a evidência empírica obtida por Gil Perez & al ( 1988:140).

Contudo, aparentemente esta capacidade não persiste com o tempo se a centralidade do e.a. em r.p. baixar, evidenciando-se, apenas, nos problemas mais elementares.

### C - Identificação de exercícios e/ou problemas

Há uma relação positiva entre a centralidade do e.a. em resolução de problemas e o desempenho alcançado pelos alunos na identificação de exercícios. Mais especificamente, há uma relação entre a 'actuação do professor antes da resolução' e 'quem resolve o problema?' com o desempenho dos alunos na identificação de exercícios e problemas na medida em que o professor ao resolver o problema retira qualquer viabilidade de o aluno utilizar a capacidade de identificar problemas. Repare-se que é o que acontece com o professor A que tem a centralidade em resolução de problemas mais baixa naquelas categorias que os professores B e C. Também este resultado é concordante com a evidência empírica apresentada por Gil Perez & al (1988: 139).

De uma maneira geral, parece poder-se inferir que o desenvolvimento da capacidade de identificar é tanto mais fácil de evidenciar quanto mais elementar for o problema (em particular um exercício) e quanto menos elementar for a actuação do professor no que diz respeito à centralidade do e.a. em resolução de problemas.

O abandono progressivo da centralidade do e.a. em r.p. (evidenciada pelos resultados gerais no pós-teste<sup>2</sup>) dos professores provoca um abaixamento da capacidade de identificar problemas exceptuando-se, aparentemente, nos problemas mais elementares (exercícios). Esta interpretação é feita à luz de que as capacidades ligadas à resolução de problemas não são directamente transferíveis de uns conteúdos para outros (Robertson 1990:270) e, nesta medida, parece lícito concluir do abaixamento da centralidade em resolução de problemas a partir dos fracos resultados obtidos no pós-teste<sup>2</sup>.

### D - Conversão do exercício e/ou problema para se tornar resolúvel

Parece haver uma relação positiva entre a centralidade do e.a. em resolução de problemas e a capacidade de conversão do exercício na medida em que as

turmas do grupo experimental, que tiveram e.a. mais centrado na r.p. que a turma de controle, convertem melhor o exercício para o resolverem correctamente. O mesmo acontece com a conversão do problema.

Em face dos resultados indicados no §6.3.5, para o pós-teste 2, pode-se conjecturar uma provável relação entre a maior centralidade do e.a. em r.p. e uma maior transferibilidade da capacidade de conversão do problema para outros conteúdos, pelo menos, para problemas elementares, uma vez que isso acontece nos alunos do professor C (para os exercícios) cuja centralidade foi maior que a do professor A. Pelo contrário, a menor centralidade do e.a. em r.p. provoca uma maior dificuldade de transferência da capacidade de conversão do problema para outros conteúdos.

Note-se que esta conclusão não pôde ser tirada relativamente à capacidade de identificar exercícios e/ou problemas, uma vez que não havia distinção entre os resultados (do pós-teste2) dos alunos do professor A e dos alunos do professor C. Provavelmente, à medida que a capacidade em jogo é mais elevada (conversão do problema), mais difícil é a transferência para outros conteúdos e exigiria uma maior centralidade do e.a. em r.p..

## E - Capacidade global de resolver exercícios e/ou problemas

Há uma relação positiva entre a centralidade do e.a. em r.p. e a capacidade global de resolução do exercício na medida em que as turmas do grupo experimental obtêm melhores resultados no exercício. O mesmo acontece com a capacidade global de resolução do problema.

Provavelmente, esta capacidade global reflecte, de maneira global, a maior centralidade do e.a. em r.p. dos professores do grupo experimental em relação ao de controle.

É pouco possível que a centralidade do e.a. em r.p. não tenha determinado o desenvolvimento da capacidade global de resolver problemas uma vez que os professores do grupo experimental desenvolveram-na em aspectos ligeiramente diferentes.

Se com um pequeno aumento da centralidade do e.a. em r.p. dos professores do grupo experimental foi possível que os seus alunos desenvolvessem a capacidade global de resolver problemas, é possível esperar maior desenvolvimento desta capacidade se a centralidade do e.a. em r.p. fosse, de facto, próxima de um e.a. centrado na r.p.. Também seria possível esperar

maior transferibilidade da capacidade global de resolver problemas se o e.a. centrado em r.p. fosse estendido a outros conteúdos.

Parece ser possível conjecturar que o desenvolvimento da capacidade global de resolver problemas é tanto maior e mais facilmente transferível para outros conteúdos quanto maior for o estado inicial de desenvolvimento daquela capacidade e maior for a centralidade do e.a. em resolução de problemas. Veja-se os resultados iniciais (pré-teste) obtidos pelos alunos do professor A e pelos alunos do professor C e os resultados obtidos pelos mesmos no pós-teste1 e pós-teste2.

Também nesta capacidade uma menor centralidade do e.a. em r.p. provoca uma maior dificuldade de transferência da capacidade global de resolução do problema para outros conteúdos, parecendo que esta dificuldade de transferência é tanto maior quanto maior for o grau de dificuldade do problema. Repare-se que não houve dificuldade de transferência nos problemas elementares (exercícios).

#### **F - Capacidade de avaliação da resolução e/ou resultado de um exercício e/ou problema**

Esta capacidade não foi minimamente alterada com o aumento da centralidade do e.a. em r.p.. Provavelmente esta capacidade exigiria maior centralidade do e.a. em r.p. do que aquela que foi conseguida pelos professores do grupo experimental e um desenvolvimento específico das actividades de avaliação de problemas e tarefas-problema.

#### **7.2.2 Conclusões relativas às hipóteses C's**

1º Todas as hipóteses C's foram confirmadas pelos resultados, isto é, um aumento da centralidade do e.a. em r.p. independentemente das nuances dadas por cada professor aumenta,

- a apetência dos alunos pela resolução de problemas (hip C1),
- a capacidade de identificar exercícios e/ou problemas (hip C2),
- a capacidade de converter um exercício e/ou problema (hip C3),
- a capacidade global para resolver exercícios e/ou problemas (hip C4).

2º A partir da interpretação dos resultados é provável que certas capacidades ligadas à resolução de problemas estejam mais directamente

relacionadas com comportamentos específicos dos professores e não apenas com a centralidade (geral) do e.a. em r.p.. Por exemplo, as capacidades de identificação de exercícios e/ou problemas e avaliação de um problema podem ser desenvolvidas deixando a iniciativa de desbravar o problema aos alunos, para a primeira e avaliando-se sistemática e cuidadosamente a resolução de problemas na turma e em cada aluno, para a segunda.

3° O desenvolvimento das capacidades envolvidas na resolução de problemas parece ser tanto maior quanto maior for a centralidade do e.a. em resolução de problemas e quanto maior for estado inicial de desenvolvimento dessas capacidades.

4° A transferência das capacidades envolvidas na resolução de problemas ocorre se os problemas forem sobre os mesmos conteúdos e se estes foram abordados num e.a. com alguma centralidade em r.p.. Logo que a centralidade baixe ou os conteúdos sejam outros, a transferência das capacidades envolvidas na resolução de problemas manifesta-se apenas para problemas elementares.

## 7.3 Estudo do presssuposto A

Como já foi visto no capítulo 3 este pressuposto, pelo seu estatuto particular, faz com seja estudado depois das hipóteses B's e C's. Como se pode ver pela fig 7.3 o modelo de e.a. centrado na resolução de problemas está em relação com todas as variáveis deste estudo.

A centralidade do e.a. em resolução de problemas dos professores do grupo experimental (que são professores com competências normais) induzida pela supervisão que foi baseada no modelo e o desenvolvimento nos alunos de capacidades envolvidas na resolução de problemas provocada por ela, são condições necessárias mas não suficientes para se poder concluir do interesse educacional do modelo. Por consequência o modelo não pode ser confirmado por este estudo, mas poderá ser infirmado por outros. Evidentemente que nos estamos a colocar numa lógica popperiana em que o pressuposto A é uma hipótese com condições para ser refutada.

O estudo do pressuposto A vai, portanto, ser feito de um modo retrospectivo tendo em conta as conclusões relativas à hipótese B e as conclusões relativas às hipóteses C's e , em particular, tendo em conta as variáveis 'eficácia da supervisão', 'centralidade do e.a. em resolução de problemas' e 'desempenho dos alunos na resolução de problemas'.

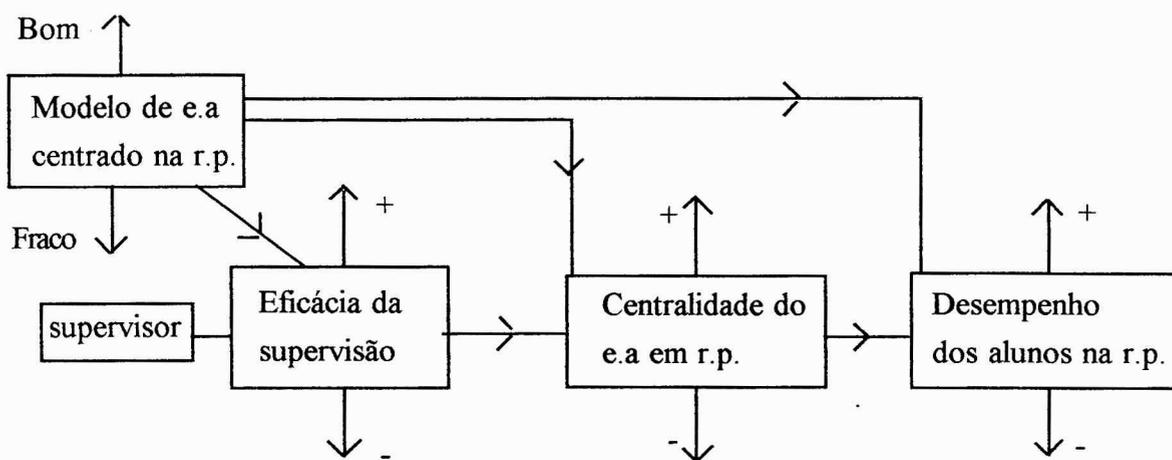


Fig. 7.3. Relação entre as variáveis implicadas no estudo do pressuposto A

### **7.3.1 Estudo das conclusões anteriores à luz do pressuposto A**

Como se indicou no ponto anterior não se trata de verificar o pressuposto A mas de fazer alguma luz sobre as condições da sua utilização como auxiliar para a investigação e para prática lectiva a partir das conclusões retiradas no estudo das hipóteses B's e C's. Com efeito, a hipótese B1 diz mais respeito ao interior da supervisão enquanto que a hipótese B está relacionada com o modelo.

A centralidade do e.a. em r.p. é uma noção cara ao modelo, embora como se viu no §7.1.4 os professores do grupo experimental não atingissem a mesma centralidade nas diferentes categorias de análise das aulas. Parece difícil que o conjunto dos comportamentos que foram induzidos através da supervisão, tendo em conta o modelo, pudessem ter sido induzidos em alternativa por uma diversidade de 'fontes'. Este é um aspecto importante a favor do modelo e ao mesmo tempo uma das pistas para se tentar provar a falsidade dele.

Por outro lado, a previsão do modelo de que as dificuldades dos alunos na resolução de problemas seriam diminuídas se ele fosse adoptado na sala de aula foi verificada e é outro aspecto a seu favor. Com efeito, das conclusões das hipóteses C's retira-se que um aumento da centralidade do e.a. em r.p. parece provocar um desenvolvimento de certas capacidades ligadas à resolução de problemas tanto maior quanto mais a centralidade em r.p. está próxima da que propõe o modelo. Contudo o desenvolvimento de algumas capacidades parece poder ocorrer mais facilmente se alguns comportamentos, em acordo com o modelo, forem mais sistemáticos.

Por isto, é possível afirmar que o modelo tem, no seu todo, interesse como ponto de partida útil para se empreender um esforço de alteração do currículo efectivo das aulas de Física para aspectos desejáveis quer por professores quer por investigadores.

#### **7.3.1.1 Pistas para futuros estudos relacionados directamente com o modelo**

Deve ficar claro que o modelo de e.a. centrado na r.p. que o autor construiu não tem qualquer pretensão de ser acabado e inquestionável. Neste sentido o modelo pode ser reformulado, completado, clarificado e eventualmente posto em causa.

## Aspectos relativos à prática lectiva

De acordo com as conclusões relativas à hipótese B é possível fazer três afirmações:

a) a supervisão deverá preocupar-se por um lado com o desenvolvimento de certos comportamentos específicos que o "modelo" exige e, por outro, deve centrar-se mais na reflexão, discussão e implementação dos seus princípios orientadores.

b) As consequências para as práticas dos professores e para as aprendizagens dos alunos podem adquirir aspectos diversos conforme o material disponível, a personalidade do professor e a sua concepção de ensino, o interesse e desenvolvimento dos alunos e o entendimento que se fizer do próprio modelo.

c) Há pontos sensíveis na utilização do modelo que devem merecer ponderação dos professores e investigadores, os quais, certamente, dependem das pessoas envolvidas e das circunstâncias de que se reveste a experiência. No entanto, salientamos alguns pontos que, neste estudo, foram sensíveis:

-tipo de tarefas e problemas relevantes a promover em função do momento do e.a.;

-multiplicidade de estratégias que o modelo pode sugerir;

-ênfase das capacidades a desenvolver;

-diferentes traduções possíveis dos princípios orientadores do modelo;

-tipo de avaliação que deve ser feita.

## Aspectos relativos à investigação

Para a investigação afiguram-se fundamentais os seguintes aspectos:

a) É importante retirar-se mais consequências para as aprendizagens dos alunos e tentar verificar se são verdadeiras.

b) É necessário estudar a lógica interna do modelo confrontando os mecanismos de e.a. que gera com os processos internos de aprendizagem.

c) É importante gerar e validar estratégias de e.a. em acordo com o modelo para assuntos específicos.

Naturalmente que estes processos conduzirão à reformulação e precisão do modelo.

### **7.3.2 Conclusões relativas ao pressuposto A**

A grande conclusão a retirar é que o pressuposto orientador deste estudo não foi desmentido, tem condições para criar muitas outras possibilidades de estudo e tem igualmente condições para induzir novas práticas dos professores com ganhos em termos de aprendizagem dos alunos. Portanto, parece ter condições para revelar-se frutífero quer na investigação quer na prática lectiva.

## 7.4 Conclusões gerais do estudo

As conclusões gerais a retirar do estudo são as seguintes:

a) É possível gerar-se estratégias de e.a. que estejam centradas na resolução de problemas a partir do modelo.

b) Essas estratégias centradas na resolução de problemas podem ser geradas por professores com competências normais desde que participem num processo de formação que permita a experimentação de um e.a. centrado na r.p..

c) Provavelmente, não houve progressividade na adopção da inovação (modelo de e.a. centrado na r.p.) pelos professores. Este processo é complexo porque envolve tempo de maturação dos professores, a sua vontade de investirem no processo, a sua experiência passada e a disponibilidade de material educativo de apoio. Por isso não depende exclusivamente da supervisão efectuada.

d) O processo de formação tem três fases críticas identificadas para serem todas ultrapassadas com êxito:

1<sup>a</sup> -embate das concepções dos professores sobre o modelo com a prática lectiva;

2<sup>a</sup> -precisão de conceitos e procedimentos em confronto com o surgimento de teorias privadas;

3<sup>a</sup> -certificação de que se atingiu a mudança de concepção de ensino.

e) Um e.a. com uma centralidade em resolução de problemas que se aproxime da do modelo desenvolve diversas capacidades ligadas à resolução de problemas. Em particular, quanto maior for essa centralidade, maior será esse desenvolvimento.

f) Há transferência das capacidades envolvidas na resolução de problemas, embora se verifique uma degradação progressiva à medida que a centralidade do e.a. em resolução de problemas baixe.

g) A verificação das consequências do modelo não o desmentiram. Além disso, o modelo construído pelo autor tem condições para gerar outras possibilidades de investigação e para influenciar o e.a. das escolas portuguesas.

## 7.5 Limitações do estudo verificadas à posteriori

Apesar de já referidas no §4.5 convém especificar algumas limitações do estudo ligadas aos instrumentos de observação e análise. Por exemplo o I.O. e a análise do I.O.A. apesar de validados, não foi desenvolvido nenhum estudo para verificar a sua operacionalidade. Por isso, provavelmente, não se encontram em condições operacionais de serem usados por outros investigadores. Esta circunstância poderá ocasionar algumas objecções ao trabalho. No entanto, não era objectivo do estudo construir e validar instrumentos de observação e análise, embora tivessem de ser feitos porque o estudo assim o exigiu. Porém, as conclusões que foram retiradas a partir dos resultados obtidos com aqueles instrumentos, em particular para as hipóteses B's, gozam de uma certa segurança na medida em que foram retiradas a partir de várias fontes.

Outras limitações não previstas no início do estudo têm a ver com a própria natureza do estudo (uma tese de mestrado incompatível com prolongamento no tempo):

a) O processo de formação concebido teria de ter vários ciclos investigação-acção no sentido de assegurar uma efectiva passagem do saber declarativo para o saber contextual (incompatível com o tempo disponível para este estudo);

b) O processo de formação deveria igualmente ser acompanhado de produção de material educativo que se constituísse como recurso educativo para o e.a. planificado.

c) As convicções, fortes, dos professores relativamente às suas práticas teriam de ser combatidas com estratégias específicas e demoradas (incompatível com a natureza e tempo deste estudo);

Um outro tipo de limitações, não previstas inicialmente, está directamente relacionadas com o processo de supervisão:

a) O programa de supervisão deveria induzir mais:

i- o questionamento sistemático precisando os factores relevantes da prática lectiva que tinham de ser alterados para uma aproximação progressiva a um e.a. centrado na r.p.;

ii- o reforço da confiança e vontade de inovar.

b) Porém, a importância do questionamento tinha de ser reconhecida pelos professores e não o foi.

Finalmente, houve aspectos específicos do processo de formação, em relação directa com o modelo de e.a. centrado na r.p., que teriam de ser mais amadurecidos por professores e investigador:

a) gestão do tempo em consonância com o ritmo de aprendizagem adequado aos alunos;

b) implicações suscitadas pela dinâmica do e.a. centrado na r.p. com as disciplinas afins da Física e com o meio envolvente;

c) tipo e forma de controle do professor nas diferentes actividades e em cada uma das suas partes;

d) exploração da multiplicidade de estratégias que o modelo pode sugerir, para cada conteúdo em função de critérios pessoais do professor ou em função das condições da escola;

e) procura do tipo e forma de avaliação que deve ser feita, tendo em conta o e.a. centrado na r.p..

## 7.6 Recomendações para estudos posteriores

Este parágrafo pretende apontar algumas pistas, no seguimento do estudo que se acaba de apresentar, para futuras investigações sem a preocupação de se apresentarem os respectivos esboços de planos de investigação.

Relativas ao modelo (sobre este item veja-se o §7.3.1.1):

- a) Construir e validar estratégias específicas para determinados conteúdos com base no modelo e respectivo material educativo de apoio.
- b) Estudar se os processos de e.a. que o modelo gera estão adequados aos processos internos de aprendizagem.
- c) Estudar como é que os alunos fazem a aquisição e construção do conhecimento através de um e.a. centrado na resolução de problemas.
- d) Estudar como emergem e como são ultrapassadas as concepções alternativas através de um e.a. centrado na resolução de problemas.
- e) Estudar como certas capacidades são desenvolvidas por um e.a. centrado na r.p..

Relativas à supervisão:

- a) Investigar como é que podem ser ultrapassadas, eficazmente, as fases críticas da supervisão.
- b) Investigar quais são os obstáculos internos dos professores que impedem ou dificultam a mudança.
- c) Estudar um programa de supervisão que incluisse a produção de material educativo de apoio.
- d) Construir e validar instrumentos de avaliação do estado de alteração da concepção de ensino dos professores.
- e) Investigar quais são os aspectos da prática lectiva que são factores de ineficiência na aproximação a um ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

Outras:

- a) Operacionalizar os instrumentos de observação e análise, nomeadamente o I.O. e o instrumento de análise do I.O.A..

# ***Bibliografia***

## Bibliografia

Abell, S. & Pizzini (1992) The effect of a problem solving in-service program on the classroom behaviors and attitudes of Middle School Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*. vol 29(7). pp 649-667.

Abrantes, José (1992) Inovação: a Rua no Planeta. *Comunicação integrada no Simpósio "Da Investigação às Práticas: Exigências e Dinâmicas dos Processos de Inovação" realizado no II Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação*. Braga.

Abrantes, P. (1988 a) *Viagem de Ida e volta*. Lisboa Associação de Professores de Matemática.

Abrantes, P. (1988 b) Um (bom) problema (não) é (só) ... *Educação e Matemática*. nº 8 (4º trimestre).

Adigwe, J. (1991) Problem solving processes of pré-service chemistry teachers in Nigéria. *Research in Science & Technological Education* Vol ( ) pp 107-120.

Adigwe, J. (1992) Problem solving processes of nigerian Chemistry Teachers. *Research in Science & Technological Education* Vol 10 (1) pp 93-104.

Alarcão, I. (1982) Supervisão clínica: um conceito e uma prática ao serviço da formação de professores. *Separata da Rev. Portuguesa de Pedagogia*. Ano XVI

Alarcão, I. (1991) Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. *Cadernos CIDInE*, nº 1 pp5-22.

Alarcão, I. (1991b) A didáctica curricular: fantasmas, sonhos, realidades. *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. Universidade de Aveiro. pp 299-310.

Alarcão, I. & Tavares, J. (1987) *Supervisão da prática pedagógica - Uma perspectiva de desenvolvimento e Aprendizagem*. Coimbra: Livraria Almedina.

Amigues, R. (1988) Peer Interaction in Solving Physics Problems: Sociocognitive Confrontation and Metacognitive Aspects. *Journal of Experimental Child Psychology*. vol 45 pp 141-158.

Anderson, L. & Burns, R. (1989) *Research in Classrooms - The Study of Teachers, Teaching and Instruction*. Oxford. Pergamon Press.

Avalos, B. (1991) Contexts, training theory and teaching practice. *Teaching & Teacher Education*. vol 7(2). pp 169-184.

Bachelard, G. (1934) *O novo espírito científico* (trad. A.P. Ribeiro). Lisboa.

Edições 70.

Bachelard, G. (1971) *A Epistemologia*. Lisboa. Edições 70

Bachelard, G. (1986) *La formation de l'esprit scientifique* (13<sup>a</sup> ed. ) Paris. Puf

Barba, R. & Rubba, P. (1992) A comparison of preservice and in-service Earth and Space Science Teachers' General Mental Abilities, Content Knowledge, and problem solving Skills. *Journal of Research in Science Teaching*. vol 29(10). pp 1021-1035.

Barbosa, M. (1989) Crítica da razão e razão crítica na formação pedagógica. *Rev. Port. Educação*. vol 2(2). pp 9-16.

Bar-Haim (1990) Problem-solvers and problem-identifiers: the making of research styles. *Int. J. Sci. Educ.*, vol 10 (2) pp 135-150.

Barrows, H. (1991) Cognitive Apprenticeship (Problem - based Learning). *Educação Médica*. vol. 2(2) pp 5-13

Benavente, A. (1991) Avaliação e Inovação Educacional - Notas e reflexões. *Inovação*. vol 3(4). pp 33-46.

Bodner, G. M. & McMillen, T. L. B. (1986) Cognitive restructuring as an early stage in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*. vol 23 (8) pp 727-737.

Borasi, R. (1986) On the nature of problems. *Educational Studies in Mathematics*., 17, pp 125-141.

Bowen, C. & Bodner, G. M. (1991) Problem- Solving processes used by students in organic synthesis. *Int. J. Sci. Educ.*, vol 13 (2) pp 143-158.

Brickhouse, N. & Bodner, G. (1992) The beginning Science Teacher: Classroom Narratives of convictions and constraints. *Journal of Research in Science Teaching*. vol 29 (5) pp 471-485.

Butler, F. (1985) The Teaching/Learning Process: a unified interactive model (Part one) *Educational Technology*. September. pp 9-17.

Butler, F. (1985) The Teaching/Learning Process: a unified interactive model (Part two) *Educational Technology*. October. pp 7-17.

Butler, F. (1985) The Teaching/Learning Process: a unified interactive model (Part three) *Educational Technology*. November. pp 7-17

Branson, R. (1993) Alternative models of schooling: budget reallocation and policy change. *Int. Journal of Educational Research*. vol 19 (2) pp 145-156.

Cachapuz, A.F. (1988) Supervisão no ensino das ciências em Portugal: uma análise da questão actuação/desenvolvimento. *Actas do Simpósio "Formação de professores de Química/Ciências- Desafios para um mundo em mudança"*. Lisboa. Setembro. pp 111-122.

Cachapuz, A. F. (1990) *Apontamentos de aulas da cadeira de Seminário de Especialização do Mestrado em Supervisão*. Aveiro.

Cachapuz & Malaquias & Martins & Pedrosa & Loureiro & Thomaz & Costa (1991) Problemática das concepções alternativas na formação inicial de professores de Física e Química. *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. Universidade de Aveiro. pp 173-184.

Carpenter, T. (1987) Teaching as Problem Solving. *Comunicação apresentada a "Conference on Teaching an Evaluation of Problem Solving"*. San Diego. pp 1-32

Charles, R. & Lester, F. (1986) *Mathematical problem -solving*. Springhouse. Learning Institute. pp 144.

Chastrette & Dépireux & Thulstrup (1988) Formação de professores em Química/Ciências - Desafios para um mundo em mudança. *Actas do Simpósio "Formação de professores de Química/Ciências- Desafios para um mundo em mudança"*. Lisboa. pp 261-274.

Cheung, K. & Taylor, R. (1991) Towards a humanistic construtivist model of science learning: changing perspectives and research implications. *J. Curriculum Studies*. vol 23 nº1 21-40.

Cook, D. & LaFleur, N. (1975) *A Guide to Educational Research*. Boston. Allyn and Bacon. 2ª edição.

Cortesão, L. (1991) Formação: algumas expectativas e limites - reflexões críticas. *Inovação*. vol 4(1) pp 93-99.

Cruz, N. (1989) *Utilização de estratégias metacognitivas no desenvolvimento da capacidade de resolver problemas - um estudo com alunos de F/Q do 10º ano*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa.

Damas, M. & Ketele, J. (1985) *Observar para avaliar*. Coimbra. Livraria Almedina.

Dewey, J. (1925) *Comment nous pensons* (Decroly, trad.). Paris. Enest Flammarion, Editeur.

Duffee, L. & Aikenhead, G. (1992) Curriculum change, student evaluation and teacher practical knowlege. *Science Education*. vol 76(5). pp 493-506.

Dumas-Carré (1988) La resolution de problems en Physique au lycée: apprentissage et evaluation quelques hypothèses et instruments pour dépasser la comparaison expert/novice. *A. Giordan, J.L. Martinand, Actes JES X* pp 83-89.

Elbaz, F. (1991) Research on Theacher's knowlege: the evolution of a discourse. *J. Curriculum Studies*. vol 23 nº1. pp 1-19.

Elliott, J. (1990) Teachers as researchers: implications for supervision and for teachers education. *Teaching & Teacher Education*. vol 6 (1) pp 1-26.

- Ellis, N. (1990) Collaborative interaction for improvement of teaching. *Teaching & Teacher Education*. vol 6(3). pp 267-277
- Esteves, A. (1986) A investigação-acção. in *Metodologia das Ciências Sociais*. Porto. Edições Afrontamento. 3ª edição.
- Estrela, A. (1985) Observação e Avaliação em Pedagogia. *Actas do I Encontro Nacional Intervenção Psicológica na Educação*.
- Estrela, A. (1986) *Teoria e prática de observação de Classes - Uma estratégia de formação de professores*. Lisboa. INIC. 2ª edição.
- Estrela, M.T. (1985) Observação e Explicação em Pedagogia. *Actas do I Encontro Nacional Intervenção Psicológica na Educação*.
- Faryniarz, J. & Lockwood, L. (1992) Effectiveness of Microcomputer Simulations in stimulating environmental Problem-Solving by community College Students. *Journal of Research in Science Teaching*. vol 29 (5) pp 453-470.
- Fernandes, D. (1988) Aspectos Metacognitivos na resolução de problemas em Matemática. *Texto do autor*. ESE Viana do Castelo
- Fernandes, D. (1991) Resolução de problemas e Avaliação. *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. Universidade de Aveiro. pp 275-286.
- Frazer, M. (1982) Solving Chemical Problems. *Nyholm Lecture. First delivered at a RSC Education Division Meeting at the Scientific Societies' Lecture Theatre, Savile Row, London W1*
- Freire, A. M. & Sanches, M. F. (1992) Elements for a typology of teachers' conceptions of Physics teaching. *Teaching & Teacher Education*. vol 8 (5/6) pp 497-507
- Furió Mas, C.J. & Gil Perez, D. (1989) La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*. vol 7(3). pp 257-265.
- Garanderie, A. (1982) *Pedagogia dos Processos de Aprendizagem*. Rio Tinto. Edições Asa.
- Garrett (1986) Problem-Solving in Science Education. *Studies in Sci. Educ.*, vol 13, pp 70-95
- Garrett (1987) Issues in Science Education: problem-solving creativity and originality. *Int J. Sci. Educ.*, vol 9 (2), pp 125-137.
- Garrett; & Satterly & Gil Perez & Martinez Torregrosa (1990) Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. *Int. J. Sci. Educ.* vol 12 (1) pp 1-12
- Gil Perez (1987) Critérios para el análisis didáctica de la Resolución de Problemas. *Texto guia para um Workshop realizado no I Encontro sobre*

*Educação em Ciências* . Braga 27 a 30 de Maio.

Gil Perez (1987) Aportación del Problem Solving al Aprendizaje Significativo de las Ciencias. *Actas do I Encontro sobre Educação em Ciências*. Braga 27 a 30 de Maio. pp 23-34.

Gil Perez (1992 a) Las concepciones docentes sobre la naturaleza del trabajo científico: obstáculos a superar. Workshop realizada em Aveiro no âmbito do Projecto Mutare.

Gil Perez (1992 b) Contribuição de la história e filosofia de las ciencias a la transformación de la enseñanza de las ciencias. *Comunicação apresentada na "Internacional Conference on History of the Physical-Mathematical Sciences and Teaching of Sciences"*.

Gil Perez & Martinez Torregrosa (1982) Um modelo de resolução de problemas acorde con la metodología científica. *Comunicação I Jornadas de investigación didáctica de F.Q.*. ICE. Universidade de Valência.

Gil Perez & Martinez Torregrosa (1982 b) La resolución de problemas: analisis de su didáctica. *Comunicação I Jornadas de investigación didáctica de F.Q.*. ICE. Universidade de Valência.

Gil Perez & Martinez-Torregrosa & Senent Pérez (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 Perez & Dumas-Carré & Caillot & Martinez-Torregrosa (1990) Problem solving in the physical sciences as a research activity. *Studies in Sci. Educ.* VI 18 pp 137-151.

Gil Perez & Martinez-Torregrosa & Ramirez & Dumas-Carré & Gofard & Carvalho (1992) Questionando a didáctica de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Cat. Ensino de Física*. vol 9 (1) pp 7-19

Glatthorn & Cortesão & Torres (1981) *Orientar... Como?- Problemas da orientação pedagógica*. CICFF Porto. Porto Editora

Glickman, C. (1985) *Supervision of Instruction. A Developmental Approach*. Boston. Allyn and Bacon, Inc.

Griffiths, M. & Tann, S. (1992) Using reflective practice to link personal and public theories. *Journal of Education for Teaching*. 18(1), pp 69-84

Gudmundsdottir, S. (1991) Ways of seeing are ways of knowing. The pedagogical content knowledge of an expert English teacher. *J. Curriculum Studies*. vol 23(5). pp 409-421.

Hatfield (editor) (1978) *Mathematical Problem-solving*. Ohio ERIC Cleanighouse for Science, Mathematics and Environmental Education College of Education. The Ohio State University

Hayes, J. (1981) *The Complete Problem Solver*. Library of Congress Cataloging in Publication Data.

Hembree, R. (1992) Experiments and relational studies in Problem-Solving: a meta analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*. vol 23 (3) pp 242-273.

INEA/FQ (1991) Estudo efectuado pelo grupo de investigação do ensino aprendizagem de Física e Química à população estudantil portuguesa. Aveiro.

Johsua, S. & Dupin, J. (1991) In Physics class, exercises can also cause problems... *Int. J. Sci. Educ.*, vol 13 (3), pp 291-301.

Jesuino, J. (1986) O método experimental nas ciências sociais. in *Metodologia das Ciências Sociais*. Porto. Edições Afrontamento. 3ª edição.

Kempa, R. & Ayob, A. (1991) Learning interactions in group work in Science. *Int. J. Sci. Educ.*, vol 13 (3) pp 341-354.

Kilpatrick, J. (1991) Algumas questões na avaliação da resolução de problemas em matemática. *Avaliação uma questão a enfrentar. Actas do Seminário sobre avaliação*. Lisboa . A.P.M. pp 61-68.

Kramers & Pilot (1988) Solving quantitative problems: guidelines for teaching derived from research. *Int. J. Sci. Educ.*, vol 10 (5) pp 511-521.

Lang da Silveira & Moreira & Axt, R. (1992) Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de Física. *Enseñanza de las Ciencias*. vol 10 (1) pp 58-62.

Leal, L. & Abrantes, P. (1991) Avaliação da aprendizagem / Avaliação na aprendizagem. *Avaliação uma questão a enfrentar. Actas do Seminário sobre avaliação Lisboa . A.P.M.* pp 69-81.

Licht, P. (1989) The evaluation of an educational strategy for teaching of concepts in the domain of electricity. *Revista Portuguesa de Educação* 2(3) pp 29-43

Lobo, A. N. (1989) *Estratégias metacognitivas no desenvolvimento das capacidades básicas de pensamento envolvidas na resolução de problemas*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa.

Lock, R. (1990) Open-ended, problem-solving, investigations - What do we mean and can we use them? *S. S. R.* 71(256) pp 63-72.

Lock, R. (1991) Open-ended, problem-solving investigations - getting started. *S.S.R.* vol 72 (261). pp 67-73.

Lopes, J. Bernardino (1992) Debate entre Lakatos e Bachelard sobre o crescimento do conhecimento científico. *Trabalho para a cadeira de Epistemologia do Mestrado em Supervisão*. Aveiro.

Lopes, J. Bernardino (1992) Modelo de ensino-aprendizagem da Física

centrado na resolução de problemas. *Poster apresentado em Física-92 - 8ª Conferência Nacional de Física e 2º Encontro Ibérico para o ensino de Física*. Livro de resumos pp 611-612.

Lopes, J. Bernardino & Costa, Nilza (1993) Modelo de ensino-aprendizagem de Física centrado na resolução de problemas: conceitos chave, princípios e estrutura global. *Comunicação apresentada no Simpósio "Novas Perspectivas no Ensino das Ciências e da Matemática"*. Livro de Resumos pp 17. Lisboa.

Lopes, J. Bernardino & Costa, Nilza (1993) A formação de professores de Física com base num modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas. *Comunicação apresentada no "IV Congreso Internacional sobre Investigación en La Didáctica de las Ciencias Y de las Matemáticas"*. Barcelona.

Lopes, J. Bernardino & Costa, Nilza (1993) Modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas: apresentação e discussão da sua operacionalidade. *Poster apresentado no "IV Congreso Internacional sobre Investigación en La Didáctica de las Ciencias Y de las Matemáticas"*. Barcelona.

Loschen, E. (1991) Problem Based Learning Curriculum: an alternative curriculum for the Basics Sciences. *Educación Médica* vol 2 (2) pp 14-20.

Madrazo Jr & Hounshell (1987) The Role Expectancy of Science Supervisor: results of research in Science Supervision. *Science Education*. vol 71(1) pp 9-14.

Manen, M. V. (1991) Reflectivity and the pedagogical moment: the normativity of pedagogical thinking and acting. *J. Curriculum Studies*. vol 23(6). pp507-536.

Martin-Diaz & Kempa, R. (1991) Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias em función de sus características motivacionales. *Enseñanza de las Ciencias*. vol 9 (1) pp 59-68.

Martins, A. (1991) Inovações na educação científica e tecnológica, Modelos Curriculares. 1ª parte. *Gazeta de Física* vol 14 (fas.1) pp 14-21.

Martins, A. (1991) Inovações na educação científica e tecnológica, Modelos Curriculares. 2ª parte. *Gazeta de Física* vol 14 (fas.2) pp 46-60.

Mello, G. (1984) A supervisão educacional como função: aspectos sociológicos ou sobre a divisão do trabalho escolar. in *Cadernos CEDES* nº 6. 2ª Reimpressão. São Paulo.

Milles, H. (1991) Problems and projects from astronomy. *Physics Education*. vol 26 pp 367-373.

Moulin, N. & Lima, E. (1983) Uma alternativa para a dinâmica de supervisão educacional: acção supervisora integrada. *Cadernos CEDES*, 7. São Paulo 1ª reimpressão.

Nérici, I. (1981) *Introdução à supervisão escolar* (4ª edição). São Paulo. Editora Atlas.

Nogueira, A. & Rodrigues, C. & Ferreira, J. (1990) *Formar Hoje, Educar Amanhã*. Coimbra. Livraria Almedina.

Novais, A. & Cruz, N. (1987) O ensino das ciências e o desenvolvimento das capacidades metacognitivas. in *Aprender a Pensar - Projecto Dianoia* pp 93-143.

Oliveira, L. (1990) Supervisão e formação contínua de professores - algumas perspectivas actuais. *Desenvolvimento, Aprendizagem, Currículo e Supervisão (editado Tavares & Moreira)*. Aveiro. Universidade de Aveiro.

Oliveira, L. (1992) O clima e o diálogo na supervisão de professores. *Cadernos CIDInE*, 5, pp 13-22.

Opdenacker & Fierens & Brabant & Sevenants & Spruyt & Sloommaeckers & Johnstone (1990) Academic performance in solving chemistry problems related to student working memory capacity. *Int. J. Sci. Educ.* vol. 12 (2) pp 177-185.

Peduzzi, L. (1987) Solução de problemas e conceitos intuitivos. *Cad. Cat. Ens. Física*. vol 4 (1) pp 17-24.

Pereira, R. C. & Santos, D.O. (1983) Supervisor Educacional: um estudo sobre atribuições e pré-requisitos. *Cadernos CEDES*, 7, São Paulo - 1ª reimpressão

Perrenoud, P. (1990) Pour une approche pragmatique de l'évaluation formative. *Texte d'une intervention faite dans le cadre de l'Atelier de Recherche Pédagogique du Conseil de l'Europe sur l'Évolution des résultats scolaires*. Liège. Setembro.

Pestana, M. E. (1986) *Students' difficulties with Chemical Problem Solving*. Tese de Doutoramento não publicada. University of East Anglia.

Pestel, B. (1993) Teaching Problem Solving without Modeling Through "Thinking aloud pair Problem Solving". *Science Education*. vol 77 (1) pp 83-94.

Pizzini, E. & Shepardson, D. (1992) A Comparison of the Classroom Dynamics of a Problem-Solving and Traditional Laboratory Model of Instruction Using Path Analysis. *Journal of Research in Science Teaching*. vol 29 (3) pp 243-258.

Polya, G. (1945) *How to solve it*. New Jersey. Princeton University Press. 2ª Edition.

Pomés Ruiz, J. (1991) La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. *La Enseñanza de las Ciencias*. vol 9 (1) pp78-82.

Ponte, J. (1991) Resolução de problemas: da Matemática às aplicações. *Actas do 2º Encontro Nacional de didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. Universidade de Aveiro. pp 287-296.

Ponte, J. (1993) Decisões fundamentais na organização duma actividade de resolução de problemas. *Texto guia. Curso de Especialização em Ensino da*

*Matemática. Departamento de Educação da Fac. Ciências de Lisboa.*

Postic, M. (1979) *Observação e Formação de Professores*. Coimbra. Almedina.

Praia, J. (1989) A formação de professores de ciências e a didáctica específica: uma perspectiva de mudança das concepções de ensino. *Revista Port. de Educação*. vol 2(3) pp141-146.

Reeve, R. & Polinesar, A. & Brown, A. (1987) Everyday and academic thinking: implications for learning and problem solving. *J. Curriculum Studies*. vol 19 (2) pp 123-133

Rendas & Ferreira & Fradique & Gamboa & Carmo & Neuparth & Pereira & Ramalho & Ribeiro & Botelho (1991) Aplicação do método de aprendizagem baseada na análise de problemas ao ensino da fisiopatologia. *Educação Médica*. vol 2 (2) pp 29-40

Ribeiro, A.C. (1990) *Formar professores - Elementos para uma teoria e prática da formação*. Lisboa. Texto Editora.

Robertson, W. (1990) Detection of cognitive structure with protocol data: predicting performance on physics transfer problems. *Cognitive Science* vol 14(2) pp 253-280.

Ross & Raphael (1990) Communication and problem solving achievement in cooperative learning groups. *Journal Curriculum Studies*. vol 22 (2) pp 149-164.

Roth, W. (1990) Short-Term Memory and Problem Solving in Physical Science. *School Science and Mathematics*. vol 90 (4) pp 271-282

Roth, W. (1991) Open-Ended Inquiry- How to beat the cookbook blahs. *Science Teacher* (April) pp40-47

Salisbury, D. (1993) Designing and implementing new models of schooling. *Int. Journal of Educational Research*. vo 19 (2) pp133-144.

Santos, E. (1991) *Mudança Conceptual na sala de aula*. Lisboa. Livros Horizonte.

Santos, E. (1992) As concepções alternativas dos alunos à luz da epistemologia bachelardiana. *Ensino das Ciências e formação de professores, Projecto Mutare*. Universidade de Aveiro. pp35-56.

Santos, E. & Praia, J. (1992) Percurso de mudança na didáctica das ciências. Sua fundamentação epistemológica. *Ensino das Ciências e formação de professores, Projecto Mutare*. Universidade de Aveiro. pp7-34

*Science Education* (1992) A Summary of Research in Science Education - 1990. vol 76 (3).

Schoenfeld, A. (1982) Measures of problem-solving performance and of problem-solving instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*.

vol 13 (1) pp31-49.

Schön, D. (1987) *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco. Jossey-Bass Publishers.

Sergiovanni & Starrat (1971) *Novos Padrões de supervisão escolar*. (Faustini, trad.). São Paulo. E.P.U.

Siegel, Sidney (1975) *Estatística não-paramétrica para as Ciências do Comportamento*. (trad. A. A. Farias). São Paulo. Editora McGraw-Hill.

Siguenza, A. & Sáez, M. (1990) Análisis de la resolución de problemas como estratégia de enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, vol 8 (3) pp 63-72.

Silva, A. & Pinto, J. (orgs.) (1986) *Metodologia das Ciências Sociais*. Porto. Edições Afrontamento. 3ª edição.

Silva, J. M. & Silva, O. M. (1988) Ensino e Aprendizagem de conceitos in *Actas do 1º Encontro Nacional de Didáticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. pp 217-244.

Silver, E. (editor) (1985) *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives*. London. Laurence Ealbaum Associates Publishers.

Smith, M. (1992) Expertise and the organization of knowledge: unexpected differences among genetic Counselors Faculty and Students on Problem Categorization Tasks. *Journal of Research in Science Teaching*. vol. 29 (2) pp 179-205.

Smith, M. & Sims, O. (1992) Cognitive Development, Genetics Problem Solving, and Genetics Instruction: a critical review. *Journal of Research of Science Teaching*. vol 29 (7) pp 701-713.

Sobrinho-Simões, M. (1991) Aplicação do método da aprendizagem baseada na análise de problemas em Anatomia Patológica. Relato de uma experiência. *Educação Médica*. vol 2 (2) pp 21-28.

Solomon, J. (1991) Group discussions in the Classroom. *S.S.R.* vol 72 (261) pp 29-34.

Song, J. & Black, P. (1991) The effects of task contexts on pupils' performance in science process skills. *Int. J. Sci Educ.* vol 13(1) pp 49-58.

Stewart J. & Hafner, R. (1991) Extending the conception of "problem" in problem-solving research. *Science Education* vol 75(1) pp 105-120.

Stewart, J. & Kirk, J. (1990) Understanding and problem solving in classical genetics. *Int. J. Sci. Educ.* vol 12 (5) pp 575-588

Stinner (1990) Philosophy, thought experiments and large context problems in the secondary school physics course. *Int. J. Sci. Educ.* vol 12 (3) pp 244-257

Stones, E. (1984). *Supervision in Teacher Education. A Counselling and Pedagogical Approach*. London. Methuen.

Swain, J. (1991) The nature and assesment of scientific explorations in the classroom. *S.S.R.* vol 72 (260) pp 65-77.

Swanson, L.; O'connor, J. & Carter, K (1991) Problem-Solving subgroups as a measure of intellectual giftedness. *Br. J. Educ. Psychol.* vol 61 pp 55-72.

Tavares, J. (1988) O modelo de ensino-aprendizagem segundo C. Butler e as suas implicações didácticas.in *Actas do 1º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. pp 1-13.

Tavares, J. (org.) (1991) Formação contínua de professores - Realidades e perspectivas. *Actas do I Congresso Nacional de Formação Contínua de Professores: Realidades e Perspectivas*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Tavares, J. (1992) *A aprendizagem como construção de conhecimento pela via da resolução de problemas e de reflexão*. Aveiro. CIDInE. Centro de Investigação , Difusão e Intervenção Educacional.

Thomaz, M. F. (1990) Um modelo construtivista para a formação de professores. *Desenvolvimento, Aprendizagem, Currículo e Supervisão* (ed. J. Tavares e A. Moreira). pp 165-177.

Thomaz, M.F. & Gilbert, J. (1989) A model for construtivist initial Physics teacher education. *Int. J. Sci. Educ.* vol 11 (1) pp 35-47.

Tilema & Jong & Mathijssen (1990) Conceptual or experience-based learning of Teachers. *Teaching & Teacher Education*. vol 6 (2) pp 165-172).

Treagust, D & Leggett, M. & Glasson, P. & Wilkinson, W. (1990) Improving Physics Teaching trough Collaborative Research. *Research in Science & Tecnological Education*. vol 8(2) pp93-101.

Trumbull, D. & Slack, M. J. (1991) Learning to ask, listen and analyse: using structured interviewing assignments to develop reflection in preservice science teachers. *Int. J. Sci. Educ.* vol 13 (2). pp 129-142.

Vale, A.P. (1989) Epistemologias pessoais na formação de professores. *Rev. Port. Educação*. vol 2(2). pp 17-23.

Valente, M. O. & Neto, A. & Valente, M. (1989) Resolução de problemas em Física - necessidade de uma ruptura com a didáctica tradicional. *Gazeta de Física*. vol 12(fas.2) pp 70-77.

Valente, M. O. (1993) A formação de professores de Ciências e de Matemática na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. *Conferência Plenária no Seminário "O ensino superior e a formação de professores em Portugal"*. pp 1-13.

Vasconcelos, N. & Loureiro, J. (1988) Conceitos alternativos em Física: sua

importância na formação de professores. *Actas do 1º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*. Universidade de Aveiro. pp 104-123.

Vieira, F. (1992) A relação investigador-professor no contexto da investigação educacional. *Cadernos CIDInE* nº 5. pp 23-31

Watts, D. M. & Gilbert (1989) The "new learning": Research, development and the reform of school science education. *Studies in Sci. Edu.* 16 pp75-121.

Watts, M. (1991) *The science of problem-solving - A practical guide for science teachers*. London. Cassell.

White, R. & Gunstone, R. (1989) Metalearning and conceptual change. *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 11, special issue, pp 577-586.

# *Apêndices*

*Apêndice A: Material da supervisão*

*Apêndice B: Textos entregues aos professores durante a supervisão*

*Apêndice C: I.O.A. - Testes administrados aos alunos*

*Apêndice D: Exemplos de respostas dos alunos de acordo com as categorias de análise do Instrumento de Análise do I.O.A.*

*Apêndice E: Resultados do I.O.*

*Apêndice F: Protocolos de entrevistas*

## **Apêndice A: Material da supervisão**

O Material que se encontra neste apêndice é aquele que foi utilizado nas diferentes sessões da 1ª e 2ª intervenções da supervisão e que se apresenta pela seguinte ordem:

- 1ª Sessão - material para trabalho;
- 2ª Sessão - materiais para trabalho e usados para criação de contextos;
- 3ª Sessão- materiais para trabalho e usados para criação de contextos;
- 4ª Sessão- material para trabalho no 1º e 2º dias;
- 3º dia de formação- material para trabalho;
- Ficha de caracterização do professor;
- Ficha de caracterização da turma;
- Guião da avaliação final da supervisão.

# 1ª Sessão

Esta é a 1ª de uma série de quatro sessões que vamos dedicar à problemática da resolução de problemas e do respectivo ensino-aprendizagem, com especial relevância para a Física a nível do 10º ano.

## **Os objectivos desta sessão são:**

Tomar consciência de alguns problemas relativos à resolução de problemas.

Reflectir sobre aspectos da R.P. que conduzam a possíveis soluções para os problemas detectados.

# Tarefa 1

**Resumo da tarefa:** resolver, individualmente, dois problemas.

**Objectivo:** Tomar consciência de vários aspectos ácerca da formulação e resolução de problemas.

**Notas:** Deve estar de parte a ideia de qualquer tipo de avaliação. As folhas onde cada um resolveu os problemas são para seu uso pessoal. Para aquele objectivo ser conseguido é necessário que a resolução seja de facto feita até os problemas se considerarem resolvidos.

**Tarefa:** Resolver, individualmente, os seguintes problemas.

1 Calcular o espaço percorrido por um objecto que se desloca ao longo de uma trajectória rectilínea segundo a equação  $s = 25 + 40t - 5t^2$  ( $s$  em m se  $t$  em s):

a) em 5s

b) em 6s

2 Um gás ionizado está sujeito, à temperatura ambiente, a uma diferença de potencial de 500V e a intensidade da corrente que o atravessa é de 0.01A. Calcular a intensidade da corrente se a diferença de potencial passar para 1000V.

**Tempo:** 10 minutos

## Tarefa 2

### Resumo da tarefa:

Reflectir, em grupo, sobre a formulação e resolução de problemas com base na experiência sentida na tarefa 1 e na experiência profissional de cada um.

### Objectivos:

Identificar as características dos problemas geralmente usados nas aulas de Física.

Identificar as dificuldades na resolução de problemas e sua relação com o tipo de problema apresentado.

### Tarefas:

1 Comparar os resultados obtidos nos problemas da tarefa 1 e discutir a razão de eventuais discrepâncias.

2 Considerando que os exercícios da tarefa 1 são representativos dos habitualmente usados em aulas de Física...

-quais as características desses problemas?

-que processos são necessários para a sua resolução?

-que competências os alunos adquirem na sua resolução?

3 Reflectir sobre as seguintes questões:

A falta de conhecimentos teóricos, a falta de bases matemáticas e a dificuldade de leitura do enunciado, são causas frequentes identificadas pelos professores para as dificuldades sentidas pelos alunos na R.P. . Considera serem estas apenas as razões de tais dificuldades?

**Agradece-se que se registem todas as ideias e opiniões relevantes mesmo que não sejam consensuais.**

**Tempo:** 40 minutos

## Tarefa 3

### **Resumo da tarefa:**

Analisar artigos de investigação relativos à resolução de problemas.

### **Objectivo:**

Identificar, a partir de textos de investigação, alguns conceitos relevantes e suas implicações educacionais na área da R.P..

### **Tarefas:**

- 1 Ler, individualmente, e identificar as principais ideias do texto 1.
- 2 Identificar, em grupo, as principais ideias do texto 2 apresentadas pelo investigador.
- 3 Identificar e relacionar, em grupo, a partir dos dois textos, os conceitos relevantes e as suas implicações educacionais.

Agradece-se que se registe tudo o que de relevante ocorrer na discussão

**Tempo:** 30 minutos

## Tarefa: 4

### Resumo da tarefa:

Formular hipóteses, com base na teorização feita na tarefa 3, para apontarem um possível caminho para a resolução das questões levantadas na tarefa 2.

### Objectivo:

Ensaier caminhos possíveis para tentar resolver os problemas do ensino-aprendizagem da R.P. .

### Tarefas:

1 A teorização feita na tarefa 3 tem elementos que permitem uma definição de problema.

Tentar, em grupo, definir o que se entende por problema. Essa definição está de acordo com a prática docente na escolha dos problemas?

2 Formular hipóteses, coerentes com a sua definição de problema, relativas ao modo de selecionar e formular problemas.

3 Será que é possível ensinar os alunos a resolverem problemas? Como fazê-lo?

4 Formular hipóteses relativas ao modo como devem ser abordados os problemas tanto pelos alunos como pelos professores.

### Escreva todas as hipóteses formuladas

**Tempo:** 30 minutos

## Avaliação da 1ª Sessão

Nesta sessão discutiu/reflectiu sobre algun(s) aspecto(s) (inovadores) acerca da R.P. ?

Se sim, quais?

Pensa que os aspectos hoje aqui discutidos poderão trazer alguma(s) consequência(s) para a sua prática de ensino?

Se sim, quais?

Faça um comentário sobre a metodologia utilizada nesta sessão.

## 2ª Sessão

Esta é a segunda de uma série de quatro sessões dedicadas à resolução de problemas e respectivo ensino-aprendizagem.

### **Objectivos desta sessão:**

Reconhecer a importância de um currículo centrado na resolução de problemas.

Usar contextos para abordar, formular, e resolver problemas.

# Tarefa 1

## **Resumo da tarefa:**

Analisar e discutir excertos de artigos de investigação.

## **Objectivo:**

Reconhecer a importância de um currículo centrado na resolução de problemas.

## **Tarefas:**

- 1 Identificar, em grupo, as principais ideias do texto 3 (previamente apresentadas pelo investigador).
- 2 Ler, individualmente, e identificar as principais ideias do texto 4.
- 3 Discutir, a partir dos dois textos, os conceitos relevantes já identificados e as suas implicações educacionais.

**Tempo:** 30 minutos

## Tarefa 2

### Resumo da tarefa:

Utilizar contextos (situações que nos rodeiam) para abordar conceitos e formular problemas.

### Objectivos:

Identificar os conceitos que podem ser abordados com um determinado contexto.

Formular problemas a partir do mesmo contexto.

### Tarefas:

1 Escolher um contexto a partir de quatro contextos fornecidos pelo investigador.

2 Analisar o contexto escolhido e averiguar quais os conceitos que podem ser abordados a partir dele.

3 Formular problemas partindo do contexto e tendo em conta os conceitos que podem ser abordados com ele.

**Tempo:** 30 minutos

## Tarefa 3

### **Resumo da tarefa:**

Resolver problemas formulados a partir de contextos.

### **Objectivo:**

Abordar um problema partindo de hipóteses.

### **Tarefa:**

**Resolver um problema, à escolha de entre os que foram formulados na tarefa 2, seguindo as fases abaixo indicadas.**

1 Discutir o problema sem ter a preocupação de o resolver, procurando identificar sub-problemas e uma formulação mais precisa quer para o problema quer para os sub-problemas .

2 Formular hipóteses qualitativas , estabelecendo, em particular, relações entre as variáveis presentes no problema.

3 Estabelecer um plano para encontrar a solução, partindo das hipóteses formuladas.

4 Levar a cabo esse plano.

5 Analisar o plano e os resultados encontrados para a solução do problema, confrontando-os nomeadamente com as hipóteses.

**Tempo:** 30 minutos

## Avaliação da 2ª Sessão

Nesta sessão discutiu/reflectiu sobre algum(s) aspecto(s) (inovadores) acerca da R.P.?

Se sim, quais?

Pensa que os aspectos hoje aqui discutidos poderão trazer alguma(s) consequência(s) para a sua prática de ensino?

Se sim, quais?

Faça um comentário sobre a metodologia utilizada nesta sessão.

GP dos Estados Unidos

# Rainey e Cadalora somam triunfos

O CENÁRIO repetiu-se. A terceira etapa do "Mundial" de motociclismo de velocidade, disputada domingo em Laguna Seca (Califórnia), não trouxe novidades em relação às duas primeiras: o italiano Cadalora, em 250 cc, alcançou a sua terceira vitória e o americano Rainey, em 550 cc, chegou ao segundo triunfo.

Na categoria rainha, Wayne Rainey (Yamaha), no seguimento do seu sucesso de Sidney, dominou a corrida. Melhor tempo nos ensaios com 1m27,40s e comando do princípio ao fim. O piloto conseguiu um avanço de 7 segundos sobre o australiano Michael Doohan (Honda) e de 16 segundos sobre o seu compatriota Kevin Schwantz, vencedor do Grande Prémio de Suzuka.

Na classificação do campeonato do mundo os três homens que subiram ao pódio no domingo encontram-se nas mesmas posições depois de três corridas, com 55, 51 e 46 pontos.

Com efeito, atrás de Rainey, que tinha 4 segundos de avanço depois de quatro voltas e mais de 10 ao fim 30ª, travou-se uma grande "batalha" para a segunda posição. O texano Schwantz, ao volante da sua

ERIC RISBERG/AP



GP dos Estados Unidos: vencedores já separados

Suzuki, lutou muito com o seu compatriota Kocinski, até este cair sem gravidade à passagem da sétima volta. Schwantz liderou o pelotão

até à 21ª volta, altura em que cedeu a posição a Doohan, que terminou em segundo lugar tal como nas duas primeiras corridas da época.

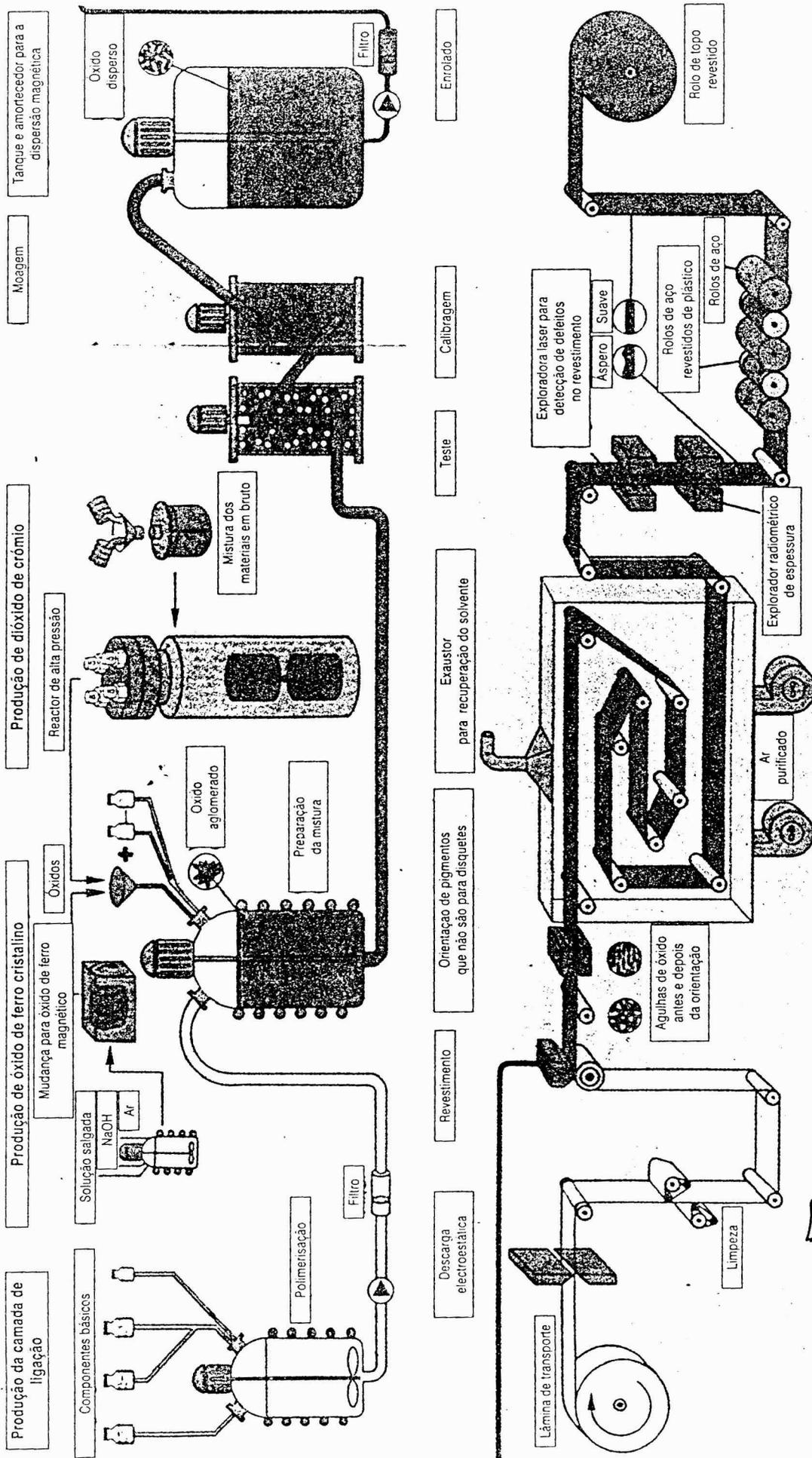
Em 250 cc, o italiano Luigi Cadalora prosseguiu a sua demonstração de superioridade. Depois de Suzuka e Sydney rubricou a sua terceira vitória em três corridas. Com 60 pontos, o seu avanço no Campeonato do Mundo é já de 15 pontos sobre o holandês Zeelenberg e o espanhol Cardus.

Domingo, Cadalora não esteve longe de efectuar a corrida perfeita como Rainey. Melhor tempo nos ensaios, melhor volta (1m28s 912cs na 14ª) e vitória final, mas somente liderou 15 das 30 voltas.

O italiano comandou da 3ª à 15ª até que uma bandeira vermelha neutralizou a corrida após um acidente sem gravidade. Após a segunda partida, Zeelenberg conseguiu alcançar a primeira posição da prova e manteve-a até à 19ª volta, deixando-se então ultrapassar por Cadalora.

O italiano foi-se distanciando pouco a pouco e conseguiu um avanço de seis segundos sobre o holandês e 15 sobre o italiano Reggiani.

A próxima prova do "Continental Circus" deverá realizar-se no dia 12 de Maio em Jerz (Espanha). ■



PRODUÇÃO DO DISCO MAGNETIZÁVEL  
DE UMA  
**DISQUETE**

A princípio era o cartão

constituída essencialmente por Ácido J-5

### **Material para o contexto 3**

Extracto de um filme da série McGyver (~1 minuto)

McGyver está dentro de um barco a submergir e quer de lá sair... usando uma garrafa de gás comprimido.

### **Material para o contexto 4**

Extracto de um programa televisivo (canal 2): espectáculo com bolas e bailarino.

Na situação apresentada a bola descreve uma trajectória pouco "normal"...

## 3ª Sessão

Esta é a terceira de uma série de quatro sessões dedicadas à resolução de problemas e respectivo ensino-aprendizagem.

### **Objectivos gerais desta sessão:**

Explorar contextos para criar tarefas-problema, a fim de serem usados no ensino-aprendizagem da Física.

Situar o "ensino-aprendizagem centrado na R.P." nas perspectivas de ensino-aprendizagem que podem ser usadas nas aulas de Física.

# Tarefa 1

## Resumo da tarefa:

Reflectir sobre a colocação e resolução de problemas com base na experiência adquirida na 2ª sessão.

## Objectivos:

Identificar as diferenças entre colocação de problemas no sentido tradicional e no sentido que preconizamos.

Identificar as diferenças entre resolução de problemas no sentido tradicional e no sentido que preconizamos.

Fazer uma avaliação crítica das potencialidades da colocação de problemas e sua resolução tal como preconizamos.

## Tarefas:

1 Analisar, em grupo, o processo de colocação de problemas a partir de contextos, com base na experiência adquirida na 2ª sessão tendo em conta em particular:

- as diferenças entre o processo tradicional e o que se preconiza;
- avaliação das potencialidades do processo de colocação de problemas que se preconiza.

2 Analisar, em grupo, o processo de resolução de problemas, tendo em conta a experiência adquirida na 2ª sessão, abordando nomeadamente:

- as diferenças entre o processo tradicional e o que se preconiza;
- avaliação das potencialidades do processo de resolução de problemas que se preconiza.

**Tempo:** 30 minutos

## Tarefa 2

### **Resumo da tarefa:**

Elaborar tarefas-problema a partir de contextos.

### **Objectivos:**

Identificar os conceitos que podem ser abordados com um determinado contexto.

Formular tarefas-problemas a partir do mesmo contexto.

### **Tarefas:**

1 Escolher um contexto a partir de quatro contextos fornecidos pelo investigador.

2 Analisar o contexto escolhido para:

- averiguar quais os conceitos que podem ser abordados a partir dele.
- explicitar fenómenos referidos nos contextos e eventualmente outros não referidos

3 Formular hipóteses conducentes à exploração de um fenómeno identificado na tarefa 2 .

4 Conceber e planear experiências para investigar as hipóteses formuladas.

5 Planear outras tarefas que tenham por objectivo esclarecer relações não conhecidas entre grandezas ou algum aspecto problemático do contexto, implicando em qualquer caso a manipulação de materiais, e/ou obtenção de informações precisas, etc.

**Tempo:** 40 minutos

## Tarefa 3

### **Resumo da tarefa:**

Analisar a tarefa 2 à luz de textos de investigação.

### **Objectivo:**

Identificar conceitos relevantes num texto de investigação na área de R.P. .

Analisar criticamente o resultado da tarefa 2.

### **Tarefas:**

1 Fazer uma análise dos resultados da tarefa 2 tendo em conta, em particular, as implicações educacionais da abordagem do ensino da Física feita a partir de contextos .

2 Ler, individualmente, e identificar as principais ideias do texto 5.

3 Discutir, em grupo, sobre os conceitos relevantes do texto 5 e as suas implicações educacionais abordando nesta discussão a análise feita na tarefa 1 .

**Tempo:** 30 minutos

## Tarefa 4

### **Resumo da tarefa:**

Perspectivar o ensino-aprendizagem centrado na R.P. problemas.

### **Objectivo:**

Comparar o ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas, com outras perspectivas de ensino-aprendizagem da física na sala de aula .

### **Tarefa:**

1 Discutir, em grupo, as vantagens e desvantagens de diferentes perspectivas de ensino-aprendizagem da física na sala de aula apresentadas pelo investigador .

**Tempo:** 20 minutos

## Avaliação da 3ª Sessão

Nesta sessão discutiu/reflectiu sobre alguns aspectos inovadores acerca do ensino-aprendizagem centrado na R.P.?

Quais?

Pensa que os aspectos hoje aqui discutidos poderão trazer algumas consequências para a sua prática de ensino?

Quais?

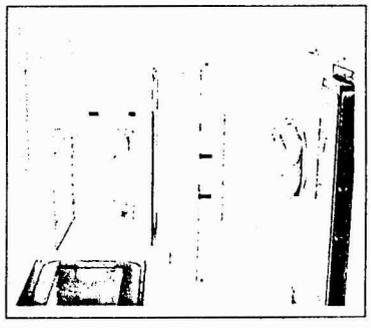
Faça um comentário sobre a metodologia utilizada nesta sessão.

# OS FORNOS DE MICRO - ONDAS SIMPLES ©

Os fornos de micro-ondas aparecem à venda numa gama bastante diversificada. É importante ter uma ideia do que existe e do que interessa adquirir em cada caso. Desta vez foram testados fornos simples, pequenos, médios e familiares. Antes, no entanto, de nos referirmos ao teste, vamos fazer uma revisão dos diferentes tipos existentes e do que se pode fazer com cada um deles. Falaremos também de outros testes realizados recentemente por outras Associações de Consumidores.

Os fornos de micro-ondas propõem formas de cozinhar mais rápidas, mais práticas e mais saudáveis, o que explica a sua grande e rápida difusão. No entanto, os testes realizados levam-nos a considerar-los um pouco aquém dessas expectativas. Este novo teste realizado em conjunto com outras Associações de Consumidores, procura ajudar a escolher o forno mais conveniente.

**Fornos pequenos simples** (cerca de 40 mil escudos) Como a sua capacidade útil (entre 10 e 16 litros) é reduzida, as possibilidades oferecidas por este tipo de fornos são limitadas. Servem principalmente para descongelar alimentos e para aquecer pratos que se compram feitos ou que se cozinham em casa. Não servem para cozinhar refeições completas, mas servem perfeitamente para aquecer a refeição de cada pessoa, por exemplo, quando cada membro da família come à sua hora.



**Fornos médios simples** (mesma ordem de preços dos anteriores) A sua capacidade útil (entre 16 e 25 litros) permite preparar pratos simples, como por exemplo cozer peixe ou vegetais, ou cozinhar um

O forno de cima tem uma pequena capacidade: 13,5 litros somente. O de baixo tem uma capacidade de 32 litros, que permite aquecer ou descongelar duas porções ao mesmo tempo

rolo de carne picada. Alguns modelos são programáveis. Destinam-se principalmente a quem pretender, não só descongelar e aquecer alimentos, mas também preparar alguns pratos simples.

**Fornos familiares simples** (entre os 40 e os 60 mil escudos) Tem uma capacidade útil de 25 e 30 litros. Como são um pouco maiores do que os anteriores, podem incluir uma travessa, o que é prático; podem também levar dois pratos simultaneamente, mas nesse caso a preparação levaria o dobro do tempo. Permitem cozinhar, e até mesmo cozer os alimentos no prato dourador. Os fornos deste tipo não são aconselháveis, porque, à parte o

**Fornos de micro-ondas com grelhador** (a partir dos 60 mil escudos) Tem uma capacidade útil de apenas micro-ondas não conseguem gratinar nem cozer bem a carne. Os grelhadores que equipam estes fornos permitem obter um bom tostado ou um gratinado apetitoso. Como todos os precedentes, servem para descongelar, aquecer pratos preparados e cozinhar; conseguem igualmente gratinar e assar sem o recurso ao prato dourador. A aquisição de um modelo deste tipo é aconselhável a quem

**Características das micro-ondas** Tem comprimentos de onda que as situam, no espectro electromagnético, entre as radiações infravermelhas e as ondas de rádio e de televisão. Vibram a uma frequência de 2450 MHz (2,45 mil milhões de períodos por segundo).

**Propriedades das micro-ondas** Reflexão: são devolvidas pelos metais e pelos materiais que contém metal (crystal, por exemplo). Penetração: atravessam os materiais não metálicos (vidros, loiças, madeira, cartão, plástico). Absorção: são absorvidas pelas moléculas de água, de gordura e de açúcar que se encontram nos alimentos, até à profundidade de 3cm.

**Como funciona o forno de micro-ondas?** O magnetron (gerador de micro-ondas) transforma a energia eléctrica, de 50 Hz de frequência, em ondas electromagnéticas de 2450 Mhz.

**Como funciona o forno de micro-ondas?** O magnetron (gerador de micro-ondas) transforma a energia eléctrica, de 50 Hz de frequência, em ondas electromagnéticas de 2450 Mhz. As ondas emitidas pelo magnetron passam através de um guia de ondas que as conduz para o recinto do forno. O agitador de ondas distribue e "mistura" as micro-ondas, que são constantemente reflectidas pelas paredes laterais metálicas e pela porta do forno. A energia electromagnética das micro-ondas actua no interior dos alimentos agitando as moléculas que os compõem. Produz-se um atrito molecular constante que liberta calor no interior dos alimentos.

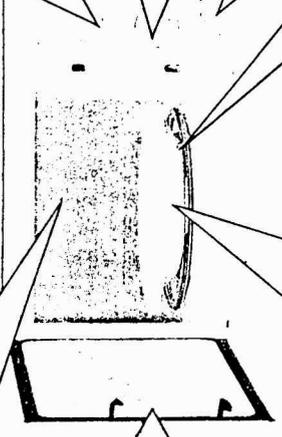
## Critérios de escolha

**Volume interior:** varia entre 12,7 litros - e 32 litros. Quanto maior é o forno, melhor convém para cozinhar maiores quantidades de alimentos (ver quadro comparativo na pág. 26).



**Sentido de abertura da porta:** é preciso prever o local destinado à instalação do micro-ondas. Alguns aparelhos têm porta de rebater.

**Ligação à corrente eléctrica:** convém qualquer tomada desde que esteja protegida por um disjuntor de 16A.



**Dimensão máxima das travessas:** todos os fornos testados aceitam pratos redondos até 27cm de diâmetro. Alguns aceitam também travessas rectangulares de 31x28cm (ver quadro na página 26).

**Níveis de potência:** convém ter mais do que um. O nível mínimo deve ser inferior a 100 W. Todos os fornos testados têm pelo menos 3 níveis de potência. Potência: Quanto mais alta for, mais rápido é o forno, mas trata-se principalmente de um argumento de venda porque o ganho real de tempo é mínimo.

**Temporizador:** pode ser mecânico ou digital. Estes são em geral mais precisos, mas também se encontraram muito bons temporizadores mecânicos, como o Miele M 686 LW e o do Solac 957.

**Botão de arranque:** é aconselhável porque impede que o forno comece a funcionar automaticamente depois de se abrir e tomar a fechar a porta.

**Prato rotativo:** favorece o aquecimento mais regular dos alimentos, mas em certos casos é mesmo assim aconselhável mexê-los ou mudá-los de posição.

**SOCIEDADE**

Milhares de pessoas assistiram ao Festival da Força Aérea

# Ataque ao aeroporto

António Moura

FERNANDO VILHADO

A Força Aérea Portuguesa encerrou as comemorações do 39.º aniversário da sua fundação com um festival aéreo no Aeroporto Francisco Sá Carneiro, em Pedras Rubras. Durante duas horas e meia, aviões e helicópteros de gerações diversas, bem como pára-quedistas, brindaram milhares de espectadores com acrobacias de espantar. Houve de tudo, mesmo um ataque. Simulado, é claro.

Um Mirage 2.000, dois A-10 Thunderbolt (iguais aos que estiveram na Guerra do Golfo e que são conhecidos como "tank-killers"/"caça-tanques), um F-18 Hornet, Cessnas, C-130/Hércules, helicópteros Alouette e Puma e algumas relíquias da aviação exibiram-se, ontem à tarde, no Festival Aéreo Internacional organizado pela Força Aérea Portuguesa (FAP), no Aeroporto Francisco Sá Carneiro, em Pedras Rubras, Matosinhos. Foi um espectáculo presenciado por dezenas de milhares de pessoas e oferecido por verdadeiros "ases" dos céus.

Faltavam 15 minutos para as 15 horas quando o apresentador de serviço convidou os espectadores a seguirem com atenção o "show" concebido pela FAP, para festejar o 39.º aniversário da criação deste ramo das Forças Armadas portuguesas. Um Alouette largou dois pára-quedistas, um empunhando a bandeira nacional e outro o estandarte da FAP. "Já lá vêm". Milhares de cabeças elevaram-se em direcção ao céu azul.



Pára-quedistas no simulacro de ataque ao aeroporto de Pedras Rubras

Passou por Pedras Rubras uma centena de aviões, que executou cerca de 500 movimentos. "O festival levou 2500 horas, distribuídas pelos últimos três dias, a ser preparado", disse o tenente Nuno Silveira, da FAP. O primeiro grande momento coube a uma formação de caças Fiat G-91 da Base do Montijo, que simularam um "mass attack" — uma operação em que os aviões atacam de vários lados e que se destina a confundir as defesas inimigas.

O público, que se acantonou

à volta da antiga aerogare de Pedras Rubras e das pistas, admirava as proezas dos pilotos e as "performances" dos caças. Antes do festival, novos e velhos renderam-se aos encantos de algumas máquinas voadoras expostas numa das placas da aerogare, como o elegantíssimo Mirage 2000, que a Força Aérea Francesa trouxe até nós, ou o ameaçador e antipático A-10 americano.

O festival hospedou-se desta vez no Porto, catorze anos depois da sua última visita a esta cidade.

Na altura, reuniu cem mil pessoas. Voltou agora e com inteiro êxito, como reconheceu o ministro da Defesa, Fernando Nogueira, que seguiu com atenção as proezas dos pilotos portugueses e de alguns estrangeiros.

### Coisas de espantar

No final, Nogueira estava "particularmente satisfeito com a adesão popular" e a Força Aérea tinha cumprido um dos seus objectivos: divulgar a sua imagem e assegurar voluntários pa-

ra os seus quadros.

Uma das notas altas do festival foi o lançamento de Sogas (Saltadores Operacionais de Grandes Altitudes). Os Sogas são "páras" de elite, os "top-gun" da sua classe. Saltam de noite, em más condições climáticas e de grande altitude. Graças a um pára-quedas especial, que funciona como uma autêntica asa, "podem percorrer 50 quilómetros" e, por isso, estão especialmente vocacionados para missões muito específicas. Os Sogas "quase que iam parar ao

colo do ministro", obse espectador, impression a precisão milimétrica "páras" especiais.

Depois, seguiu-se u de acrobacias, coisas de e de deixar qualquer mori berto. Viu-se um Hércul marcha-atrás na pista, " não ter retrovisor", com guém. E que dizer do bonteante oferecido por cópteros Alouette? A h dos pilotos arrancou apl cessivos, quando, i plo, puseram os voar lateralmente ção, numa oper mais parecia uma b los em pleno ar.

Mais pesado Pumas conseguiram algumas brincadi suspeitas aos olhos quer leigo na mat voaram para trás nado o seu "temp na", seguiu-se un gum de Epsilons, i fabrico francês no feita a instrução de portugueses. Os que se seguiram ram a aviões de o bre tecnológico, m temperamentais.

### Um canhão com asas

O primeiro a i -se foi um Miraq uma "bomba" dos gente e especta cu ta-se, além disso, avião dócil, que pe piloto libertar to: imaginação. Mais apareceram dois tais que são feitos n velmente eficazes: i um elemento da F rea, trata-se de um com asas", especi indizado para a luta que. Os americanos ram-se deles na G Gólf. Finalmente, Aérea exibiu os r meios que estão a cance. Fiat G-91, de -7 Corsair e um cor velharias que se i actualmente no M Ar. Duas horas e festival estava no espectadores deixa dras Rubras deslu e com as máqui gráficas recheada temunhos de um i mento pouco frequ Norte do país.

O ministro F Nogueira exibiu ur largo. No final, falc tival, da greve dos surgen cada para amanhã e da i integração dos pára-que Exército. Em relação à f vocou a "disciplina" exis seio das Forças Armadas to ao "dossier" dos pára tas, recordou que Porti pode comportar "quatro peciais (tomados, oper peciais de Lamego, fuzil "páras"). Sobre este as chefe do Estado-Maior Aérea, general Conceição guardou silêncio. "Não e ressado em falar nisso", c

TESTE  
 NAT PARA O  
 CONTEXTO 3

# Fritadeiras elétricas FRITOS SEM CHEIRO?

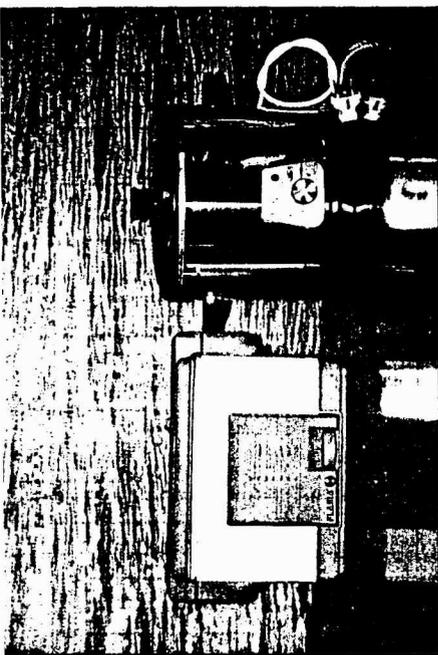
Por mais que os fabricantes se esforcem, ainda não é possível evitar completamente o desagradável cheiro a fritos. As fritadeiras com tampa anti-cheiros não convencem. Os modelos mais simples continuam a ser os mais recomendáveis, sendo também os mais fáceis de utilizar.

Será vantajoso utilizar uma fritadeira com tampa anti-cheiros em vez de um modelo mais simples? A fim de chegar a uma conclusão, a DECO tomou parte, com modelos fabricados em Portugal ou de grande venda no país, num teste a este tipo de electrodomésticos, realizado com outras Associações de Consumidores. Por ocasião do nosso último teste, publicado em Outubro de 87 na Proteste 64, as tampas anti-cheiro já tinham feito a sua aparição e equipavam vários modelos testados.

No entanto o teste deu preferência a outras características, como a precisão do termostato, a rapidez do aquecimento, ou a temperatura máxima que era possível atingir. No teste realizado agora todos estes aspectos continuaram a ser examinados e incluiu-se também a eficácia das tampas anti-cheiros. Estas, para darem o resultado anunciado, não devem abrir-se durante a fritura. Para ser possível acompanhar esta operação, os fabricantes propõem várias soluções, algumas bem curiosas.



# utensílios



Os dois tipos de fritadeira (redondas e rectangulares)

## FRITADEIRAS

### COM LIMPA-VIDROS

Para se conseguir acompanhar a fritura, algumas das modernas fritadeiras têm um visor. Isto, no entanto, não melhora consideravelmente a visibilidade, porque o vapor produzido pela fritura vai embaciar o vidro. Para resolver este problema, têm aparecido várias soluções, como um limpa-vidros do lado de dentro do visor, ou um mini-exaustor. Enfim, se essas soluções permitirem vigiar melhor a fritura, nem por isso conseguem eliminar completamente os cheiros e não facilitam o trabalho dos utilizadores.

## FRITADEIRAS REDONDAS OU RECTANGULARES?

### A capacidade

A capacidade das fritadeiras varia entre 1 e 2,8 litros. Com a finalidade de economizar o óleo, as cubas têm formas que proporcionam a capacidade mínima.

### As formas

Algumas são redondas, outras são rectangulares. Estas últimas têm a vantagem de se arrumarem mais facilmente.

## As pegas

Nalguns modelos podem ser rebatíveis ou removíveis. Neste último caso, o ideal é que a pega possa guardar-se no próprio aparelho, e que o sistema de engate seja fácil e seguro.

## O AQUECIMENTO ESTÁ BEM CALCULADO?

Para se obterem fritos saudáveis e saborosos, é fundamental fritar-se a temperatura mais adequada, de preferência em duas etapas sucessivas, a primeira a 160º C, a outra a cerca de 180º C.

## O termostato da fritadeira

Deve ser suficientemente preciso, o que nem sempre é o caso. Atribuiu-se um Mediocre nos casos em que a diferença entre a temperatura marcada e a

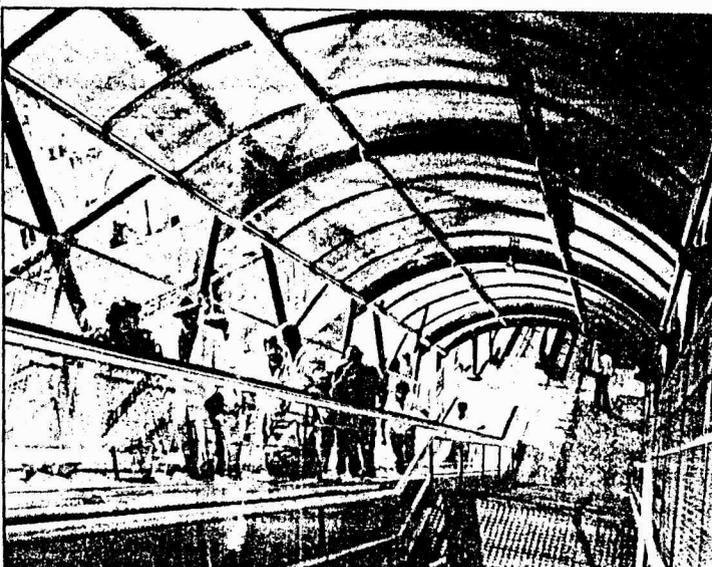
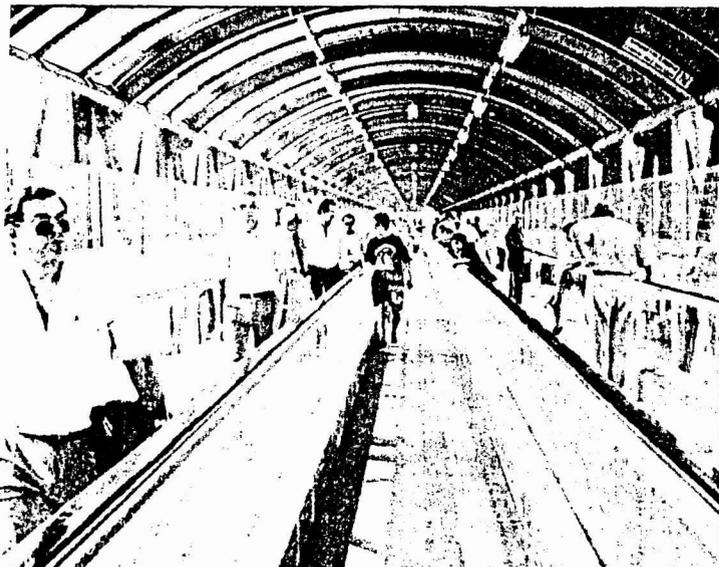
Socudir os fritos nem sempre é fácil



**A temperatura máxima**  
 Não deve nunca ultrapassar os 190º ou 195º C.

Acima dessa temperatura (e mesmo abaixo, em muitos casos) as gorduras degradam-se rapidamente e tornam-se nocivas conforme a DECO tem afirmado repetidas vezes (ver "Óleos Alimentares", Proteste 72, Julho (88). Em muitos casos ultrapassam-se os 200º C, o que levou à atribuição de um Mediocre no quadro. Recorde-se que, para obter fritos saudáveis, é indispensável escolher um óleo que suporte bem o aquecimento, com o óleo de amendoim.

Lamentamos que entre nós não seja legalmente permitida a venda ao consumidor final de óleo de bagaço de azeitona ou de azeite, refinados, que seriam, juntamente com o óleo de amendoim, as gorduras mais aconselháveis para fritar. Não basta contudo escolher bem o óleo. É também indispensável substituí-lo regularmente. Os estudos mais recentes apontam para um máximo de 12 utilizações para o óleo de amendoim e para o óleo de bagaço de azeitona. O número de utilizações reduz-se para 6 no caso dos restantes óleos. Que devemos portanto pensar de folhetos de instruções que aconselham 15 ou até mesmo 20 utilizações para o mesmo óleo de fritar? Note-se igualmente que as gorduras hidrogenadas que se encontram à venda em Portugal são as margarinas de mesa, de cozinha ou especiais (ver Proteste 94, Junho 90) que de maneira nenhuma convêm para fritar.



onde maioria das pessoas que utilizaram ontem a passadeira rolante fê-lo por curiosidade. Foram jovens, idosos, e donas de casa que decidiram experimentar. Mas também houve os que se deslocaram para o trabalho, os quais estavam visivelmente satisfeitos, com aquele momento de repouso. © DN-Fernando.

Ligação entre as duas estações entrou ontem em funcionamento

# Passadeira de Alcântara tornou-se brincadeira

çaram ontem a rolar, logo pela manhã, as adeiras entre Alcântara-Terra e Alcântara. Foi uma surpresa agradável para todos os ali passam. Mesmo antes das 7 horas já dezenove pessoas percorriam, satisfeitas, a longa a de 500 metros. Muitos utilizavam a pista o ligação entre as duas estações da CP, mas a or parte foi apenas experimentar, como se asse de uma brincadeira

Os menos atarefados, sem pressas, podem fazer o percurso em pouco mais de cinco minutos, enquanto os outros, os apressados, que andam a passos largos sobre a pista, podem demorar cerca de três minutos.

dor central. «Não! Não me convenço. Isso faz-me confusão e aqui é que eu vou bem...», respondeu a outra.

Mas a verdadeira festa foi para a criançada. De um lado para o outro, em pequenos grupos, divertiam-se à sua maneira, ora saltando de uma pista para outra, ora fazendo habilidades, enfim. «Desde que não prejudiquem ninguém não lhes fazemos nada», referiu ao DN um dos agentes da PSP encarregado da segurança da estrutura ontem inaugurada.

Contudo, algo não correu bem neste primeiro dia de funcionamento da passadeira rolante. Por várias vezes a pista parou. Indignados, as pessoas olhavam para todos os lados e, sem saber o que se passava, davam corda às pernas e lá seguiam os seus caminhos. Questionado, um agente da

PSP explicou que são os miúdos que carregam nos botões de emergência. «De vez em quando acontece isto, e tenho que ir chamar os técnicos da CP para colocarem a pista a andar de novo!»

Um utente, que ouvia a conversa, disse logo que o melhor era que «a CP retirasse os botões, para evitar as brincadeiras». São opiniões.

Junto às escadas de saída da passadeira, perto da Estação de Alcântara-Terra, um grupo de sujeitos divertia-se a ouvir os comentários das pessoas. E um deles era praticamente o cicrone. Dava explicações aos curiosos, ajudava os hesitantes a subirem a escada rolante e até dizia das vantagens em utilizar a passadeira.

«A senhora vai para o Pingo Doce? Então vá na passadeira que é num instante», explicava. Esta, deslumbrada

com a ideia, lá ia.

Outra senhora escadada e punha admirada, sem se tratava. «Pai isto?» E o «cicrone» respondeu: «Para lá entre as linhas de cintura, de Sintra. A senhora se que Porto, já não pi Santa Apolónia. o comboio que f

## Desculpe! Pa

À saída das es pa de reporte questionou alg António Ferre em Alcântara, satisfeito com tura, deu a sua dam para ai a rações a torto e esta sim. É ui

Apesar da obra que tem s órgãos de Coi cial, muitas j nheciam o pro nova estrutur ra de idade, e alguns minute as escadas, ve subir e descer jornalista: «D nhor sabe se gar?» Não er

A partir de 22 horas, ce boios por dia tara-Terra fa com as outr

Apesar da lidade da pa também recl ra relacionac tuação estrar CP. Um grup lheres subia quanto ut mens, no sol cima, apre rama.

Uma das do o olhar i jeitos, não t das, e recl «Isto é bon runhosos qe baixo a olh cueca.» Todos se

TINADA a servir os pasiros da linha da cintura, ndo a ligação entre as es de Alcântara-Terra e ntara-Mar, a passadeira nte foi ontem uma brinira. Como ir à Feira Por. Miúdos, jovens, idosos nas de casa, de sorrisos lábios, partiram para ela «aventura», cada qual uma opinião diferente.

Os jovens, saltando de um para o outro, fazendo ilidades sobre as pistas, eriram ao DN que «dava ito mais gozo se andasse is rápido», mas mesmo ao o seguia um idoso, que o se exaltou com o comenio do jovem: «vocês pen n que isto é algum brinido? Eu ainda consigo an nisto, mas há quem te mais idade e se veja com culdades para entrar».

sensação de fazer um curso num ponto alto, obando a paisagem exterior ante alguns minutos, desado, é algo inédito em tugal, e por isso muitos utilizadores se regozija com a obra. «De uma i não tenho dúvidas. São os os minutos de trajec as retira muito do stress aminho para o trabalho», rou ao DN um utente da

nversando com um coido, este utente da CP a relaxado na pista para itara-Mar, onde ia apam um comboio para Cas. «É muito útil esta obra. ipalmente no Inverno, e tinha de apanhar um arro só para andar duas ens. Agora venho a pé pista e demoro menos os minutos até à esta

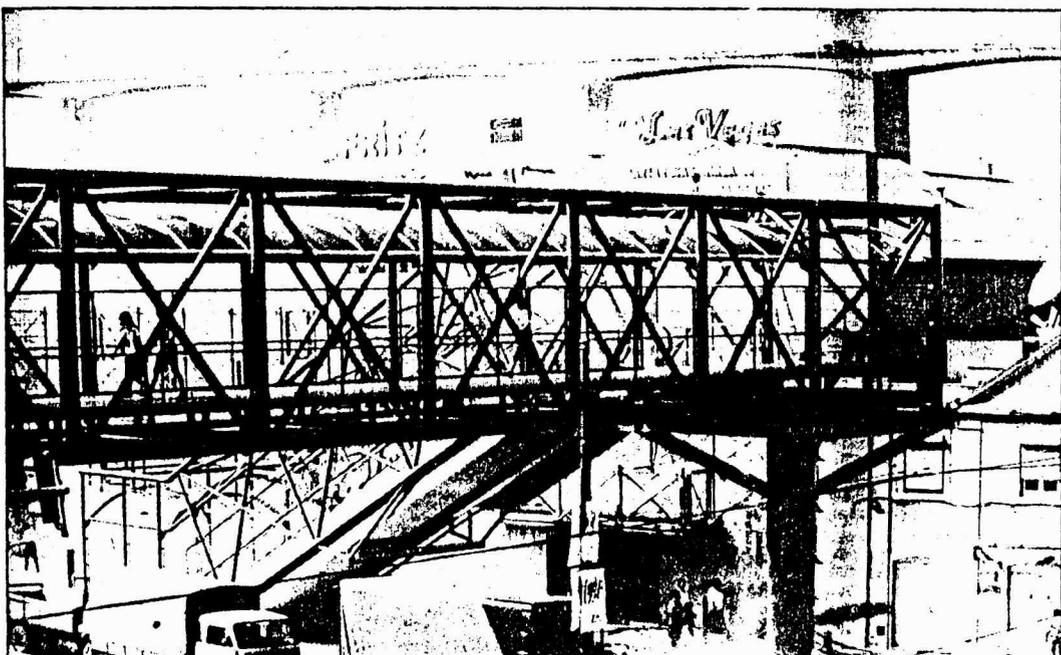
dando a passo largo. A dada altura o miúdo diz: «Ó mãe, olha que podemos ir parados que isto anda na mesma...» A mãe, pouco interessada na conversa do miúdo, levanta a voz: «Eu sei disso, anda lá que já vou atrasada!»

Do alto da pista, podiam ver-se as filas de carros andando lentamente. Os automobilistas, lá em baixo, suando, nervosos, esticavam os pescoços e olhavam, com inveja, para a descontração dos utentes da passadeira.

## Há quem não arrisque andar na passadeira

Mas há aqueles que usam a estrutura mas não arriscam andar na passadeira. Faz-lhes impressão e, assim, vão num espaço intermédio, entre as duas pistas, bem agarrados ao corrimão, olhando com estranheza para os que seguem, parados, à mesma velocidade.

«Vem aqui para este lado! Pões os pés nesta passadeira e ela anda sozinha. É uma maravilha!», dizia uma senhora, tentando convencer a vizinha que seguia no corre-



## 4ª Sessão

### 1º dia

Esta é a quarta de uma série de quatro sessões dedicadas à resolução de problemas e respectivo ensino-aprendizagem. Esta sessão divide-se em dois dias, dos quais este é o primeiro.

#### **Objectivos gerais deste 1º dia desta sessão:**

Analisar o modelo de E.-A. centrado na R.P. e condições para a sua implementação .

Utilizar textos de investigação para discutir o ensino-aprendizagem centrado na R.P. .

# Tarefa 1

## Resumo da tarefa:

Analisar aspectos fulcrais das 2ª e 3ª sessões à luz de textos de investigação.

## Objectivos:

Identificar conceitos relevantes de um texto de investigação.

Reflectir sobre os resultados das 2ª e 3ª sessões à luz de textos de investigação.

## Tarefas:

1 Discutir, em grupo, sobre os conceitos relevantes do texto 6 lido em casa e as suas implicações educacionais.

2 Analisar as 2ª e 3ª sessões à luz dos conceitos relevantes identificados quer no texto 6 quer nos anteriores, tendo em conta as seguintes questões:

- Qual a importância da utilização de contextos no E.-A. de Física?
- Que aspectos é necessário ter em conta quando se prepara uma tarefa de aprendizagem?
- Qual é o papel das tarefas-problema e dos problemas no E.-A.?
- Que alterações é necessário fazer no E.-A. tradicional para contemplar contextos, tarefas de aprendizagem, tarefas-problema e problemas?

**Tempo:** 2 horas

## Tarefa 2

### Resumo da tarefa:

Construir e discutir a sua representação pessoal do modelo de E.-A. centrado na R.-P., a partir, em particular, da sua apresentação pelo investigador .

### Objectivos:

Construir uma representação pessoal do modelo de E.-A. centrado na R.-P. .

### Tarefas:

Ao mesmo tempo que o investigador apresenta o modelo de E.-A. centrado na R.-P. ...

- 1 Identificar as ideias relevantes do modelo de E.-A. centrado na R.-P. :
  - tomando notas, fazendo esquemas, etc.
  - formulando perguntas, ou levantando problemas para posteriormente serem discutidos.
  - acompanhando o texto fornecido pelo investigador sobre o modelo de E.-A. centrado na R.P.

- 2 Discutir, em grupo e com o investigador as questões formuladas em 1 e esclarecer dúvidas de conteúdo.

**Tempo:** 2 horas

## Tarefa 3

### Resumo da tarefa:

Discutir conceptualmente o modelo de E.-A. centrado na R.-P. e a sua implementação.

### Objectivos:

Identificar conceitos que dão suporte teórico ao modelo.

Identificar os aspectos deste modelo que rompem com o E.-A. tradicional.

Analisar as implicações educacionais do modelo.

Reflectir sobre as condições da implementação do modelo de E.-A. centrado na R.-P. .

### Tarefas:

1 Ler, individualmente, o texto sobre o modelo de E.-A. centrado na R.-P. e identificar os conceitos que dão suporte teórico ao modelo.

2 Comparar, em grupo, este modelo de E.-A. com o modelo de E.-A. tradicional:

- identificando os aspectos que rompem com o tradicional;
- apontando vantagens educacionais e inconvenientes.

3 Discutir, em grupo, sobre as implicações educacionais do modelo de E.-A. centrado na R.-P., a partir do seguinte exercício mental:

-prever a reacção dos alunos que são ensinados ( e aprendem) em aulas que têm por base este modelo.

4 Analisar as condições de implementação do modelo, tendo em conta:

- objectivos educacionais;
- estratégias;
- material necessário;
- avaliação;
- articulação entre contextos, tarefas-problema e problemas;
- articulação com manuais;
- resistência dos alunos;
- outros factores ( programas, tempo, factores exteriores, etc.).

**Tempo:** 2 horas

# Avaliação da 4ª Sessão

## 1º dia

1 Nesta sessão foi apresentado o modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas:

-Que aspectos inovadores nele identifica?

-O que é que acha necessário fazer para o modelo de E.-A. centrado na R.P. ser implementado?

2 Acha que está em condições de poder implementar o modelo de E.-A. centrado na R.P.? Porquê?

3 Faça um comentário sobre o modelo de E.-A. centrado na R.P.

3 Faça um comentário sobre a metodologia utilizada nesta sessão.

## **4ª Sessão**

### **2º dia**

Esta é a quarta de uma série de quatro sessões dedicadas à resolução de problemas e respectivo ensino-aprendizagem. Esta sessão divide-se em dois dias, dos quais este é o segundo.

#### **Objectivos gerais deste 2º dia desta sessão:**

Planificar o ensino-aprendizagem de alguns conceitos tendo por base o modelo de E.-A. centrado na R.P. .

Discutir a implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P. nas aulas de Física.

# Tarefa 1

## Resumo da tarefa:

Construir um plano para abordar o conceito de quantidade de movimento e outros com eles relacionados tendo por base o modelo de E.-A. centrado na R.P..

## Objectivo:

Aplicar o modelo de E.-A. centrado na R.P. a situações concretas de actuação do professor:

- na planificação de tópicos programáticos;
- na previsão do modo de actuação do professor e dos alunos na sala de aula.

## Tarefas:

1 Planificar o ensino-aprendizagem para o tópico programático "Quantidade de movimento e impulso de uma força" tendo por base o modelo de E.-A. centrado na R.P., cuidando, nomeadamente, dos seguintes aspectos:

- contextos a utilizar;
- exploração de conceitos;
- problematização;
- tarefas-problema e problemas;
- objectivos;
- material ( considere-se entre outros o manual);
- avaliação;
- tempo.

2 Traçar as linhas orientadoras de actuação do professor na sala de aula tendo em conta o que se pretende dos alunos.

**Tempo:** 3 horas

## Tarefa 2

### Resumo da tarefa:

Confrontar o trabalho da tarefa 1 com o modelo de E.-A. centrado na R.P.

### Objectivo:

Analisar, à luz do modelo de de E.-A. centrado na R.-P., o trabalho da tarefa 1 .

### Tarefas:

1 Confrontar o trabalho da tarefa 1 com o modelo de E.-A. centrado na R.P. , tendo em conta os seguintes aspectos:

-relevância dos contextos escolhidos, nomeadamente para abordar todos os conceitos do tópico programático;

-escolha adequada das tarefas, nomeadamente no que diz respeito à sua complexidade e abordagem;

-actuação do professor em cada <sup>SITUAÇÃO</sup> tarefa;

-identificação, no plano, das etapas do modelo de E.-A. centrado na R.P. ,

a) justificando por que razão se identifica determinado aspecto do plano com determinada etapa do modelo,

b) ou por que não se incluiu nada no plano relativo a determinada etapa do modelo (se for caso disso)

2 Reformular determinados aspectos do plano com base na análise anterior.

**Tempo:** 2 horas

## Tarefa 3

### **Resumo da tarefa:**

Fazer uma síntese sobre os aspectos fundamentais a ter em conta na implementação do modelo de E.-A. centrado na R.-P.

### **Objectivo:**

Comunicar, por escrito, em que consiste o modelo de E.-A. centrado na R.-P. e como poderia ser implementado.

### **Tarefa:**

1 Imagine que tem de comunicar a um colega do 4ºA o que se abordou nestas sessões explicando-lhe o que é o modelo de E.-A. centrado na R.-P. e como poderia ser implementado nas aulas ...

Escreva tudo o que acha relevante dizer-lhe sobre o assunto.

2 Discussão com base nas diferentes sínteses formuladas por cada professor e a síntese apresentada pelo investigador a qual tem em especial atenção os aspectos sensíveis da implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P.

**Tempo:** 1 hora

# Avaliação da 4ª Sessão

## 2º dia

1 Nesta sessão foi aplicado o modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas à planificação:

-Que aspectos inovadores identifica em relação a uma planificação tradicional?

-O que é que acha necessário fazer, para o modelo de E.-A. centrado na R.P. ser implementado na sala de aula?

-Acha que é possível implementar o modelo de E.-A. centrado na resolução de problemas para outros tópicos programáticos? Porquê?

2 Acha que necessita de colaboração na implementação de uma estratégia baseada no modelo de E.-A. centrado na R.P. para a unidade que vai implementar ("Forças e movimento")? Porquê? Em quê?

3 Faça um comentário sobre o modelo de E.-A. centrado na R.P.

3 Faça um comentário sobre a metodologia utilizada nesta sessão.

4 Faça uma apreciação global às quatro sessões.

## **3º dia de Formação**

### **Encontro de reflexão sobre a implementação do modelo de E.-A centrado na R.P.**

#### **Objectivos gerais deste encontro:**

Formular problemas de implementação do E.A. centrado na R.P. na sala de aula, nos seus diferentes aspectos .

Confrontar dialecticamente a prática e o modelo de E.-A. centrado na R.P. e seus instrumentos tóricos subsidiários, para aperfeiçoar o desempenho dos intervenientes na implementação do modelo.

**Tempo:** 6 horas

# Tarefa 1

## **Resumo da tarefa:**

Formular, com precisão, os problemas sentidos na implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P. .

## **Objectivos:**

- Recolher informação sobre a implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P. praticada pelos diferentes professores.
- Formular problemas a partir dessa informação.

## **Tarefas:**

- 1 Visionar um filme com 30 minutos com extractos de aulas dos três professores.
- 2 Partilhar as dificuldades sentidas por cada professor com base nos aspectos propostos no documento de avaliação apresentado pelo investigador.
- 3 Formular, com a máxima precisão possível os problemas sentidos nos vários níveis na implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P. .

**Tempo:** 1h30

## Tarefa 2

### Resumo da tarefa:

Recolher informação relevante sobre os problemas levantados na tarefa 1.

### Objectivos:

- Escolher textos de investigação relevantes para ser possível abordar os problemas formulados na tarefa 1.

- Formular hipóteses para orientar a pesquisa de textos com vista à resolução dos problemas.

### Tarefas:

1 Formular hipóteses sobre os problemas apresentados (t. grupo).

2 Escolher os textos de investigação relevantes para serem estudados, com vista a orientar a resolução dos problemas levantados (t. grupo).

3 Leitura dos textos escolhidos, anotando ideias, fazendo esquemas (t. individual).

**Tempo:** 1h30

## Tarefa 3

### **Resumo da tarefa:**

Discussão dialéctica entre a praxis e os instrumentos teóricos.

### **Objectivo:**

Confrontar a prática com o modelo de E.-A. centrado na R.P. e seus instrumentos teóricos subsidiários.

### **Tarefa:**

1 Abordar cada problema confrontando a praxis com a teoria.

Traçar as soluções mais adequadas para cada problema.

2 Abordar problemas colocados pelo investigador ( não apresentados pelos profs.), confrontando a teoria com a praxis.

Traçar as soluções mais adequadas para cada problema.

**Tempo:** 3 horas

## Avaliação do Encontro

1 Neste encontro foram analisados alguns problemas relacionados com a implementação do modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas :

-Acha que os problemas levantados estão relacionados com a implementação do modelo ou estão relacionados com o próprio modelo?

-O que se analisou neste encontro é relevante para uma boa implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P. na sala de aula?

-Após este encontro está disposto a implementar o modelo de E.-A. centrado na resolução de problemas para outros tópicos programáticos? Porquê?

2 Acha que necessita de mais colaboração na implementação do modelo de E.-A. centrado na R.P. para a unidade "Forças e movimento"? Porquê? Em quê?

3 Indique quais os aspectos que considere importantes que foram abordados neste encontro, bem como aqueles que acha que deveriam ter sido e não foram.

4 Faça um comentário sobre o modelo de E.-A. centrado na R.P.

5 Faça um comentário sobre a metodologia utilizada nesta sessão.

**Caracterização do prof. \_\_\_\_\_**

**Nome** \_\_\_\_\_

**Morada** \_\_\_\_\_

**Idade** \_\_\_\_\_

**Habilitações** \_\_\_\_\_

**Formação profissional** \_\_\_\_\_

**Anos de Serviço** \_\_\_\_\_

**Anos de leccionação do 10º ano** \_\_\_\_\_

**Escolas em trabalhou** \_\_\_\_\_

**Experiências e/ou projectos em que participou** \_\_\_\_\_

**Cargos e/ou funções que ocupou** \_\_\_\_\_

**Formação adicional (cursos/acções)** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## **Guião da avaliação final da supervisão**

A sessão de avaliação de todo o trabalho desenvolvido com os professores foi realizada, conjuntamente, depois de se terem efectuado todas as tarefas que diziam respeito à investigação.

Faça comentários acerca do processo de formação. (O processo de supervisão foi adequado? O investigador teve uma actuação correcta?)

Faça comentários acerca do processo de implementação do modelo de e.a. centrado na r.p. nas aulas.

Faça comentários ao próprio modelo de e.a. centrado na r.p.. (O que pensa do modelo? Como o entende?)

Descreva o modo os alunos sentiram e reagiram às alterações ocorridas nas aulas. (Em particular os alunos melhoraram o seu aproveitamento? Como é que o aluno encara os problemas? As reacções dos alunos variaram consoante o tipo de alunos?)

O que pensa fazer com o modelo no futuro?

O que acha que poderia ser melhor se o processo fosse repetido?

## Apêndice B: Textos entregues aos professores durante a supervisão

Os textos entregues aos professores durante, os diferentes momentos da supervisão, foram os seguintes:

### 1ª Sessão

Texto 1 (pág. 70 a 73)

Valente, M. O. & Neto, A. & Valente, M. (1989) Resolução de problemas em Física - necessidade de uma ruptura com a didáctica tradicional. *Gazeta de Física*. vol 12(fas.2) pp 70-77.

Texto 2 (pág. 131 a 138)

Gil Perez; Martinez-Torregrosa; Senent Pérez (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.

### 2ª Sessão

Texto 3 (pág. 78 a 79)

Watts, D. M. & Gilbert (1989) The "new learning": Research, development and the reform of school science education. *Studies in Sci. Edu.* 16 pp75-121.

Texto 4 (pág. 18 a 21 da parte 1 e da pág. 49 a 50 da parte 2)

Martins, A. (1991) Inovações na educação científica e tecnológica, Modelos Curriculares. 1ª parte. *Gazeta de Física* vol 14 (fas.1) pp 14-21.

Martins, A. (1991) Inovações na educação científica e tecnológica, Modelos Curriculares. 2ª parte. *Gazeta de Física* vol 14 (fas.2) pp 46-60.

### 3ª Sessão

Texto 5 (completo)

Cheung, K. & Taylor, R. (1991) Towards a humanistic constructivist model of science learning: changing perspectives and research implications. *J. Curriculum Studies*. vol 23 nº1 21-40.

Texto 6 (na totalidade)

Stinner (1990) Philosophy, thought experiments and large context problems in the secondary school physics course. *Int J. Sci. Educ.* vol 12 (3) pp 244-257.

### 4ª Sessão - 1º dia

Texto 7

Organograma de conceitos

Texto 8

Modelo de ensino-aprendizagem centrado na resolução de problemas.

Texto 9

Guião para criar contextos problemáticos

Textos entregues depois da 1ª intervenção e antes do 3º dia de formação.

Texto 10 (completo)

Kilpatrick, J. (1991) Algumas questões na avaliação da resolução de problemas em matemática. *Avaliação uma questão a enfrentar. Actas do Seminário sobre avaliação*. Lisboa . A.P.M. pp 61-68.

Texto 11 (completo)

Leal, L. & Abrantes, P. (1991) Avaliação da aprendizagem / Avaliação na aprendizagem. *Avaliação uma questão a enfrentar. Actas do Seminário sobre avaliação Lisboa . A.P.M.* pp 69-81.

Texto 12

Documento, produzido pelo investigador, para avaliar a implementação do modelo nas aulas.

### 3º Dia de Formação

Texto 13 (da pág. 40 a 45)

Benavente, A. (1991) Avaliação e Inovação Educacional - Notas e reflexões. *Inovação*. vol 3(4). pp 33-46.

Texto 14 (a parte das implicações pedagógicas)

Lopes, J. Bernardino (1992) Debate entre Lakatos e Bachelard sobre o crescimento do conhecimento científico. *Trabalho para a cadeira de Epistemologia do Mestrado em Supervisão*. Aveiro.

Texto 15 (pág. 1 a 4)

Perrenoud, P. (1990) Pour une approche pragmatique de l'évaluation formative. *Texte d'une intervention faite dans le cadre de l'Atelier de Recherche Pédagogique du Conseil de l'Europe sur l'Évolution des résultats scolaires*. Liège. Setembro.

Texto 16

Algumas definições de avaliação

Texto 17 (completo)

Fernandes, D. (1991) Resolução de problemas e Avaliação. *Actas do 2º Encontro Nacional de Didáticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. Universidade de Aveiro. pp 275-286.

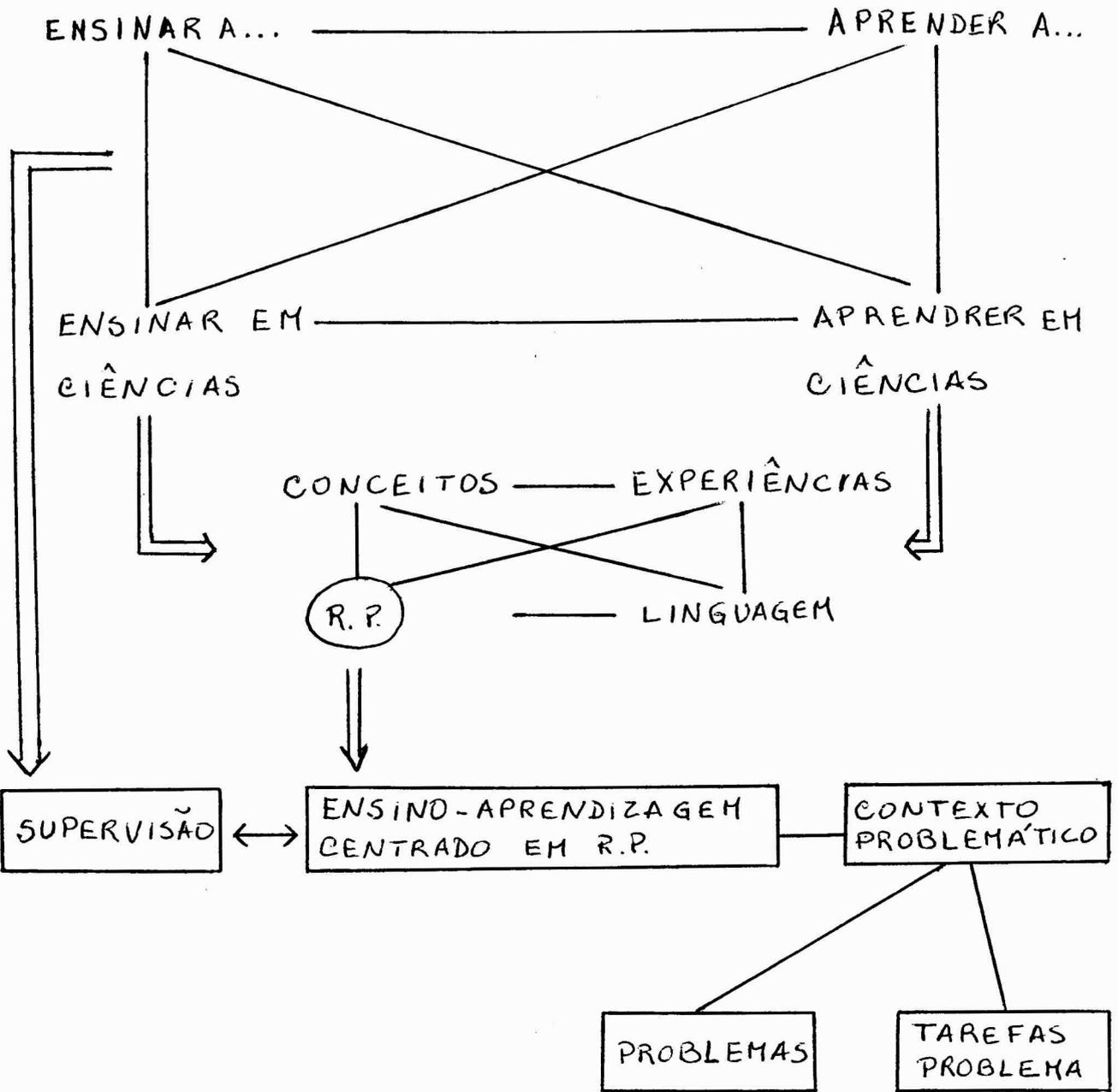
Texto 18 (completo)

Ponte, J. (1991) Resolução de problemas: da Matemática às aplicações. *Actas do 2º Encontro Nacional de didáticas e Metodologias de Ensino*. Aveiro. Universidade de Aveiro. pp 287-296.

Texto 19 (capítulo 2) e Texto 20 (capítulo 3)

Watts, M. (1991) *The science of problem-solving - A practical guide for science teachers*. London. Cassell.

# ORGANIGRAMA DE CONCEITOS



## **Guião para criar contextos problemáticos**

### **Como arranjar material informativo do mundo real para ser levado para a sala de aula**

A partir de recortes de jornal e/ou revista

- Enquadrar as situações a apresentar e indicar o título do contexto.
- Apresentar dois ou mais recortes, se possível com fotografias, com texto, esquemas, cobrindo o mesmo assunto de diferentes ângulos.

A partir de aparelhos ou objectos e/ou parte deles.

- Enquadrar os objectos ou aparelhos e indicar o título do contexto.
- Apresentar o objecto (ou fotografias de diversas partes) de diferentes pontos de vista.
- Apresentar especificações do aparelho ou objecto.
- Apresentar a descrição do funcionamento do aparelho.
- Apresentar se, possível, componentes desse aparelho.

A partir de material audiovisual (diapositivos ou vídeo)

- Enquadrar o material audiovisual e indicar o título do contexto.
- Exibir o material audiovisual de curta duração (máximo 10 minutos) mostrando uma problemática do mundo real de diferentes perspectivas e tendo informação pormenorizada que baste. A exibição pode ser interrompida e manipulada durante a discussão.

A partir de visitas de estudo

- Enquadrar a visita de estudo e indicar o(s) aspecto(s) sobre o(s) qual(quais) o(s) alunos devem centrar a sua atenção para recolher informações variadas e pormenorizadas. As informações devem ser obtidas a partir de fotografias, folhetos, apontamentos, pedidos de esclarecimento, esquemas, observação, etc..

A partir da conjugação de duas ou mais situações anteriores.

## **Problematização da informação**

- Sistematizar a informação fornecida ou recolhida relativa ao tópico a abordar
- Estabelecer, através de discussão, as relações entre as diferentes informações.
- Identificar a informação que falta para a compreensão da situação.
- Estabelecer rede de ligações entre informação sistematizada, informação que falta e conceitos a abordar.
- Formular perguntas, estabelecer conjecturas, propôr experiências, etc..
- Formular tarefas-problema e problemas a partir da actividade anterior.

## TEXTO 12

*Alguns aspectos que é necessário reflectir para avaliar a implementação do modelo de Ensino-Aprendizagem centrado na R.P. , durante a unidade Forças e Movimento (Sugestão)*

### 1. Modelo e ensino-aprendizagem centrado na R.P.

#### 1.1 Objectivos

1.1 Ligados aos conteúdos.

1.2 Ligados ao processo (capacidades e atitudes)

#### 1.2 Escolha e uso dos contextos problemáticos

1.2.1 Escolha de contextos adequada aos conceitos-chave e à exploração pretendida.

1.2.2 Exploração dos conceitos a partir dos contextos.

1.2.3 Problematização da informação dos contextos

1.2.4 Formulação de tarefas-problema e problemas (prof. e/ou alunos) é feita a partir dos contextos?

1.2.5 Como são resolvidos as tarefas-problema e os problemas?

1.2.6 Que avaliação pode ser feita nesta fase? Que instrumentos utilizar?

1.2.7 Qual o lugar para a avaliação formativa?

#### 1.3 Fase da precisão dos conceitos.

1.3.1 São utilizados contextos problemáticos?

1.3.2 Como é utilizada a linguagem matemática?

1.3.3 Como é feita a síntese?

1.3.4 Como são feitas as reformulações dos conhecimentos dos alunos?

1.3.5 Que tipo de problemas se resolvem e como?

1.3.6 Que avaliação pode ser feita nesta fase? Que instrumentos utilizar?

1.3.7 Qual o lugar para a avaliação formativa?

#### 1.4 Fase da generalização

1.4.1 São usados contextos problemáticos amplos?

1.4.2 É feita alguma reformulação?

1.4.3 Como é feita a generalização?

1.4.4 Que problemas se resolvem e como?

1.4.5 Que avaliação pode ser feita nesta fase? Que instrumentos utilizar?

1.4.6 Qual o lugar para a avaliação formativa? E para a avaliação sumativa?

## 1.5. Alunos

1.5.1 Há indicadores de que os alunos aprendem de modo mais eficaz conceitos físicos?

1.5.2 Que tipo de resistências oferecem os alunos?

1.5.3 Formulam problemas? Como?

1.5.4 Ao resolverem os problemas formulam hipóteses e discutem o resultado? E como o fazem?

1.5.5 Ao realizarem experiências formulam hipóteses e discutem o resultado? E como o fazem?

## 2. Aspectos subsidiários ao modelo

### 2.1 Gestão pedagógica na sala de aula

2.1.1 Gestão do tempo

2.1.2 Forma de trabalho dos alunos: individual, grupo

2.1.3 Gestão da resistência dos alunos

2.1.4 Utilização do manual

2.1.5 Há acompanhamento diferenciado a diferentes grupos de alunos conforme as suas necessidades?

2.1.6 Que trabalho se indica para casa?

### 2.2 Atitudes do professor

2.2.1 Há esforço de pesquisa pessoal?

2.2.2 Há capacidades que se têm desenvolvido?

2.2.3 Há medos não explicitados?

## **Apêndice C: I.O.A. - Testes administrados aos alunos**

Neste apêndice encontram-se os testes administrados aos alunos e instruções dadas aos professores em cada teste, pela ordem que se apresenta.

Indicações para o professor (entregue em todos os momentos que iam administrar o teste)

Pré-teste (que aparece com a designação de **trabalho 1**)

Pós-teste 1 (que aparece com a designação de **trabalho 2**)

Pós-teste 2 (que aparece com a designação de **trabalho 3**)

## INDICAÇÕES PARA O PROFESSOR

\* R

O trabalho que os alunos vão desenvolver insere-se no plano de investigação relativo ao Ensino-Aprendizagem centrado na resolução de problemas.

Como indicações específicas referem-se as seguintes:

1- O documento a entregar aos alunos tem 1 folha de instruções para os alunos e três problemas

2- O trabalho consiste em resolver 3 problemas, mas um de cada vez.

3- Deve ser dado um tempo de 8min para o problema 1, 18 min para o problema 2 e também 18min para o problema 3.

4- Pede-se para ser entregue apenas um problema de cada vez.

5- As respostas devem ser dadas na própria folha.

6- Se os alunos tiverem alguma dúvida e a colocarem ao professor, se este tiver possibilidade de a esclarecer pode fazê-lo.

7- Se algum aluno afirmar que não pode encontrar a solução do problema pede-se que o professor lhe responda para escrever tudo o que souber relacionado com o problema e indicando o que precisaria para poder encontrar a solução.

Obrigado.

## TRABALHO 1

O trabalho que vais realizar, destina-se a uma investigação relativa ao ensino-aprendizagem da física centrada em problemas.

O trabalho consiste em resolver três problemas.

Os seus resultados **não serão usados para te avaliar**, mas sim para ajudar o investigador no seu trabalho que tem por finalidade contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem da física.

Responde pois descontraidamente seguindo as instruções que a seguir te são indicadas.

**Desde já OBRIGADO PELA TUA COLABORAÇÃO!**

### Instruções:

- 1 Lê com atenção cada problema.
- 2 Escreve tudo o que pensas à medida que vais resolvendo o problema (por ex. escreve os raciocínios mais importantes, a razão de utilizares uma fórmula, etc).
- 3 Não apagues nada do que escreveste. Aquilo que penses que está mal, circunda com uma linha e põe uma cruz.
- 4 Caso não consigas resolver o(s) problema(s) diz quais as dificuldades que não te permitiram fazê-lo.
- 5 O tempo para resolveres o problema 1 é de 8 min e o tempo para resolveres o problema 2 e 3 é de 18 min.

**Nota:** Os dois últimos problemas são de tipo diferente do primeiro. Talvez estejas menos habituado a resolver problemas de um dos tipos. Procura no entanto responder o mais concretamente possível à pergunta neles formulados

### Problema 1

A lei do movimento de um ponto material com trajectória rectilínea é  $s=40-24.t+6.t^2$  (SI).

a) Verifique se o ponto material pára em algum instante. Qual é a aceleração nesse instante?

b) Em que sentido se move o ponto material no instante  $t=1s$ ? Justifique.

c) Calcule o espaço percorrido ao fim de 3s.

## Problema 2

Considera o movimento de um elevador de um prédio com 5 pisos. O elevador não pára nem arranca bruscamente. O elevador leva 2 pessoas uma fica no 4º piso e outra fica no 5º piso.

Qual é a relação entre o tempo que demora o elevador a ir do 1º para o 4º piso e o tempo que demora a ir do 4º para o 5º piso? Justifica.

Rali Paris-Cidade do Cabo

# Auriol assustou-se

As luzes avisadoras da água e do óleo do Mitsubishi assustaram ontem Hubert Auriol. Mas tudo acabou em bem e o comandante do Rali Paris-Cidade do Cabo tem a vitória quase garantida.

O francês Hubert Auriol (Mitsubishi) não ganhou para o susto na 16.ª etapa do Rali Paris-Cidade do Cabo, ontem disputada entre Ruacana e Grootfontein (norte da Namíbia), com um sector selectivo de 236 km. Para além de se ter enganado logo no início da tirada — “com isso devo ter perdido cerca de seis minutos”, referiria — fez os restantes quilómetros com as luzes avisadoras da água e do óleo acesas. “Eu sabia que estava tudo bem mas... nunca fiando.

Além disso, não sabia se, por me ter enganado, o Weber não teria recuperado o tempo que eu tinha de avanço”.

No final do dia, tudo ficaria contudo na mesma. Weber também tinha tomado a pista errada, limitando-se a ganhar quatro minutos aos seus colega de equipa. Desta forma, tudo indica que o vencedor da primeira edição do Rali Paris-Cidade do Cabo está já encontrado. Embora conte apenas com 6m19s de avanço sobre Erwin Weber, Auriol está prestes a alcançar o seu primeiro triunfo em automóveis, depois de ter ganho por duas vezes o Paris-Dakar em motos. E

que, até final (a 16 de Janeiro, na Cidade do Cabo), faltam apenas 113 km de sectores selectivos que não deverão causar grandes surpresas.

Classificações gerais — Automóveis: 1.º Auriol Monnet (Mitsubishi), 20h26'07"; 2.º Weber Hiemer (Mitsubishi), a 6'19"; 3.º Shinozuka Magne (Mitsubishi), a 19'16"; 4.º Waldegard Gallagher (Citroën), a 1h22'41"; 5.º Vatanen Berglund (Citroën), a 2h28'45".

Lê com atenção a notícia sobre o Rali Paris-Cidade do Cabo procurando as informações necessárias para responderes ao problema seguinte:

Weber pretende ganhar tempo a Auriol, no último troço selectivo, de modo a ganhar o Rali Paris-Cidade do Cabo...

Partindo do princípio que os dois carros podem atingir a mesma velocidade nos troços rectilíneos ( são da mesma marca! ), Weber só pode ganhar tempo em relação a Auriol nas travagens e nos arranques que ocorrem nas curvas...

Faz um plano de condução que mostre de modo quantitativo a Weber o comportamento cinemático (velocidade, aceleração...) do seu carro em cada travagem e arranque para que ganhe o Rali a Auriol no último troço selectivo.

Justifique e indique a informação que necessitaria para traduzir as suas respostas em números.

## TRABALHO 2

O trabalho que vais realizar, destina-se a uma investigação relativa ao ensino-aprendizagem da física centrado em problemas.

O trabalho consiste em resolver dois problemas.

Os seus resultados **não serão usados para te avaliar**, mas sim para ajudar o investigador no seu trabalho que tem por finalidade contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem da física.

Responde pois descontraidamente seguindo as instruções que a seguir te são indicadas.

**Desde já OBRIGADO PELA TUA COLABORAÇÃO!**

### Instruções:

- 1 Lê com atenção os problemas.
- 2 Escreve tudo o que pensas à medida que vais resolvendo o problema (por ex. escreve os raciocínios mais importantes, a razão de utilizares uma fórmula, etc).
- 3 Não apagues nada do que escreveste. Aquilo que penses que está mal, circunda com uma linha e põe uma cruz.
- 4 Caso não consigas resolver o(s) problema(s) diz quais as dificuldades que não te permitiram fazê-lo.
- 5 O tempo para resolveres o problema 1 é de 8min o tempo para resolveres o problema 2 é de 18min e o tempo para resolveres o problema 3 é de 18 min.

## Problema 1

Uma locomotiva com 3000Kg desenvolve uma força motora de 8000N. Ela tem atrelado um vagão de 100Kg. Despreze a massa do cabo de ligação. O conjunto desloca-se em carris horizontais e rectilíneos.

- a) qual a aceleração do conjunto
- b) represente num esquema as forças que se exercem na locomotiva e no vagão. Calcule as intensidades de todas elas.
- c) suponha que se parte o cabo que une a locomotiva ao vagão. Que aceleração adquire a locomotiva? E o vagão?

Tempo: 8min

Resposta

Nome \_\_\_\_\_

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 kW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome \_\_\_\_\_

### Problema 3



**U**ma cria de baleia, com menos de cinco metros de comprimento, no momento em que era içada para bordo de um navio-fábrica japonês, nos mares antárticos. Impotentes, os tripulantes do um barco insuflável ao serviço do Greenpeace assistem à captura. Fica de qualquer modo o testemunho sobre a caça a uma espécie cada vez mais ameaçada. A presença dos activistas do referido movimento visa, de resto, tentar impedir e protestar contra a caça de centenas de baleias que serão vitimadas na presente campanha dos barcos japoneses. ■

Observa a figura e retira dela as informações que te parecem importantes para responderes ao seguinte problema:

Se o barco insuflável lançar um cabo a prender o cabo que içava a baleia e puxá-lo, tem alguma hipótese de salvar a baleia? Porquê? Justifica com argumentos físicos.

Tempo: 18min

Resposta

Nome \_\_\_\_\_

### TRABALHO 3

O trabalho que vais realizar, destina-se a uma investigação relativa ao ensino-aprendizagem da física centrado em problemas.

O trabalho consiste em resolver três problemas.

Os seus resultados **não serão usados para te avaliar**, mas sim para ajudar o investigador no seu trabalho que tem por finalidade contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem da física.

Responde pois descontraidamente seguindo as instruções que a seguir te são indicadas.

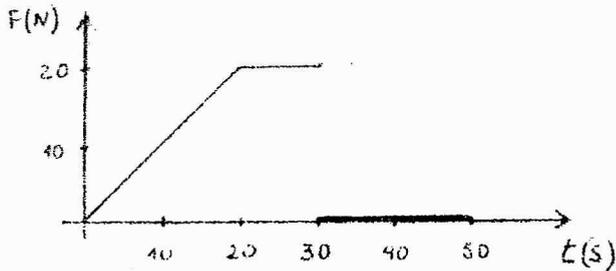
**Desde já OBRIGADO PELA TUA COLABORAÇÃO!**

#### Instruções:

- 1 Lê com atenção os problemas.
- 2 Escreve tudo o que pensas à medida que vais resolvendo o problema (por ex. escreve os raciocínios mais importantes, a razão de utilizares uma fórmula, etc).
- 3 Não apagues nada do que escreveste. Aquilo que penses estar mal, circunda com uma linha e põe uma cruz.
- 4 Caso não consigas resolver o(s) problema(s) diz quais as dificuldades que não te permitiram fazê-lo.
- 5 O tempo para resolveres o problema 1 é de 8 min, o tempo para resolveres o problema 2 é de 18min e o tempo para resolveres o problema 3 é de 18 min.

## Problema 1

A um corpo de 5Kg que se movia no sentido positivo duma trajectória rectilínea, aplicou-se uma força com a direcção da trajectória, mas cujo valor variou segundo o gráfico:



- Qual o valor do impulso recebido pelo corpo até 40s?
- De quanto variou a quantidade de movimento do corpo nesse intervalo de tempo?
- Indique os intervalos de tempo em que a quantidade de movimento não variou. Justifique.
- No instante inicial o corpo tinha velocidade  $4,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Qual a sua velocidade aos 45s?

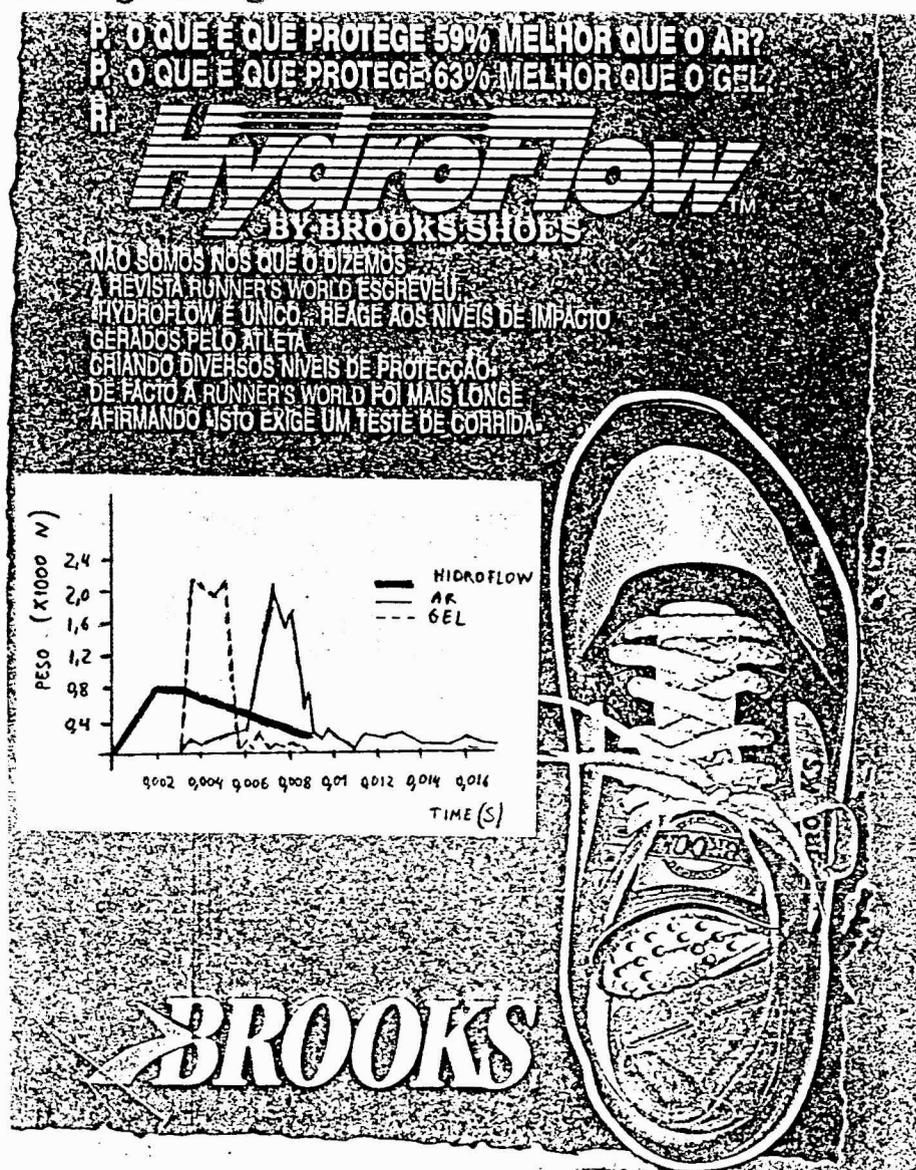
Tempo: 8 min

## Resposta

Nome \_\_\_\_\_

## Problema 2

Observa a seguinte figura:



No gráfico da figura o peso (load) está em milhares de Newton (N) e o tempo (time) em segundos (s).

Porque é que o material anunciado é mais adequado para o choque sentido por um atleta quando corre? Apresenta argumentos físico mediante a informação existente no anúncio.

Que condições físicas tiveram de ser garantidas na realização da experiência indicada no anúncio para os fabricantes poderem comparar os seus resultados com os resultados obtidos por outros sapatos de corrida? Justifica.

Responda na página seguinte

Tempo: 18 min.

**Resposta**

Nome \_\_\_\_\_

### Problema 3

## corta-mato



Domingos Castro está em subida. Ontem foi segundo em El Galbar.

Como sabes o corta-mato é uma prova de atletismo em que os atletas têm de percorrer diferentes tipos de piso. É frequente terem de pisar zonas de lama.

Domingos Castro um atleta português em grande plano sabe contornar todos os obstáculos. Vamo-nos debruçar sobre esta prova com olhos de investigador. Concentra a tua atenção numa prova de corta-mato em que o atleta Domingos Castro vai em plena prova a atravessar uma zona de lama.

Indica um processo, imaginado por ti, para medir o valor do impulso que actuou sobre a lama, provocado por uma pegada deixada pelo pé direito do Domingos Castro, quando corria. Descreve e justifica o processo que imaginaste.

Responde na página seguinte.

Tempo: 18 min.

## Resposta

Nome \_\_\_\_\_

## Apêndice D: Exemplos de respostas dos alunos de acordo com as categorias de análise do Instrumento de Análise do I.O.A.

Neste apêndice encontram-se exemplos de respostas de alunos em acordo com os diferentes graus das categorias do Instrumento de Análise do I.O.A. apresentado no §5.3.2 (pág. 120 a 131).

No quadro seguinte, para cada teste ao qual se atribuiu um número, indicam-se os graus/pontos atribuídos de cada categoria.

Por comodidade de comparação escolheu-se apenas um problema ( o número 2) do pós-teste 1, que é o teste que foi feito no final da 2ª intervenção.

Nº do teste	Cat 1	Cat 2	Cat 3				Total
			Sub-cat 3.1	Sub-cat 3.2	Sub-cat 3.3	Sub-cat 3.4	
3	sim	G3	G3	4	0	0	4
8	sim	G2	G4	4	3	0	7
9	sim	G2	G3	3	2	0	5
10	sim	G1	G3	3	2	0	5
14	não	—	G1	0	0	0	0
16	sim	G1	G3	2	1	0	3
17	sim	G3	G4	4	0	0	4
23	sim	G2	G2	2	1	0	3
24	sim	G2	G2	1	1	0	2

Nota: os graus ou pontos das subcategorias ou categorias cujos exemplos não são fornecidos, não foram observados.

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome Bruno Antunes

É impossível isso acontecer, com patinação ou não, independentemente do piso, pois não há carros que consigam esse tipo de performance. A única hipótese é um jacto incorporado no carro, mas aí, não há patinação que resista.

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome Isabel Heitor

$$F_a = 0,5 \cdot N$$

$$v = 27,8 \text{ m/s}$$

qual a força motora

$$F = m \cdot a$$

$$F = 0,5 \cdot 900 = 6,95$$

$$F = 6255 + 0,5$$

$$F = 6255,5 \text{ N}$$

qual a aceleração

$$v = a \cdot t$$

$$27,8 = 0 + a \cdot 4$$

$$a \cdot 4 = 27,8$$

$$a = 6,95 \text{ m/s}^2$$

cálculo da força de atrito total

$$P = m \cdot g$$

$$P = 900 \cdot 9,8$$

$$P = 8820 \text{ N}$$

$$F_a = 0,5 \cdot 8820$$

$$F_a = 4410$$

$$F_{at} = 8820 \times 0,4 + 4410 =$$

$$F_{at} = 7938$$

$$F_{\text{at}} = 900 \cdot 6,95$$

$$F - 4410 = 6255$$

$$F = \frac{6255}{\mu_{\text{at}}} + 4410$$

$$F = 10665 \text{ N}$$

Para que o carro não patine a força de atrito, entre o asfalto e a borracha, e a força desenvolvida pelo motor têm de se igualar. Como tal não acontece, o carro vai patinar.

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_o = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km. ✓

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome Marcia Pereira

$$m = 900 \text{ Kg}$$

$$P = 120 \text{ kW}$$

$$F_a = C_a$$

$$C_a \text{ entre ferro e borracha} = 0,4$$

$$C_a \text{ entre borracha e asfalto} = 0,5$$

$$P = mg$$

$$P = 900 \times 9,8$$

$$P = 8820 \text{ kg}$$

$$0,5 \times 8820 = F_a$$

$$F_a = 4410$$



## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

1) Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

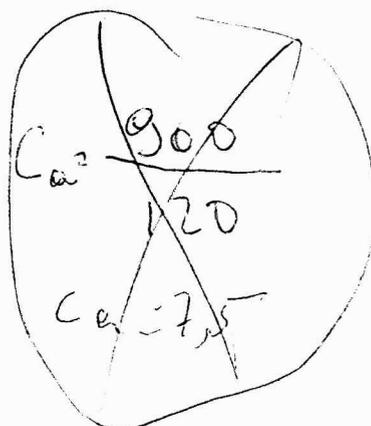
Tempo: 18min

Nome 2 rold Resposta

2) ~~900~~ Não.

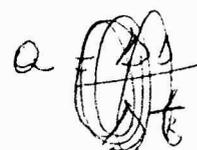
$$m = 900 \text{ kg}$$

$$= 120 \text{ kW}$$



$$c_a \times P = f_a$$

~~$$0,4 \times 120 = f_a$$~~



$$c_a \times 8820 = f_a$$

$$0,4 \times 8820 =$$

$$2528 =$$

$$P = m \cdot g$$
~~$$P = 900 \cdot 9,8$$~~

$$P = 900 \times 9,8$$

$$= 8820 \text{ kg}$$

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome Flávia

NÃO SEI. O MEU CARRO NÃO TEM PNEUS.

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 kW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome ROGERIO WUNO SAUTER CORTEZ

$$P = 120 \text{ kW} = 120000 \text{ W}$$

$$m = 900 \text{ kg} + 85 \text{ kg do passageiro} \quad \text{o resto não anda sozinho}$$

$$9 \text{ L} / 100 \text{ km}$$

$$m = 985 \text{ kg}$$

$$c_a = 0,5$$

$$f_a = 0,5 \cdot 900 \text{ kg}$$

$$c_a = 0,4$$

$$f_a = 450$$

$$f_a = 0,4 \cdot 900 \text{ kg}$$

$$f_a = 360 \text{ kg}$$

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome

Zui Ramiro

$$\begin{aligned} F_a &= c_a \cdot N \\ F_a &= 0,4 \cdot 900 \\ F_a &= 360 \text{ N} \end{aligned}$$

Será possível se o atrito entre os pneus e o asfalto for o maior possível até em todo o tempo para o carro poder arrancar, também a sua potência teria que ser máxima e tivesse uma grande aerodinâmica também a estrada teria que ser bem desida e feita bastante grande para de uma subida para perder velocidade

## Problema 2

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_o = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome Ricardo Sicaudra

$$v_0 = 0 \rightarrow t = 0s$$

$$v_f = 100 \text{ km/h} \rightarrow t = 4s$$

$$P = 120 \text{ 000 W}$$

$$m = 900 \text{ kg}$$

$$F = m \times a$$

$$F = 900 \times 25$$

$$F = 22500 \text{ N}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{100}{4}$$

$$a = 25 \text{ m/s}^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$100 = 0 + 25 \times 4$$

$$100 = 100$$

Era possível que ele atingisse essa velocidade em 4s sem atrito e quer dizer que com atrito já não dá, pois retarda o movimento

**Problema 2**

Já observaste, certamente, vários arranques de automóveis. Quando o condutor levanta bruscamente o pé da embraiagem e carrega ao mesmo tempo na acelerador o carro pode patinar dependendo do tipo de piso ou do estado dos pneus (carecas ou não). Claro que se o piso estiver escorregadio ou os pneus carecas mais facilmente um automóvel patina...

Esta situação, certamente já presenciada por ti, coloca vários problemas físicos. Eis um:

**Será possível um arranque sem patinar num piso de asfalto de modo a atingir a velocidade de 100Km/h em 4s? Justifica.**

Informações:

-A força de atrito ( $F_a$ ) de um corpo em contacto com uma superfície é dada por  $F_a = c_a \cdot N$  em que  $c_a$  é uma constante chamada coeficiente de atrito e  $N$  é a componente normal do peso desse corpo.

-O automóvel tem 120 KW de potência e a sua massa sem passageiros é de 900Kg.

-O coeficiente de atrito entre o ferro e a borracha é de  $c_a = 0,4$

-O automóvel consome 9l por 100Km.

-O coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto é de  $c_a = 0,5$

Tempo: 18min

Resposta

Nome Sandra Loure

$P = 120 \text{ kW}$   
 $m = 900 \text{ kg}$   
 $K_w = 1000 \text{ W/h}$

$m \cdot g = 900 \cdot 9,8 = 8820 \text{ N}$

$F_a = 0,5 \cdot 8820 = 4410 \text{ N}$

$F_a = 0,4 \cdot 8820 = 3528 \text{ N}$

II

como a Sandra Loure

Para um arranque sem patinar a força de atrito tem de ser maior ou igual à força de tração. A força de atrito,  $F_a$ , depende do coeficiente de atrito e da componente normal do peso.

## Apêndice E: Resultados do I.O.

Neste apêndice encontram-se quadros de registros de ocorrências tendo em conta o Instrumento de Observação (I.O.) descrito no §5.2.4 (págs. 107 a 117).

Nesses quadros estão registadas as frequências de ocorrência de situações de acordo com a categoria indicada e respectivo grau.

No topo de cada quadro está indicado o nome da categoria a que diz respeito.

Os professores estão designados por uma letra, sendo o professor D de controle (razão pela qual não há observação antes ou depois da supervisão).

Os momentos da supervisão (M. Sup.) são:

antes da 1ª intervenção (Ant);

durante a 2ª intervenção (Dur);

imediatamente depois da 2ª intervenção mas ainda durante o período em que o prof. está a implementar a unidade de estudo (Dep).

Categoria 1.1 Para que são colocados os problemas?

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	1	0	0
B	Ant	1	2	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	1	3	0
C	Ant	0	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	3	1	5	0
D	Dur	5	0	1	0

Categoria 1.2 Quando são colocados os problemas?

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	0	0	1
B	Ant	1	2	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	2	2	1	0
C	Ant	1	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	2	4	0
D	Dur	0	5	1	0

Categoria 1.3 Por quem são formulados os problemas?

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	2	0	0	0
B	Ant	3	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	3	0	2	0
C	Ant	3	0	0	0
	Dur	0	0	1	0
	Dep	5	3	1	0
D	Dur	6	0	0	0

Categoria 1.4 Que contexto apresenta o problema?

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	0	2	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	1	0	0
B	Ant	2	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	4	0
C	Ant	3	0	0	0
	Dur	0	0	0	1
	Dep	0	5	4	0
D	Dur	6	0	0	0

Categoria 1.5 Tipo de problema e abordagem sugerida.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	1	0
B	Ant	2	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	1	3	0
C	Ant	3	0	0	0
	Dur	0	0	1	0
	Dep	5	2	2	0
D	Dur	6	0	0	0

Categoria 1.6 Tipo e quantidade de informação fornecida no problema.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	0	1
B	Ant	1	1	1	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	3	1	1
C	Ant	3	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	2	3	1	1
D	Dur	6	0	0	0

Categoria 2.1 Actuação do professor antes da resolução do problema.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	0	4	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	2	1	0
B	Ant	1	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	4	1	1	0
C	Ant	2	0	0	0
	Dur	0	0	1	0
	Dep	3	3	1	0
D	Dur	1	1	0	0

Categoria 2.2 Actuação do prof. dur. a res. do prob. - quem resolve os prob.?

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	3	1	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	4	1	0	1
B	Ant	0	3	3	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	5	1	0
C	Ant	0	7	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	9	2	0
D	Dur	0	0	2	0

Categoria 2.3 Actuação do prof. dur. a res. - viabilização de estratégias alternativas.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	5	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	2	1	1	0
B	Ant	5	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	5	1	0	0
C	Ant	5	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	7	2	0	0
D	Dur	2	0	0	0

Categoria 2.4 Act. do prof. dur. a res. - características do apoio dado.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	4	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	4	5	8	0
B	Ant	4	4	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	6	2	2
C	Ant	2	8	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	7	5	2	0
D	Dur	0	4	0	0

Categoria 2.5 Act. do prof. dur. a res. - interacção com os alunos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	0	7	1
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	18	2
B	Ant	0	8	4	1
	Dur	0	0	0	0
	Dep	2	1	10	0
C	Ant	0	4	7	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	2	26	0
D	Dur	1	1	3	0

Categoria 2.6 Act. do prof. dur. a res. - trabalho permitido aos alunos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	3	1	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	3	1	5	1
B	Ant	0	3	2	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	5	1
C	Ant	4	4	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	7	4	0
D	Dur	0	1	1	0

Categoria 2.7 Actuação do professor depois da resolução do problema.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	3	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	4	0	0
B	Ant	1	5	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	4	1	1	0
C	Ant	3	3	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	6	3	0
D	Dur	2	0	0	0

Categoria 2.8 Organização do trabalho.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	1	0	0
	Dur	0	1	0	0
	Dep	0	0	2	0
B	Ant	0	1	1	0
	Dur	0	0	1	0
	Dep	0	1	1	0
C	Ant	2	0	0	0
	Dur	0	1	2	0
	Dep	0	0	3	0
D	Dur	1	0	1	0

Categoria 2.9 Avaliação do processo de resolução durante a mesma.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	1	4	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	4	0	0
B	Ant	1	15	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	16	3	0
C	Ant	2	2	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	9	2	0
D	Dur	0	10	1	0

Categoria 3.1 Identificação dos conceitos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	0	2	0	0
	Dur	0	0	1	0
	Dep	0	0	2	1
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	1	2	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	0	0
D	Dur	1	0	0	0

Categoria 3.2 Maturação dos conceitos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	0	2	0	0
	Dur	0	2	0	0
	Dep	0	3	1	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	1	0	1	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	4	0
	Dep	0	2	0	0
D	Dur	1	0	0	0

Categoria 3.3 Operacionalização dos conceitos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	0	2	0	0
	Dur	0	1	0	0
	Dep	0	1	2	0
B	Ant	0	1	0	0
	Dur	0	2	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	1	0	0	0
	Dur	0	0	5	0
	Dep	0	1	1	0
D	Dur	1	0	0	0

Categoria 3.4 Desenvolvimento dos conceitos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	0	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	0	3	0
B	Ant	3	2	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	3	1	2	0
C	Ant	1	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	1	3	1	0
D	Dur	2	0	0	0

Categoria 3.5 Formalização dos conceitos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	1	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	1	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	1	0
D	Dur	0	0	0	0

Categoria 3.6 Interação com os alunos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	7	6	7	0
	Dur	2	4	5	0
	Dep	4	9	15	0
B	Ant	1	1	0	0
	Dur	4	2	5	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	9	0	0
	Dur	2	16	22	0
	Dep	0	2	2	0
D	Dur	2	1	0	0

Categoria 3.7 Análise e síntese do que se aprendeu.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	1	0	0
	Dur	2	1	0	0
	Dep	1	2	1	0
B	Ant	0	1	0	0
	Dur	1	2	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	1	0	0	0
	Dur	2	1	0	0
	Dep	2	1	1	0
D	Dur	1	0	0	0

Categoria 3.8 Tarefas dadas aos alunos.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	3	3	0	0
	Dur	1	5	0	0
	Dep	2	11	5	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	1	1	1	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	3	2	0	0
	Dur	1	12	13	0
	Dep	0	3	1	0
D	Dur	2	0	0	0

Categoria 4.1 Uso de tarefas-problema e por quem são formuladas.

Prof. M. Sup.		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant	2	0	0	0
	Dur	1	0	0	0
	Dep	1	1	1	0
B	Ant	1	0	0	0
	Dur	1	0	0	0
	Dep	2	0	0	0
C	Ant	2	0	0	0
	Dur	1	2	0	0
	Dep	3	0	0	0
D	Dur	2	0	0	0

Categoria 4.2 Como são formuladas as tarefas-problema?

Prof. M. Sup.	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	
A	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	1	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	1	0
	Dep	0	0	0	0
D	Dur	0	0	0	0

Categoria 4.3 Atribuição das tarefas-problema sugerida pelo professor

Prof. M. Sup.	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	
A	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	0	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	2	0
	Dep	0	0	0	0
D	Dur	0	0	0	0

Categoria 4.4 Atribuição, pelos alunos, das tarefas-problema.

Prof. M. Sup.	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	
A	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	0	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	2	0	0
	Dep	0	0	0	0
D	Dur	0	0	0	0

Categoria 4.5 Estabelecimento das relações entre conceitos.

Prof. M. Sup.	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	
A	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	1	0	0
B	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	0	0	0
	Dep	0	0	0	0
C	Ant	0	0	0	0
	Dur	0	2	2	0
	Dep	0	0	0	0
D	Dur	0	0	0	0

Categoria

Prof. M. Sup.	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant			
	Dur			
	Dep			
B	Ant			
	Dur			
	Dep			
C	Ant			
	Dur			
	Dep			
D	Dur			

Categoria

Prof. M. Sup.	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
A	Ant			
	Dur			
	Dep			
B	Ant			
	Dur			
	Dep			
C	Ant			
	Dur			
	Dep			
D	Dur			

## Apêndice F: Protocolos de entrevistas

Neste apêndice encontram-se os protocolos das entrevistas realizadas, a professores e alunos em separado, no final de algumas aulas observadas. Estas entrevistas foram utilizadas para o preenchimento de alguns quadros apresentados no anexo anterior. Veja-se a unidade de observação indicada para cada categoria do I.O. no §5.2.4 onde são referidas quais as categorias que necessitam destas entrevistas.

### Entrevista a professores

Qual a intenção desta aula? (Em particular quais as intenções das tarefas e problemas que utilizou?)

Qual o papel que esta aula tem no conjunto das restantes aulas?

Qual a reacção dos alunos à sua iniciativa?

### Entrevista a alunos

Qual a importância desta aula para ti? (O que aprendeste?)

Esta aula teve algo de excepcional em relação às restantes?

Que tipo de questões, tarefas ou problemas são habituais nestas aulas?