

**ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO
CIENTÍFICO EM CRIANÇAS DO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

por

JOAQUIM GOMES DE SÁ

**Tese apresentada à Universidade do Minho para obtenção
do título de Doutor em Educação da Criança**

Setembro de 1996

Instituto de Estudos da Criança

ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO EM
CRIANÇAS DO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO

Tese apresentada

por

JOAQUIM GOMES DE SÁ

sob orientação da

Professora Doutora MARIA ODETE VALENTE

O JURI

O REITOR

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora **Maria Odete Valente**. No já distante ano lectivo de 79/80, era eu um jovem estudante do 4º ano de Física na Faculdade de Ciências de Lisboa, desencantado com uma experiência universitária em que as aulas se sucediam marcadas por uma desertificação de humanidade, não parecendo pessoas os alunos e os professores, desmotivado em relação ao curso mas resignado a acabá-lo para sem chama nem entusiasmo tornar-me professor, profissão talvez rotineira e com poucos motivos de interesse, pensava eu. E foi na cadeira de Metodologia de Ensino da Física que um raio de luz iluminou na minha vida todo este panorama sombrio: afinal era possível sermos pessoas como alunos universitários, era possível aprender e fazer coisas interessantes com prazer e entusiasmo na universidade, afinal a perspectiva de ser professor deixou de ser uma resignação para ser encarada como uma profissão recheada de motivos de interesse e realização. A esta distância sinto que foi nessa altura que descobri em mim a vocação para uma carreira na Educação. Isso devo-o à Professora Odete Valente.

E ao longo de todos estes anos tem estado presente na minha vida. O que sou como docente universitário, como investigador e como pessoa que procura uma conduta norteada por princípios e valores, tem a Professora Odete Valente como referência. Esse facto reveste-se de uma importância que transcende o plano meramente pessoal: é a ilustração viva do imenso poder que está nas mãos de certos professores quanto à formação dos jovens. Daí a necessidade de bons mestres nas nossas escolas com vista à formação das jovens gerações.

Como orientadora de Mestrado e agora de Doutoramento a Professora Odete soube sempre reconhecer o valor de uma perspectiva crítica e independente, apoiou-me em opções de investigação difíceis, depositou em mim a confiança para desbravar os caminhos delas decorrentes e publicamente pronunciou-se sobre parte do trabalho realizado no âmbito deste processo de doutoramento em termos muito estimulantes e de grande incentivo, contribuindo com o seu prestígio para me dar o suplemento de segurança que muitas vezes foi escassa. Ao concluir esta tese não posso deixar de realçar o apoio, o estímulo e confiança depositada, pois, independentemente do veredito do juri destas provas, sinto-me já amplamente compensado do esforço dispendido e dos momentos de angústia e incerteza vividos.

SUMÁRIO

Com o objectivo de promover o pensamento científico e competências de investigação, foi levada a cabo uma intervenção em duas turmas do 4º ano do 1º ciclo do ensino básico (9/10 anos): a intervenção, depois de um ano de exploração e ensaio, foi realizada numa turma de 18 alunos durante o ano de 92/93 e na outra turma

durante o ano de 93/94, envolvendo 52 horas de actividades experimentais na primeira turma e 54 horas na segunda turma. As actividades foram orientadas pelo investigador em cooperação com a professora de cada uma das turmas.

O estudo teve o carácter de investigação-acção com uma componente quase-experimental, combinando métodos qualitativos e métodos quantitativos: a) nas turmas em que se desenvolveu a intervenção, procedeu-se à recolha de dados por via do método de observação participante, recorrendo aos registos escritos dos alunos e observando os alunos na realização de uma tarefa de investigação em entrevista individual realizada no final da intervenção; b) cada turma experimental foi comparada com uma turma de controle da mesma escola, em pré-teste e em pós-teste, por via da aplicação de um instrumento de Competências em Processos Científicos e outro de Raciocínio Lógico-Verbal.

A perspectiva teórica da intervenção subordinou-se a três princípios fundamentais: a) as concepções intuitivas dos alunos face aos fenómenos e problemas científicos condicionam e são parte integrante do processo de aprendizagem; b) as oportunidades de os alunos confrontarem as suas ideias com a evidência, por via da utilização dos processos científicos, de modo a avaliarem em que medida tais ideias estão conforme a evidência ou necessitam ser modificadas, são um factor crucial de mudança conceptual e de desenvolvimento de uma abordagem científica; c) o papel do professor como estimulador do fluxo do pensamento e acção é determinante para que a perspectiva científica seja pessoal e socialmente construída, de modo a prevalecer sobre a perspectiva pessoal intuitiva.

Em termos de resultados é de destacar o seguinte: a) as crianças divertiram-se e sentiram muito prazer e alegria na realização das actividades, o que foi notório nas suas atitudes, manifestações de sentimentos e nos testemunhos orais e escritos que

deram; b) desenvolveu-se na sala de aula uma atmosfera de genuína reflexão, discussão e troca de pontos de vista, com elevado investimento intelectual na resolução de problemas, chegando as crianças a realizar investigações, em grupo, com elevado grau de autonomia; c) vinte e oito dos quarenta alunos da amostra experimental (70 %) conseguiram realizar a tarefa de investigação final em face de um problema novo apresentado (formulação de hipótese, plano de investigação, recapitulação do plano de investigação, execução, registo de dados e interpretação) - que envolve uma variável independente, um variável de controle e uma variável dependente - com diferentes níveis de desempenho e requerendo diferentes graus de interacção da parte do investigador; d) as duas turmas experimentais obtiveram scores claramente superiores aos das turmas de controle no instrumento de Competências em Processos Científicos; e) a intervenção produziu um incremento dos scores no instrumento de Raciocínio Lógico-Verbal nos alunos cujos scores de partida se situavam abaixo da média dos seus pares, revelando-se os resultados relativamente estabilizados nos restantes alunos independentemente da intervenção.

A investigação sustenta a possibilidade de fazer com que crianças de 9/10 anos, em atmosfera de prazer e alegria na aprendizagem, evoluam de um pensamento directamente ligado aos objectos reais para níveis de pensamento científico com características de pensamento formal. Um considerável número de crianças revelou competências de mobilização e coordenação de imagens e representações, na forma de antecipação mental de um plano estruturado de acções, bem como dos resultados de tais acções, executá-las em seguida e interpretar os dados à luz de expectativas explicitadas.

A manipulação de materiais e produção de evidências pelos próprios alunos, a escrita, a discussão e cooperação, o inquérito e a recapitulação, por parte dos alunos,

de esquemas de pensamento gradualmente construídos por via de inquérito, revelaram-se estratégias apropriadas de desenvolvimento da qualidade do pensamento científico. O modo de orientação das actividades revelou-se determinante, tendo sido tipificadas diversas competências do professor, designadamente diferentes categorias de questões com vista ao desenvolvimento da competência de inquérito.

ÍNDICE

Capítulo

I. O PROBLEMA

1. Motivações para este estudo	1
2. Enquadramento do estudo	14
2.1. Na área problemática de educação em Ciências no 1º Ciclo	14
2.2. No domínio das estratégias de desenvolvimento de competências em processos científicos	37
2.3. No domínio do levantamento de concepções intuitivas	41
2.4. No domínio da formação de professores	44
3. Formulação do problema	46

II. REVISÃO DA LITERATURA

1. Das ideias intuitivas das crianças a ideias mais “científicas”	51
1.1. A natureza das concepções intuitivas	52
1.2. As concepções intuitivas da criança e a perspectiva do cientista	55
1.3. O ensino das Ciências numa perspectiva de mudança conceptual	57
1.4. Estratégias de mudança conceptual	61
2. Os processos da Ciência no âmbito da educação científica	68
2.1. Perspectiva histórica do ensino das Ciências com ênfase nos processos	68

2.2. Processos científicos: contributos para a sua definição	72
2.3. Crítica ao ensino das Ciências com ênfase nos processos	80
2.3.1. Da filosofia da Ciência	81
2.3.2. Da natureza dos processos da aprendizagem	90
2.3.3. Dos objectivos da Ciência aos objectivos da educação científica	96
3. A formação dos professores para a educação científica no 1º ciclo	98
3.1. O sentimento geral de impreparação dos professores para a educação científica	100
3.2. Que Ciência nas escolas do 1º ciclo?	104
3.3. Estratégias de formação de professores	106

III. METODOLOGIA

1. Apresentação da metodologia na generalidade	115
2. Instrumentos	122
2.1. Na vertente quase-experimental	122
2.1.1. Teste de Competências em Processos Científicos	122
2.1.2. Teste de Raciocínio Lógico-Verbal	133
2.2. Na vertente de investigação-acção	139
2.2.1. Exploração e ensaio	139
2.2.2. Guias de actividades	142
2.2.3. Os diários de aula	158
2.2.4. Testes de rendimento parcial	167
2.2.5. Entrevistas na realização da tarefa de investigação	168
2.3. Os instrumentos de processos face a um modelo válido de Ciência	181
3. Os sujeitos	187

4. Métodos de tratamento e análise de dados	194
4.1. Na vertente quase-experimental	194
4.2. Na vertente de investigação-acção	194
4.3. Análise de conteúdo dos diários de aula	196
IV. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	
1. Na vertente quase-experimental	218
1.1. Análise de resultados quanto às competências em processos científicos	218
1.2. Análise de resultados quanto ao Raciocínio Lógico-Verbal	224
2. A tarefa de investigação	230
2.1. Análise da tarefa de investigação por turmas	230
2.2. Análise quantitativa da tarefa de investigação por partes de investigação	232
2.3. Análise da tarefa de investigação ítem por ítem	245
2.4. Análise qualitativo-interpretativa da tarefa de investigação	253
2.4.1. Análise da tarefa de investigação dos alunos do nível Alto	253
2.4.2. Análise da tarefa de investigação dos alunos do nível Médio	278
2.4.3. Análise da tarefa de investigação dos alunos do nível Baixo/Muito Baixo	310

2.4.4. Uma perspectiva panorâmica de como as crianças fazem face à tarefa de investigação	330
3. Os diários de aula	335
3.1. A participação dos alunos no providenciamento dos materiais	335
3.2. O desenvolvimento de ideias	338
3.2.1. O acesso às ideias dos alunos: possibilidades e limitações	338
3.2.2. Modalidades de acesso às ideias dos alunos	340
3.2.3. Alguns casos particulares de desenvolvimento de ideias	342
3.2.4. O modo espontâneo de construção de ideias	353
3.2.5. Das ideias intuitivas a ideias mais “científicas”	355
3.3. Desenvolvimento de competências em processos científicos	358
3.4. Desenvolvimento de competências de investigação	373
3.4.1. Perspectiva evolutiva do desenvolvimento de investigações na turma 92/93	374
3.4.2. Conclusões acerca do desenvolvimento de competências de investigação na turma 92/93	391
3.4.3. Perspectiva evolutiva do desenvolvimento de competências de investigação na turma 93/94	402
3.4.4. Conclusões acerca do desenvolvimento de competências de investigação na turma 93/94	410
3.4.5. A turma 93/94 versus turma 92/93 quanto ao desenvolvimento	

de competências de investigação	411
3.5. Papel do investigador e/ou professora	424
3.5.1. Realizar experiências e sugerir acções	425
3.5.2. Evocar e/ou fornecer informação, materiais e instrumentos catalizadores de novas ideias e acções	426
3.5.3. Ajudar os alunos na realização de tarefas práticas	427
3.5.4. Promover o fluxo do pensamento e acção pela via das questões	428
3.5.5. Promover uma atmosfera de emulação entre os grupos e responsabilização dos mesmos perante toda a turma	447
4. Sentimentos e atitudes	448
4.1. Sentimentos e atitudes no desenvolvimento das actividades científicas	449
4.2. Sentimentos e atitudes face às aulas de Ciências	454
5. O impacto da experiência nas professoras participantes	463
V. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES, CONSIDERAÇÕES DE NATUREZA EPISTEMOLÓGICA E RECOMENDAÇÕES	
1. Conclusões	467

1.1. Como fazer as crianças evoluírem das suas ideias para ideias mais “científicas”?	467
1.2. Será que podem ser ensinadas, com sucesso, competências em processos científicos a crianças de 9/10 anos de idade ?	472
1.3. Será que crianças de 9/10 anos podem aprender a realizar investigações ?	474
1.4. Haverá alguma relação entre o incremento em termos de competências em processos científicos, ao fim de um ano de intervenção, e o incremento em termos de raciocínio lógico-verbal ?	480
1.5. Em que medida o ensino das Ciências da Natureza pode contribuir para que os alunos gostem mais da escola ?	481
1.6. A formação de professores	485
2. Limitações do estudo	494
3. Considerações de natureza epistemológica	502
4. Recomendações	510
4.1. Recomendações de ordem geral	510
4.2. Recomendações relativas a uma estratégia de implementação das Ciências no 1º ciclo e investigação para o futuro	512

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS (Volume 2)

Anexo I: versão pré-piloto do Teste de Competências em Processos Científicos

Anexo II: versão piloto do Teste de Competências em Processos Científicos

Anexo III: Teste de Competências em Processos Científicos

Anexo IV: Grelha de caracterização sócio-económica dos sujeitos

Anexo V: versão piloto do Teste de Raciocínio Lógico-Verbal

Anexo VI: Teste de Raciocínio Lógico-Verbal

Anexo VII: exemplo de um guia de actividade

Anexo VIII: lista de objectivos em termos de processos científicos

Anexo IX: grelha de observação de aulas

Anexo X: testes de rendimento parcial

Anexo XI: tarefa de investigação

Anexo XII: grelha de análise dos protocolos de investigação

Anexo XIII: análise dos diários de aula

