

## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES, CONSIDERAÇÕES DE NATUREZA EPISTEMOLÓGICA E RECOMENDAÇÕES

#### 1. CONCLUSÕES

Na formulação de uma síntese final que os resultados desta investigação sustentam, seguiremos a sequência de questões enunciadas aquando da formulação do problema no capítulo I.

##### **1.1. Como fazer as crianças evoluírem das suas ideias para ideia mais “científicas”?**

Os resultados desta investigação sustentam que podem ocorrer quatro possibilidades quanto à natureza das situações experimentais ou tópicos com que a criança é confrontada nas aulas de Ciências da Natureza, designadamente:

- a) as situações ou tópicos não têm qualquer afinidade com a sua experiência passada;
- b) as situações ou tópicos não se reportam directamente a experiências passadas, mas são relacionáveis, no momento, com experiências do passado;
- c) as situações ou tópicos reportam-se a experiências do passado, contudo pouco frequentes;
- d) as situações ou tópicos reportam-se a experiências do passado, sendo parte integrante do seu quotidiano.

Temos como hipótese bastante consistente que o grau de estruturação das ideias intuitivas e sua impregnação na mente da criança, dependem do nível de afinidade dos tópicos ou situações a que se referem com a experiência passada, bem como da importância que essa experiência passada assume no quotidiano. De igual modo, dependem desses dois factores as possibilidades e as condições da mudança conceptual desejável.

No caso em que as situações ou tópicos não têm qualquer afinidade com a experiência passada, verifica-se que as crianças não desenvolveram ideias próprias. Em tais circunstâncias, quando solicitadas a fazer previsões acerca dos fenómenos, as crianças deitam-se a adivinhar dizendo coisas sem nexos. Quando tal acontece é irrelevante insistir em descortinar ideias que não existem, pois as primeiras ideias começam a formar-se no confronto com evidências que vão acontecer.

Quando as situações ou tópicos não se reportam directamente a experiências passadas, mas são relacionáveis, no momento, com experiências do passado, a criança consegue aplicar ideias do passado à nova situação. Porém, na medida em que a nova situação não é directamente assimilável à experiência passada, a ideia aplicada tem o carácter de uma tentativa, não funcionando como uma teoria consistente e consolidada. Nestas circunstâncias não é provável grande resistência ao abandono da ideia tentada como teoria explicativa, em face de uma evidência contrária, o que favorece o processo de desenvolvimento de novas ideias em conformidade com a evidência.

Um processo semelhante ocorre na terceira possibilidade que referimos, ou seja, quando as crianças são confrontadas com tópicos ou situações que se reportam a experiências do passado, porém, pouco relevantes na vida do quotidiano. Tais experiências, em virtude do seu carácter esporádico, não contêm para a criança uma

grande premência de desenvolvimento de teorias que lhes dêem sentido e significado pessoal. E a terem-se desenvolvido, não há suficiente acumulação de experiências que se tenham assumido como contextos de repetida aplicação e reforço de tais teorias. Também neste caso, é previsível uma relativa facilidade de abandono de ideias pouco impregnadas ou construídas em situação, perante evidências contrárias às expectativas, abrindo-se caminho ao desenvolvimento de ideias novas em conformidade com a evidência.

Grande parte dos tópicos científicos e fenómenos que foram objecto de estudo por parte dos alunos, ao longo desta investigação, inserem-se na categoria d) antes referida, ou seja, reportam-se a experiências do passado como parte integrante do seu quotidiano. Conforme pode ser comprovado nos protocolos de análise dos diários de aula contidos no Anexo XII, os alunos revelaram uma grande abundância de ideias intuitivas. As ideias desenvolvidas ao longo de um processo de grande acumulação de experiência, são as que se apresentam mais consolidadas e mais resistentes à mudança.

O primeiro passo de uma estratégia de mudança conceptual consiste na adequada identificação das ideias intuitivas e das novas ideias que se vão gerando no desenvolvimento das actividades científicas. Contudo, sendo a identificação de modelos mentais da criança um processo inferencial, baseado no que as crianças dizem e fazem, há limitações que importa considerar. Frequentemente não há correspondência entre o discurso da criança e o que ela pretende significar: a) pode acontecer que as palavras utilizadas pela criança, tomadas à letra pelo adulto, tenham para este um significado diferente do que a criança lhes atribui; b) pode também acontecer que a linguagem da criança não tenha qualquer nexos do ponto de vista do

adulto e, no entanto, lhe estejam subjacentes ideias e significados claros. A minimização do erro no processo de inferência de modelos mentais, exige o recurso a diversas formas de auscultação de uma mesma ideia, ou seja, importa desenvolver um processo regular e sistemático de validação recorrente. Condição fundamental do desenvolvimento de tal competência é a capacidade de o professor se afastar das suas próprias ideias e expectativas para se colocar no ponto de vista da criança. Trata-se de elevado pensamento dialógico em oposição ao pensamento unilógico dominante nos professores. O pensamento dialógico é indissociável da atitude do adulto que valoriza, de forma genuína, as ideias e pensamento dos alunos, na medida em que desenvolveu a percepção de que essa é a via para que a criança pense de facto. Alguns exercícios estereotipados de levantamento de concepções alternativas, que recentemente se têm verificado, através de inquéritos e momentos formais na aula, não acrescentam nada de substancialmente novo. *Facilitar o pensamento tem mais a ver com atitudes do que com planos de aula* (Smith, 1990, pg 196). (...) *Quando os professores respeitam os sentimentos e opiniões dos seus alunos, então os professores e os alunos tornam-se parceiros naquilo sobre que versa o pensamento, com vantagem para ambos os lados* (Smith, 1990, pg 198).

Como processos de identificação de ideias e validação recorrente das ideias, esta investigação sugere o seguinte: a) interpelar os alunos com questões; b) ouvir os alunos nas discussões inter-pares; c) observar as acções dos alunos; d) ouvir os alunos falar em reacção às evidências com que se confrontam; e) solicitar aos alunos que comuniquem as suas ideias através do desenho.

Os resultados corroboram as contribuições de vários autores, quanto aos modos preferenciais de interacção com o meio e modo espontâneo de pensar das crianças, que estão na origem da génese das ideias intuitivas, designadamente: a) o

interesse e atenção privilegiadas por elementos facilmente perceptíveis; b) o interesse e atenção privilegiadas por estados de transição ao invés do equilíbrio; c) o raciocínio de causalidade linear; d) a covariância de dois factores facilmente perceptíveis; e) a formação de analogias das novas experiências com as experiências anteriores; f) a linguagem socialmente utilizada na descrição e explicação de fenómenos e objectos.

Ao longo desta investigação, uma das preocupações constantes foi promover nas crianças a evolução das suas ideias em direcção a ideias com maior poder explicativo das evidências que se iam produzindo. As possibilidades e grau de evolução das ideias das crianças dependem do nível de coordenação entre as teorias pessoais e a evidência (Khun, 1988). Os resultados sugerem como estratégias relevantes de desenvolvimento de ideias mais “científicas” as seguintes: a) explicitação e clarificação das ideias intuitivas; b) reflexão dos alunos sobre as próprias ideias, mediante questões do adulto ou discutindo entre si; c) formulação de previsões de resultados da evidência derivados das ideias; d) actividade experimental tendente à sujeição das ideias à prova da evidência; e) observação focalizada e reflexão sobre a evidência, mais que uma vez reproduzida, tendo em vista o confronto entre ideias/previsões e evidência; f) representação pictórica e/ou escrita da evidência; g) consideração de novas teorias sugeridas pelo adulto, como possíveis explicações; h) especulação inventiva de modelos não directamente ligados à evidência; i) transferência de ideias associadas a situações familiares para novas evidências; j) esforço de construção de relações (de diferentes dados da evidência entre si, dos dados da evidência com as ideias, das acções com os seus efeitos, e das ideias com outras ideias).

Os resultados sugerem que existem crianças de 9/10 anos que dispõem de boas potencialidades para realizarem estratégias de raciocínio elevadas - que requerem a atenção a várias imagens mentais em simultâneo e a activação relacional dessas imagens na mente - e construirão teorias com carácter de abstracção, não directamente ancoradas nos dados da evidência. O desenvolvimento de tais estratégias e teorias requer, da parte do adulto, a utilização de instrumentos auxiliares de atenção e do que em Damásio (1995) é designado por memória de trabalho de alto nível.

A realização de investigações corresponde a uma elevado nível de coordenação entre a teoria e a evidência e, conseqüentemente, constitui um indicador de elevada capacidade de evolução das ideias em favor de ideias com melhor poder explicativo da evidência. Porém, são muito diversos os níveis de competência de investigação atingidos pelos alunos da amostra com que trabalhamos. Os resultados permitem-nos destacar, no processo de desenvolvimento de investigações, três factores que interferem negativamente nas possibilidades de mudança conceptual: a) a dificuldade em fazer previsões de resultados conforme uma ideia inicial (hipótese); b) a complexidade do processo de planificação e produção da evidência; c) a não contigüidade entre ideia inicial e evidência.

### **1.2. Será que podem ser ensinadas, com sucesso, competências em processos científicos a crianças de 9/10 anos de idade ?**

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no teste de Competências em Processos Científicos, entre as duas turmas experimentais e as duas turmas de controlo, na fase de pós-teste, não existindo diferenças significativas na fase de pré-

teste em qualquer par de turmas. Tais resultados permitem concluir que a estratégia de ensino-aprendizagem das Ciências adotada, promoveu o desenvolvimento de competências em processos científicos.

Todavia, tais resultados devem ser vistos com a reserva inerente às seguintes considerações:

a) A abordagem dos processos como modos de pensar compartimentados, patente no instrumento de avaliação referido, não é sustentável em termos de aprendizagem. Esta investigação sustenta que os processos científicos são modos de pensar e agir integrados e interpenetráveis, com sequências variáveis, que só podem ser realmente desenvolvidos no contexto de actividades que têm um sentido global e um significado para o aluno. A necessidade de planejar actividades científicas significativas e geradoras de significados para as crianças, impôs que os processos científicos tivessem que ser abordados em conglomerados, e não como exercícios de treino de cada um dos processos científicos em particular;

b) Uma avaliação de competências em processos científicos, sob a forma de ítems escritos, versando cada um, um processo científico, não corresponde ao modelo de *fazer Ciência* adoptado. Este ponto de vista que é sustentado pela análise de resultados qualitativos relativos à realização das actividades, é corroborada pelos seguintes resultados paramétricos:

- baixa correlação entre o score no pós-teste de Competências em Processos Científicos e o score global na tarefa de investigação ( $r= 0,32$ ;  $p=0,041$ ;  $n=40$ );

- baixas correlações entre Medir e o score global na tarefa de investigação ( $r=0,19$ ;  $p=0,243$ ;  $n=40$ ), e Observar e o score global na tarefa de investigação ( $r = -0,13$ ;  $p=0,419$ ;  $n=40$ ). Os processos Observar e Medir, sob a forma de tarefas práticas,

embora relacionados com o contexto da tarefa de investigação, quando abordados antes da tarefa de investigação e descontextualizados da mesma, revelam correlações sem significado com o desempenho global na tarefa de investigação.

Esta investigação sustenta que:

a) A actividade científica assume a sua verdadeira natureza de actividade humana de procura de novo conhecimento, libertadora de energias criadoras, quando na continuidade e extensão de curiosidades, interesses e motivações pessoais;

b) Tais curiosidades, interesses e motivações constituem um terreno especialmente favorável para o desenvolvimento de competências de processos científicos;

c) Compete ao professor identificar esses sinais e agir no sentido de rentabilizar plenamente a predisposição que de forma natural é manifestada pelas crianças, para enveredarem por formas de pensamento e acção tendentes ao desenvolvimento das suas competências em processos científicos;

d) Uma avaliação válida do que é *fazer Ciência* pressupõe o princípio do isomorfismo entre as estratégias de ensino-aprendizagem dos processos científicos e os instrumentos de avaliação, ou seja, a avaliação far-se-á por via da observação do desempenho dos alunos em actividades práticas.

### **1.3. Será que crianças de 9/10 anos podem aprender a realizar investigações ?**

A resposta a esta questão é genericamente afirmativa. Para ela concorrem, quer os resultados que foram recolhidos por via da observação das aulas, quer os resultados



das tarefas individuais de investigação, realizadas no final de todo o processo de intervenção.

Os alunos revelaram um elevado potencial de boas ideias, que embora vagas e imprecisas, constituem um bom ponto de partida para o desenvolvimento de planos exequíveis de acções com vista à resolução de problemas. Numa fase inicial da realização de investigações, o desenvolvimento do plano correspondente teve que desenvolver-se, em discussão de turma, de uma forma muito parcelar e sustentada, seguida da sua escrita com a participação de toda a turma. Numa fase seguinte, em que se pretendeu que, depois do plano acordado em discussão de turma, os alunos passassem o plano a escrito, muitos deles só conseguiram fazê-lo em forma de respostas a questões formuladas pelo investigador. Porém, verificou-se, frequentemente, que o desenvolvimento do plano na forma atrás referida, não correspondia a uma real compreensão da estratégia de resolução do problema.

Parece que, no distanciamento do pensamento em relação à acção, existe em parte destes alunos um risco considerável de que as várias fases do plano de investigação vão perdendo o sentido de partes de um todo integrado, que constituiriam a estratégia global de resolução do problema. Quando se solicita que a criança opere predominantemente ao nível cognitivo, antecipando mentalmente todo um conjunto sequencial e integrado de acções, para as executar depois, perde-se para muitas delas a conexão necessária entre pensamento e acção, tornando-se mais difícil que um e outra adquiram significado pessoal. Nestas circunstâncias, o fornecimento de instrumentos auxiliares de atenção e memória de trabalho de alto nível, contribuíram para um processo de clarificação e estruturação do pensamento e acção, favorecendo o desenvolvimento de competências de investigação. Foi possível constatar uma clara evolução entre um estágio em que pensamento e acção tinham que ser contíguos e

interdependentes de forma circular, para um estágio em que a criança passou a revelar a capacidade de abstracção bastante para antecipar mentalmente uma conjunto sequencial e integrado de acções, para as executar depois, mantendo o propósito de encontrar resposta para uma questão previamente formulada.

Numa das turmas, tendo-se partido de uma situação de grandes dificuldades que atrás se explicitaram, o desenvolvimento de competências de investigação atingiu um nível de maturação que se caracteriza do seguinte modo:

- a) discussão do plano de investigação, em grupo, com ajuda interactiva do investigador e/ou professora;
- b) escrita do plano de investigação, em grupo, depois aperfeiçoado por via das questões e considerações do investigador e/ou professora;
- c) execução do plano de investigação, em grupo;
- d) registo dos resultados dos grupos em tabelas construídas pelos próprios alunos;
- e) discussão de turma dos resultados e conclusões dos grupos.

Tal resultado mostra que a criação de uma atmosfera de investigação genuína e com elevado grau de autonomia, por parte dos alunos, devidamente estimulados e apoiados pelo professor, constitui uma possibilidade tangível a concretizar nas nossas escolas.

Quanto à tarefa de investigação individual, é de sublinhar que 28 dos 40 alunos entrevistados (70%) conseguem fazer face ao problema, enveredar por um processo de reflexão, e abordá-lo com diferentes níveis de desempenho, requerendo diferentes graus de interacção. É de sublinhar que a questão com que as crianças são

confrontadas é um problema novo para elas, cuja resolução envolve uma variável independente, uma variável dependente e uma variável controlada. Na solução é solicitado às crianças que formulem uma hipótese, elaborem um plano de investigação, façam a recapitulação do plano e procedam à sua execução, com o correspondente registo de dados e sua interpretação. Trata-se pois de uma tarefa que coloca exigências cognitivas que não se limitam às operações com objectos concretos, mas reclamam capacidade de abstracção.

O processo de interacção revelou-se de uma importância crucial, permitindo que os alunos progredissem em autonomia e qualidade do pensamento, no decurso da realização da tarefa. A interacção permitiu a distinção de diferentes potenciais de pensamento científico, numa amostra de crianças que ficariam praticamente ao mesmo nível, se não fossem estimuladas e incentivadas a pensar sobre um problema que à partida se revela bastante difícil para todas.

No desenvolvimento do processo interactivo, a fase de recapitulação do plano de investigação revelou-se uma estratégia metacognitiva bastante produtiva. A fluência e acentuado avanço na qualidade de pensamento, verificados durante e a partir da recapitulação, parecem fazer dessa fase um processo de mobilização de ideias parcelares até aí desenvolvidas, num todo global e coerente, diferente e de qualidade superior ao somatório das partes.

A interacção não produz um benefício homogéneo em todas as crianças. Quando a tarefa ultrapassa um certo limiar de dificuldade, o que deriva de uma excessiva discrepância entre a exigência cognitiva da tarefa e a maturidade intelectual da criança, esta não chega a enveredar por um processo reflexivo tendente à melhoria da qualidade do pensamento, mesmo que muito incentivada e estimulada a fazê-lo. Por seu turno, as crianças cuja maturidade intelectual se aproxima do nível de

exigência cognitiva da tarefa melhoram substancialmente a qualidade do seu pensamento por via do estímulo e incentivo à reflexão, mediante questões adequadas. Mas as crianças que maior benefício retiram do estímulo e incentivo à reflexão são as que se situam, em termos de maturidade intelectual, acima de um limiar mínimo indispensável para que a tarefa adquira algum sentido, e abaixo de um limite superior que continue a conferir à tarefa elevado grau de dificuldade.

Duas importantes conclusões emergem da análise de resultados quanto ao desempenho dos alunos da amostra na realização de investigações:

a) uma cultura pedagógica prescritiva de capacidades de pensamento, para alunos de 9/10 anos, em subordinação ao estágio das operações concretas da teoria de desenvolvimento cognitivo de Piaget, é inibidora das reais possibilidades de desenvolvimento da capacidade de pensar. Uma larga percentagem de crianças desta idade apresentam um elevado potencial de evolução para níveis de pensamento que ultrapassam os modos característicos de pensamento das operações concretas. A mente das crianças desta idade não está inelutavelmente limitada a operar apenas com objectos reais, podendo o seu pensamento assumir a forma de mobilização e coordenação de imagens e representações da realidade;

b) a perspectiva dicotómica segundo a qual, perante um problema de elevada exigência cognitiva, a criança dispõe ou não de capacidade para lhe fazer face, tende a colocar num mesmo plano, igualmente baixo para todas, crianças com grandes diferenças de capacidade de pensar. O processo de interacção, tendente a estimular a qualidade de pensamento das crianças, permite que muitas delas evoluam de uma aparente incapacidade inicial para resolver o problema, para elevados níveis de desempenho na sua resolução, tornando-se patentes diferenças que não seriam identificáveis sem recurso à interacção estimuladora do pensamento.

Em síntese, os resultados sugerem que são incertos os limites a estabelecer quanto à qualidade de pensamento que as crianças podem alcançar. Parece ser mais certo que, independentemente do nível de competências de pensamento em que se apresentem, há nas crianças um grande potencial de melhoria da qualidade do pensamento a explorar.

Os resultados desta investigação, em contraste com a experiência docente universitária do investigador, permitem afirmar que é bem mais fácil fazer as crianças pensarem do que fazer os alunos universitários pensarem. Idêntico investimento é muito mais rentável em termos de promover competências de pensamento com as crianças do que com jovens universitários. Enquanto as crianças treinadas a pensar pensam realmente, os universitários embora orientados para o pensamento e reflexão, tendem a reafirmar esquemas mentais rígidos perante tarefas que exigem pensamento, fazendo pois uma abordagem colateral da tarefa e, conseqüentemente, reclamam com frequência: *não estamos habituados a este tipo de testes*. O potencial natural para pensar existente nas crianças parece que vai estiolando coma idade. Só uma visão pessimista aceitará que tal involução tem um carácter de ontogénese filogeneticamente determinada na espécie humana. Trata-se antes de um problema inerente ao processo educativo.

**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 ?**

A resposta a esta questão pressupõe algum conhecimento quanto à natureza da relação entre as duas variáveis. As correlações entre elas, quer em pré-teste ( $r=0,4975$ ;  $p=0,000$ ;  $n=40$ ) quer em pós-teste ( $r=0,4099$ ;  $p=0,000$ ;  $n=40$ ), são baixas, embora significativas. Na variável Raciocínio Lógico-Verbal parece existir um patamar superior de estabilização temporária na faixa etária dos 8 aos 10 anos. De acordo com os resultados, durante o período correspondente ao tratamento a que foram sujeitas as duas turmas experimentais, verifica-se nessa faixa etária uma tendência de progressão em termos do raciocínio lógico-verbal, associada ao processo de maturação. Esta tendência parece não abranger os alunos que tendo realizado um desenvolvimento de raciocínio lógico-verbal mais precoce se mantêm ao mesmo nível, temporariamente.

O grau de associação entre as duas variáveis não é de molde a sustentar que o incremento ao nível das Competências em Processos Científicos, derivado ao tratamento, seja acompanhado de um incremento generalizado em termos do Raciocínio Lógico-Verbal. Há um efeito diferencial do tratamento na variável Raciocínio Lógico-Verbal, em função do nível em que os alunos se apresentam quanto a esta variável. Sugerem os resultados que os alunos que mais próximos estão do limite inferior do intervalo de confiança das médias de Raciocínio Lógico-Verbal, dos seus pares em geral, são aqueles para quem o tratamento é mais benéfico em termos de desenvolvimento do raciocínio lógico-verbal. Para esses alunos uma experiência de aprendizagem das Ciências focalizada nos processos científicos, caracterizada pela manipulação de materiais, interação e permanente estímulo à

reflexão e qualidade do pensamento, produz um aumento da taxa de progressão relativamente à progressão espontânea inerente ao processo de maturação, em termos de raciocínio lógico-verbal. Por seu turno os alunos que à partida se situam em níveis de Raciocínio Lógico-Verbal acima do limite superior do intervalo de confiança das médias desta variável, vêem esses níveis estabilizados independentemente de terem beneficiado da experiência de aprendizagem das Ciências referida.

Esta hipótese constitui uma boa explicação para o facto de na variável Competências em Raciocínio Lógico-Verbal se verificar um efeito diferencial em função da variável sócio-económica, na fase de pré-teste, com vantagem dos alunos provenientes de estratos sócio-económicos mais favorecidos, vindo esse efeito diferencial a dissipar-se na fase de pós-teste. Com efeito, é nos estratos sócio-económicos mais desfavorecidos que se registam os mais baixos scores em Raciocínio Lógico-Verbal, que correspondem justamente aos sujeitos que, nesta variável, mais proveito tiram da experiência de aprendizagem das Ciências focalizada nos processos científicos.

Em síntese, é uma hipótese bastante consistente que a experiência de aprendizagem das Ciências focalizada nos processos científicos, caracterizada pela manipulação de materiais, interacção e permanente estímulo à reflexão e qualidade do pensamento, favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico-verbal dos sujeitos que, quanto a esta variável, se situem em níveis inferiores à média geral dos sujeitos da faixa etária a que pertencem.

### **1.5. Em que medida o ensino das Ciências da Natureza pode contribuir para que os alunos gostem mais da escola ?**

É inequívoco, na forma como se manifestaram na realização das actividades e nos testemunhos escritos que deram, que as crianças sentiram alegria, prazer e se divertiram durante a experiência de aprendizagem das Ciências em que participaram.

O dia da semana destinado às Ciências era claramente para as crianças um dia de festa. O fim da experiência foi um momento de desencanto e tristeza para muitos. A par da alegria, prazer e divertimento, as crianças empenharam-se pessoalmente em resolver problemas, desafios e satisfazer curiosidades numa atitude reflexiva e com elevado investimento intelectual.

A forma de abordagem das Ciências teve o carácter de um grande contraste em relação ao modo habitual de abordagem do currículo no 1º ciclo. Muitos alunos foram particularmente eloquentes, no que disseram e escreveram, no sentido de que foi essa forma de aprendizagem com que mais se identificaram pessoalmente. As crianças vivenciaram o prazer da manipulação/experimentação, descobriram o valor da discussão e cooperação, descobriram a satisfação pessoal de pensarem e resolverem questões e desafios, desenvolveram confiança nas suas próprias capacidades de aprender. Foi-se tornando cada mais visível, à medida que o projecto se desenvolvia, que iam assumindo um renovado papel na aprendizagem, caracterizado pela liberdade, participação, autonomia, responsabilidade, respeito mútuo, manipulação/experimentação, reflexão e pensamento genuíno. Foi verdadeiramente surpreendente a clareza com que algumas crianças revelaram a consciência da renovada aprendizagem por eles vivenciada e do renovado papel desempenhado nessa aprendizagem, valorizando explicitamente: a sua participação, as responsabilidades assumidas, o papel da experimentação/manipulação e o desenvolvimento da capacidade de pensar.

Do ponto de vista do fluxo da energia sócio-afectiva durante a realização das actividades científicas, esta investigação sustenta uma distinção entre atitudes positivas espontâneas e atitudes positivas induzidas. As primeiras caracterizam-se por elevado investimento emocional e baixo investimento intelectual. São as atitudes associadas às situações e fenómenos que naturalmente suscitam curiosidade, interesse, prazer e diversão. A nossa interpretação é que tais atitudes e sentimentos radicam a sua espontaneidade no facto de as situações que os desencadeiam corresponderem ao que Damásio (1995) designa de *preferências inerentes ao organismo*. As Ciências da Natureza são um campo muito rico de situações e fenómenos que vão de encontro às



preferências básicas do organismo. Tais situações e fenómenos constituem um bom ponto de partida para o envolvimento das crianças em actividades científicas.

As atitudes de método, sistematicidade e rigor, que o aprofundamento da acção e qualidade do pensamento nas actividades científicas requer, são atitudes não espontâneas cujo desenvolvimento é gradual e depende de uma acção estruturada, sistemática e intencional da parte do adulto. São atitudes inerentes ao desenvolvimento da confiança nas próprias capacidades para resolver problemas, desafios e satisfazer curiosidades. A elas se associa um elevado investimento intelectual na forma de incremento da atenção e memória de trabalho de alto nível (Damásio, 1995). Recorrendo novamente a este neurocientista, tais atitudes associam-se a *preferências e objectivos adquiridos*.

Esta investigação sustenta a perspectiva de que o desenvolvimento das atitudes positivas induzidas, indispensáveis a uma maior qualidade da acção e pensamento na realização das actividades científicas, precisa ter como ponto de partida as atitudes positivas espontâneas. O caminho natural para um crescendo de investimento intelectual tem o seu começo nas situações que desencadeiam na criança um elevado investimento emocional. Esta perspectiva adquire reforçada consistência com a teoria segundo a qual a localização e manutenção da atenção e memória de trabalho são, de início, motivadas pelas *preferências inerentes ao organismo* e depois pelas *preferências e objectivos adquiridos*, estes por sua vez, desenvolvidos a partir de, e na continuidade daquelas (Damásio, 1995). Importa, pois, criar situações de aprendizagem que estejam em conformidade com as preferências do organismo que se constituam, por sua vez, em patamares de desenvolvimento de preferências e objectivos adquiridos. Compete ao professor começar por criar situações que naturalmente suscitem curiosidade, interesse, prazer e diversão. A acção subsequente será uma adequada problematização, por via de questões, tendo por objectivo suscitar novos interesses e aguçar novas curiosidades, promovendo nos alunos um nível de

tensão cognitiva dentro de limites determinados. Deste modo a criança evolui para um estágio em que se liberta do simples prazer lúdico imediato, passando a prevalecer o sentimento de realização pessoal de resolver problemas e satisfazer curiosidades, socorrendo-se dos materiais ao seu dispor e fazendo sobre eles um crescente investimento das suas próprias capacidades cognitivas. Trata-se de um estágio de atitudes caracterizado por elevado nível de esforço intelectual para o qual a criança foi capaz de evoluir, na medida de uma percepção tácita de que o esforço de agora é fonte de compensação mais adiante.

A manutenção de um elevado investimento intelectual depende sempre de uma adequada apropriação, pelas crianças, das novas questões no plano pessoal. Para isso há que ter em consideração dois critérios: a) a relevância das novas questões para a vida das crianças; e b) a acessibilidade das questões em termos cognitivos, pelo menos para uma boa parte dos alunos que possam estimular os restantes para mais elevado níveis de pensamento. Torna-se necessário que as questões incidam sobre fenómenos, objectos e materiais que integram o seu meio. Por outro lado, é necessário que, a todo o momento, na acção problematizadora a desenvolver se tenha a percepção de quando há uma excessiva discrepância entre o nível de exigência intelectual do desafio colocado e o nível de alcance das crianças. Quando tal se verifica é necessário que sejam introduzidas questões focalizadoras, seja fornecida alguma informação ou recordadas experiências anteriores, que reconduzam a tensão cognitiva para níveis que assegurem o interesse e desejável investimento intelectual.

Concluindo esta reflexão sobre sentimentos e atitudes, sustentamos que uma escola que seja um fardo penoso para as crianças está seriamente limitada nas suas possibilidades de promover uma educação relevante. Esta investigação confere um

elevado sentido à utopia de que as escolas podem ser um lugar de felicidade para as crianças e simultaneamente promover aprendizagens de qualidade superior, quer do ponto de vista da pessoa que habita em cada criança, quer do ponto de vista da sua preparação para a vida.

### **1.6. A formação de professores**

A motivação inicial para esta investigação surgiu em resultado de interrogações sobre a formação de professores do 1º ciclo para a educação científica. Porém, tornou-se inevitável que tais questões suscitasse igualmente questões sobre o processo de ensino-aprendizagem. Era necessário saber como promover nas crianças o papel de produtores e construtores de ideias e conhecimento, em vez de simples receptores de informação “certa” e acabada, saber como fazer com que as crianças utilizem como fontes de conhecimento os objectos, materiais e seres vivos, em vez de se limitarem ao que o professor diz e ao que está escrito nos manuais escolares.

Tivemos, de início, a pretensão de abordar conjuntamente as questões de ensino-aprendizagem e da formação. Mas foi-se tornando claro que era uma tarefa demasiado complexa promover os objectivos e processos de aprendizagem patentes neste relatório, utilizando o professor como mediador entre o investigador e os alunos. Exigiam-se do professor mudanças profundas no perfil de competências, na sua prática e nas suas atitudes.

Para além das dificuldades naturais de tais transformações do professor, amplamente documentadas na revisão de literatura, elas surgem agravadas no contexto em que esta investigação se desenvolveu, por duas ordens de razão. Por um lado, não foi possível reunir o conjunto de circunstâncias mais favoráveis ao processo de formação, designadamente: a) a possibilidade de trabalharem em equipa nas sessões de formação, de análise e avaliação do desempenho na orientação dos alunos na realização das actividades; b) a oferta de contrapartidas compensatórias do grande investimento que seria necessário, quer em termos de esforço e dedicação, quer em

termos de tempo. Em cada ano em que se desenvolveu a investigação-acção, apenas um professor trabalhou com o investigador e a sua participação no projecto não foi sequer creditado em termos de formação. Por outro lado, muitas vezes seria exigido ao professor que adquirisse conhecimentos científicos que não tinha, e logo de seguida os ensinasse de acordo com uma metodologia completamente nova para si.

Em face de um processo que ao nível dos alunos se afigurava muito rico e promissor, e cujo desenvolvimento não apresentava grandes constrangimentos externos, podendo seguir um caminho facilmente modelado pelas opções do próprio investigador, sugeridas pela avaliação de cada momento, optou-se por uma focalização na dimensão de ensino-aprendizagem em detrimento da dimensão da formação. Todavia, esta investigação contém elementos de reflexão com incidências na formação de professores, que têm influenciado o trabalho do investigador como formador.

É um facto que a discussão dos guias de actividades, entre investigador e professor, com realização das experiências previstas em cada actividade, seguida de acompanhamento por parte do investigador na sala de aula, dando sugestões e agindo de forma a ilustrar modos de interacção com os alunos, não permitiram que nenhuma das professoras participantes na investigação se autonomizasse na orientação das actividades. Houve adesão e até entusiasmo em relação à perspectiva de trabalho adoptada, mas quando o aprofundamento das actividades requeria maior acuidade nas formas de interacção com as crianças, as professoras pareciam assumir que ao investigador competia responsabilizar-se pela orientação da turma. Não temos elementos para esclarecer se tal atitude era motivada pela convicção de que o investigador procederia melhor, em tais circunstâncias, ou se pela convicção de que o que lhes era exigido não estava ao seu alcance, não sendo justificável um esforço de desenvolvimento das competências requeridas.

Este facto vem reforçar a necessidade de adopção de estratégias de formação que não foi possível pôr em prática no âmbito desta investigação. São as seguintes as

orientações de uma estratégia geral de formação que a literatura e a nossa experiência recomendam:

a) Os professores ou futuros professores devem vivenciar, enquanto formandos, as modalidades de aprendizagem que se pretende que venham a implementar com os seus alunos. Deverão pois realizar actividades semelhantes às previstas para os alunos, manipular os mesmos materiais, ter oportunidades de identificarem, explorarem e discutirem as suas próprias ideias, submetê-las à prova da evidência, planeando experiências, recolhendo dados e analisando-os de forma crítica. O formador actuará junto dos formandos de forma a ilustrar o papel que se deseje venha a ser assumido pelo professor com os alunos;

b) Os professores ou futuros professores devem, após as actividades realizadas em contexto de formação, reflectir e discutir sobre o que fizeram na perspectiva da realização das mesmas actividades pelos seus alunos sob a sua orientação. Reflectir sobre: a mudança de ideias ocorrida; o papel que assumiram na transformação das suas ideias; a importância da experimentação/manipulação; o papel desempenhado pelo formador; os sentimentos e atitudes que experimentaram; e, finalmente, a perspectiva de uma aprendizagem semelhante a promover com os seus alunos, à luz da experiência de formação que tiveram;

c) Os professores ou futuros professores devem orientar os seus alunos na realização das actividades por si realizadas em contexto de formação e, posteriormente, obter *feed-back*, reflectir e avaliar o seu desempenho, em contexto de formação, em que seja possível proceder-se à troca de experiências e pontos de vista;

d) Com o desenvolvimento de confiança na orientação de actividades planificadas por outros, os professores ou futuros professores deverão elaborar os seus próprios planos de actividades científicas, sob a supervisão do formador, e em seguida orientar essas actividades com os alunos e, de novo, proceder-se à reflexão e avaliação desse desempenho.

O fundamento para a necessidade de que os formandos vivenciem formas de aprendizagem semelhantes às que se espera que venham a promover com os alunos, reside em que a única forma de os fazer compreender em que consiste um processo de aprendizagem que nunca experimentaram, é fazê-los passar por tal processo na qualidade de aprendizes. A recomendação de que as actividades e materiais sejam os mesmos para as crianças e os professores, é reforçada pela circunstância de os professores revelarem quanto aos conceitos científicos nelas envolvidos, dificuldades da mesma natureza das que são identificadas ao nível dos alunos. Por exemplo, numa turma de alunos do curso de professores do 1º ciclo, a quem foram propostas as mesmas actividades de flutuação/afundamento que utilizámos com crianças do 4º ano, verificou-se uma impressionante semelhança de concepções intuitivas entre uns e outros: a) perante o desafio de fazerem uma bola de plasticina flutuar, a ideia mais frequente nos alunos universitários foi espalmar a plasticina, com o argumento de que o aumento de superfície facilitaria a flutuação; b) as crianças resolveram o desafio em menos tempo do que os estudantes universitários; c) tendo um grupo conseguido fazer um barco com uma base plana, havia alunos que sustentavam que o barco deixaria de flutuar se o fundo do barco fosse em quilha em vez de plano; d) perante a questão sobre como fazer uma bola de papel de alumínio afundar-se houve quem sugerisse que se tirasse água até a bola tocar no fundo; e) há alunos universitários que consideram que a água só exerce força sobre os objectos que flutuam; f) há alunos universitários que chegam a explicar o afundamento do papel de alumínio comprimido, com o argumento de que o papel de alumínio sofreu um aumento de peso.

A reflexão sobre as actividades realizadas, tem por objectivo promover nos professores uma consciência da riqueza do processo por eles vivenciado, e o reconhecimento das virtualidades de um tal processo de aprendizagem para os alunos, à luz da relevância que o mesmo teve para eles.

A experiência de prática pedagógica, acompanhada de análise e avaliação do desempenho, incorporada no processo de formação, é indispensável como estratégia

de desenvolvimento de confiança e de competências. Pode-se aderir, no plano intelectual, a uma forma de ensino-aprendizagem, reconhecê-la como mais vantajosa para os alunos, mas nunca dar-se um passo para a adoptar na prática por total insegurança em o fazer. Pensamos que a prática supervisionada pode desenvolver essa confiança, em resultado do desenvolvimento das competências necessárias e da adesão e aprendizagens dos alunos. É recomendável começar pelas actividades realizadas durante as próprias sessões de formação, como forma de minorar a insegurança inicial, promovendo-se assim um processo mais gradual de desenvolvimento da confiança.

É desejável que um processo de formação culmine com o desenvolvimento da autonomia dos professores em levarem à prática o processo de ensino-aprendizagem preconizado durante a formação. Nessa perspectiva há que distinguir a orientação de actividades planificadas pelo formador (e realizadas pelos formandos durante as sessões de formação), da orientação de actividades planificadas pelo próprio professor. A planificação de actividades, por parte do professor, sob supervisão do formador, e posterior sujeição de tais planificações à prova do ensino-aprendizagem, visa o desenvolvimento da autonomia do professor. Porém, a nossa experiência sugere que este objectivo é muito difícil de alcançar no actual estágio de formação e experiência dos professores e alunos futuros professores. A continuidade do ensino das Ciências por parte dos professores, para além de um intenso período de formação depende, a par de outros factores, da disponibilidade de um banco de sugestões de actividades planificadas em que se possam apoiar. Foi com esse sentido que o investigador publicou os guias de actividades utilizadas nesta investigação (Sá, 1994).

Tem-nos sido possível pôr em prática uma formação em que os formandos realizam actividades similares às previstas para as crianças, manipulando os mesmos materiais que estas. Temos igualmente incluído no contexto dessas sessões de formação a reflexão sobre o trabalho desenvolvido, na perspectiva de as mesmas actividades virem a ser realizadas pelas crianças sob orientação dos formandos. Tem sido visível,

quer na formação inicial quer em acções de formação contínua, que os formandos aderem com muito interesse a tais estratégias de formação. Mostram-se agradavelmente surpreendidos, e desenvolvem uma atitude de espanto e reflexão, perante o facto de situações e fenómenos pelos quais passam distraídos no seu quotidiano, apresentarem dificuldades inesperadas e se revelarem fontes de importantes aprendizagens. Desta forma desenvolvem um novo olhar sobre tais situações e fenómenos, passando a valorizar as potencialidades educativas que elas contêm e até aí permaneciam ignoradas.

Parece ter um especial impacto nos formandos o facto de, após a realização das actividades, serem confrontados com as ideias das crianças sobre os mesmos problemas, o modo como os resolveram e como se sentiram e evoluíram nas actividades. O testemunho de como foi relevante para as crianças a natureza do ensino-aprendizagem preconizado durante a formação, superando aquelas desafios e problemas em que os próprios formandos sentiram dificuldades, parece desenvolver uma maior consciência do que são as potencialidades das crianças e o reconhecimento da necessidade em lhes conceder oportunidades de as desenvolverem.

Numa estratégia de formação como a que temos vindo a defender, quatro factores concorrem para o desenvolvimento de interesse e esforço da parte dos formandos em aprofundarem os seus conhecimentos científicos:

a) o facto de se terem confrontado com fenómenos, problemas e desafios extraídos do seu quotidiano, que as suas ideias iniciais não foram capazes de explicar e/ou resolver. Este facto contribui para um desejo pessoal de tornar inteligíveis tais fenómenos, problemas e desafios, para o que é necessário o conhecimento científico;

b) o facto de as experiências de aprendizagem/formação providenciarem uma base concreta como ponto de partida para o desenvolvimento de conceitos e princípios requerendo elevados níveis de abstracção;

c) o reconhecimento, de uma forma directa e imediata, da relevância do conhecimento científico face à prática pedagógica;



d) a consciência de que as crianças conseguem atingir sobre determinados fenómenos e problemas, um nível de conhecimento e compreensão, superior ao que os próprios formandos apresentam ao serem confrontados com tais fenómenos e problemas. Este facto suscita uma inquietação que os formandos desejam superar.

O modelo de formação ideal que propomos não faz, pois, uma distinção entre Ciências da Natureza e Didáctica das Ciências da Natureza. A competência científica adquire-se por via das actividades realizadas pelos professores em formação que - sendo da mesma natureza das que se preconizam para as crianças, embora orientadas para o nível intelectual do adulto - permitem a aquisição de conhecimentos científicos e o domínio dos processos científicos; permitem ainda fazer-se extensões em termos de aprofundamento dos conceitos científicos, tirando partido da apetência entretanto criada nos professores pelas actividades antes realizadas. Por outro lado, a competência pedagógica adquire-se pela vivência do mesmo processo de aprendizagem que se preconiza para as crianças, pela reflexão sobre tal vivência na perspectiva da sua promoção ao nível dos alunos, pela experiência de orientação de actividades científicas na prática pedagógica e posterior recepção de *feed-back*, análise e avaliação de tal desempenho. Assim, competência científica e competência pedagógica para a educação científica, desenvolver-se-iam na perspectiva de um todo integrado.

Atente-se no esquema seguinte em que se sintetizam as componentes de formação para a educação científica.

<b>COMPONENTES DE FORMAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA</b>	SABER	Conceitos científicos
		Modelos e Teorias de Aprendizagem
	SABER FAZER	Fazer Ciência (processos científicos)
		Ensinar Ciência (prática pedagógica)

		Atitudes e Valores face à Ciência
	SER	Atitudes e Valores face à Criança

Uma formação que valoriza a realização, por parte dos formandos, de actividades da mesma natureza das que se propõe para as crianças está no domínio de um *fazer Ciência*, que permite em si mesma o desenvolvimento de *conceitos científicos* e, por outro lado, cria um estado de interesse, motivação e preparação intelectual para se ir mais longe na aprendizagem conceptual. A resolução de questões acessíveis, embora requerendo esforço (como já foi sublinhado é ilusória a ideia de que as questões a propor às crianças são triviais para os professores do 1º ciclo), e desenvolvimento de interesse por uma mais aprofundada compreensão dos fenómenos em questão, permitindo enveredar-se por um certo formalismo científico, é em si mesmo um processo de desenvolvimento de *atitudes e valores positivos face à Ciência*.

Por outro lado, a reflexão sobre o processo vivenciado na realização das actividades favorece o reconhecimento, por parte dos professores, das virtualidades de idêntico processo de aprendizagem com as crianças. Deste modo entra-se no domínio do desenvolvimento de novas *atitudes e valores face à criança*, designadamente o reconhecimento das suas ideias e do seu papel como construtor do conhecimento. Esta vertente da formação aprofunda-se mediante a oportunidade que os professores tenham de conhecer as ideias das crianças sobre as mesmas questões, as suas atitudes e o modo como evoluíram na sua resolução. Estas circunstâncias constituem o contexto propício para a introdução de *modelos e teorias de aprendizagem*.

A reflexão sobre o papel desempenhado pelo formador dá entrada na dimensão *ensinar Ciência*, que se aprofunda na prática pedagógica. A prática pedagógica supervisionada é o momento alto de formação, pois ela permite o retorno: a) aos *conceitos científicos*, já que há questões das crianças que suscitam a necessidade de aprofundamento dos conhecimentos e há novas curiosidades identificadas pelos professores durante a experiência de ensino; b) aos *modelos e teorias de aprendizagem* (em que medida são sustentáveis face aos ensaios de ensino-

aprendizagem?); c) ao *ensinar Ciência*, pois trata-se de reflectir a avaliar o desempenho do professor com vista à identificação de competências a aperfeiçoar; d) às *atitudes e valores face à Ciência*, na medida em que estas são influenciadas pelo nível de satisfação pessoal que a experiência de ensino vai permitindo; e f) às *atitudes e valores face à criança*, que evoluirão tanto mais favoravelmente quanto mais o esforço de reconhecimento da importância das ideias das crianças e do seu papel activo permitir efectiva aprendizagem e satisfação pessoal das crianças e do professor.

O investigador orientou uma acção de formação contínua de 12 horas, para duas turmas em separado, num total de 42 professores, em que estes a) realizaram actividades similares às previstas para os alunos e b) reflectiram e debateram as actividades realizadas na perspectiva da sua realização pelas crianças. Em inquérito preenchido no final, numa escala de cinco níveis: 77,78 % dos formandos declararam ter *gostado bastante* ou *gostado muito* da acção; 70 % declararam ter-se *sentido bem* ou *muito bem* na realização das actividades; 61,11 % consideraram a formação *bastante relevante* ou *muito relevante* para a *prática pedagógica*; 88,89 % consideraram a acção *convincente* ou *muito convincente* quanto à *importância educativa das Ciências no 1º ciclo*; 77,78 % foram de opinião de que o *papel do formador* foi *bastante ilustrativo* ou *muito ilustrativo* do *papel requerido para o professor* na orientação das actividades; 88,89 % considerou ter existido na acção *bastante* ou *muita ligação* entre a *teoria e a prática*. São indicadores favoráveis, que contudo nada nos podem dizer quanto às consequências desta formação de curta duração, ao nível da prática pedagógica. A convicção com que ficámos de posteriores contactos com alguns desses professores é a de que tal formação foi algo “interessante” sem grandes consequências práticas.

Não temos qualquer experiência de implementação das últimas duas orientações, antes preconizadas, como partes integrantes do modelo de formação proposto, designadamente: a prática pedagógica supervisionada com as actividades realizadas pelos formandos em contexto de formação; e a planificação de actividades

e correspondente prática pedagógica, supervisionadas. A formação inicial de professores em que o investigador intervém não as contempla, e a formação contínua exigiria um complexo processo de gestão de recursos humanos que não foi possível até hoje concretizar.

Importa contudo ter-se a noção de que uma boa formação é apenas um entre múltiplos factores - que não cabem neste âmbito analisar - a considerar quanto ao objectivo de introdução de uma efectiva educação científica no 1º ciclo.

## 2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Nesta investigação são de destacar limitações de diferentes naturezas: a) limitações associadas aos instrumentos utilizados na vertente quase-experimental; b) limitações relacionadas com o modo de recolha de dados qualitativos; c) limitações inerentes ao processo interpretativo dos dados qualitativos; d) limitações relacionadas com a generabilidade/idiossincracia dos resultados e processos da investigação.

1. O teste de Competências em Processos Científicos revelou-se demasiado difícil para as crianças participantes na investigação, o que poderá ter afectado o seu poder de discriminação. Uma tarefa excessivamente difícil para uma determinada população comporta o risco de não distinguir os sujeitos pertencentes à banda inferior do espectro. Uma outra limitação deste instrumento é a sua não correspondência com o modelo de *fazer Ciência* adoptado no processo de ensino-aprendizagem que foi desenvolvido ao longo do projecto. Deste facto resulta uma diminuição das possibilidades de se estabelecerem inferências quanto às aprendizagens efectuadas pelos alunos, a partir dos scores atingidos no instrumento em questão.

O teste de Raciocínio Lógico-Verbal tem igualmente a limitação de se ter revelado difícil para os alunos. Para além disso, a sua consistência interna revelou-se baixa. Este instrumento tem a validade inerente ao facto de os seus ítems terem sido extraídos

ou adaptados de outros instrumentos de raciocínio lógico-verbal. Aí estão contemplados itens de raciocínio dedutivo, analógico, probabilístico, combinatório, silogístico, de equivalência de significados, e de conflito entre raciocínio lógico e raciocínio moral. Contudo não se procedeu à determinação do seu coeficiente de validade. As considerações efectuadas quanto ao raciocínio lógico-verbal devem ser encaradas sob a reserva de que o instrumento utilizado não garante a medição de uma capacidade geral de raciocínio lógico-verbal

2. Os dados qualitativos foram obtidos por via do registo de incidentes críticos na própria aula, seguida de um diário, e da entrevista individual conduzida no final pelo investigador. Quanto aos diários de aula é inevitável que se possa objectar que os dados aí presentes estejam enviesados pela subjectividade do observador. Há contudo dois tipos de subjectividade que devem ser encarados como distintos.

Uma, é a subjectividade inerente à perspectiva teórica e objectivos do investigador/observador. Quer isto dizer que não houve a pretensão de se registar todos os acontecimentos da aula, nem isso seria humanamente possível; os acontecimentos registados são os que se considera que melhor elucidam as questões do investigador, reflectindo estas os seus objectivos e perspectiva teórica geral. As questões e perspectiva teórica do investigador foram um processo dinâmico, cuja evolução deu lugar a uma crescente clarificação dos dados a registar. Os dados recolhidos pelo investigador são necessariamente diferentes dos dados que um outro investigador recolheria, tendo este outras questões e movendo-se no quadro teórico em que tais questões se inserem. Esta subjectividade não é uma limitação da investigação. Pelo contrário, assumi-la e clarificá-la é uma condição de validade da investigação. Foi isso que se procurou fazer.

Outra subjectividade é a que dá lugar à distorção dos factos motivada pela perspectiva do observador, ao registo selectivo do que reforça as suas convicções em detrimento do que as contraria, à atenção preferencial a elementos novos que vão sendo

esquecidos à medida que se tornam familiares, a flutuações de rigor e sistematicidade motivadas por alterações de humor, eventual cansaço, etc. É esta subjectividade que constitui factor de enviesamento no registo dos dados. Este risco, que está sempre presente, impõe ao investigador a necessidade de se manter vigilante em relação a si próprio, mas não há forma de garantir aos outros que o foi suficientemente.

Uma limitação deste estudo é, pois, o facto de os registos de campo não terem sido feitos por vários observadores que, movendo-se numa perspectiva teórica e quadro de questões partilhados, pudessem fazer um confronto e aferição dos seus registos. Essa via permitiria a obtenção de registos mais fiáveis e uma melhoria das competências de observação individuais, minimizando-se os riscos de enviesamento no registo de dados.

Há, contudo, dois factores que podem ser aduzidos como elementos atenuadores do risco de viés no registo de dados: um é o longo tempo de permanência no terreno, e outro a atitude experimental que se impôs ao investigador ao longo de todo o processo.

Com efeito, um determinado conjunto de actividades científicas foi desenvolvido durante 52 horas distribuídas ao longo de um ano lectivo, e ao longo de 54 horas distribuídas pelo ano lectivo seguinte. Com um tempo tão longo de permanência, distribuído ao longo de dois anos lectivos, com uma tão grande diversidade de acontecimentos, persistir numa prática sistemática de observação grandemente enviesada teria o carácter de uma pouco provável obstinação. Esta prática, a ser inconsciente atestaria a impossibilidade do investigador levar a cabo a investigação, e isso não poderia deixar de estar patente neste relatório. A ser consciente, toda a investigação ficava em causa por total falta de ética. Em qualquer destas situações extremas seria altamente improvável a construção de um relatório que se afigurasse um quadro coerente, consistente e credível. A validade desta investigação não pode deixar de ser considerada à luz do grau de consistência interna deste relatório.

Outro factor atenuador do risco de enviesamento no registo de dados, foi a atitude experimental que a natureza da investigação impôs ao investigador na sua intervenção. O viés, resultante do registo do que se quer ver e não do que realmente acontece, é inerente ao facto de o observador ter uma forte expectativa do que deverá acontecer. No caso da presente investigação, ao longo de todo o processo fomos propondo, a título de ensaio, objectivos de aprendizagem cada vez mais ambiciosos e de cuja viabilidade duvidávamos sempre. Mesmo no 2º ano de experiência, em face dos sinais dados pelos alunos de que poderiam ir mais longe do que a primeira turma, a atitude experimental de dar-lhes oportunidades de irem até onde as suas potencialidades permitissem ir, manteve-se. As dúvidas quanto à viabilidade dos objectivos de aprendizagem propostos baseavam-se em três ordens de factores: a) a inexperiência inicial do investigador de ensinar crianças; b) a inexistência na literatura de relatos de experiências de treino de competências de investigação, com crianças desta idade, suficientemente elucidativos; c) a literatura relativa à teoria do desenvolvimento cognitivo, que fazia supor a impossibilidade de as crianças virem a realizar tarefas envolvendo pensamento formal.

Mais do que esperar um resultado concreto, a atitude assumida resume-se nestas palavras: *vamos experimentar e ver se conseguem*. Esta atitude levou-nos, por vezes, a recuar, outras vezes, a propor saltos qualitativos a que os alunos responderam favoravelmente após alguma contemporização com tarefas mais simples e mais sustentadas. Nestas circunstâncias, parece-nos que o efeito obliterador dos preconceitos em relação aos factos fica atenuado. Na medida em que os factos surpreendentes se sobrepõem à perspectiva pessoal do observador, o risco de deturpação de tais factos é menor do que o dos factos que se tem como adquirido que devem ocorrer.

Os estados subjectivos do investigador como prazer, alegria, surpresa, espanto, fascínio, tiveram uma grande importância no desenvolvimento da investigação-acção. Foram a fonte de energia para uma acção permanentemente renovada, tendo em vista levar os alunos o mais longe possível no prazer da descoberta, da invenção, da

qualidade do pensamento. Todavia, pelos motivos antes expostos, embora pareça paradoxal, tais estados subjectivos tiveram um efeito atenuador de enviesamento no registo de dados.

A tarefa de investigação e o correspondente protocolo elaborado pelo investigador, a partir do qual se atribuíram níveis de desempenho e scores globais, constitui outra das fontes de subjectividade na recolha de dados. Também neste caso não houve a possibilidade de confronto dos juízos do investigador, quanto ao significado dos comportamentos dos alunos, com os de outros observadores, como forma de validação dos dados registados. Pensamos, porém, que o facto de as decisões quanto aos níveis atribuídos nos diferentes parâmetros ser abundantemente ilustrada com transcrições textuais do que é dito pelas crianças, permite ao leitor deste relatório, fazer o seu próprio juízo relativamente à consistência de critérios adoptada pelo investigador na classificação dos alunos no desempenho da tarefa de investigação.

Procedeu-se, em primeiro lugar, a uma atribuição de scores globais na tarefa de investigação, em função dos níveis de interacção requeridos para que o aluno fosse de encontro ao critério de êxito previamente estabelecido em cada um dos parâmetros. Por essa via agruparam-se os alunos em três níveis quanto ao desempenho global na tarefa de investigação: nível Alto, nível Médio e nível Baixo/Muito Baixo. Em seguida procedeu-se a uma análise das respostas qualitativas dos alunos em cada parâmetro e hierarquizaram-se as categorias de respostas em termos da qualidade do pensamento nelas expressa. Verificou-se que entre os sujeitos cujos scores globais pertencem ao nível Alto, a percentagem de respostas qualitativas nos dois níveis mais elevados é de 68,13 %, e de 31,87 % nos três níveis qualitativos mais baixos. Por outro lado, entre os sujeitos cujos scores globais se situam no nível Médio, a percentagem de respostas qualitativas nos dois níveis mais elevados é de 33,33 %, e de 66,66 % nos três níveis qualitativos mais baixos. Pode-se pois concluir que há uma razoável convergência de resultados que, incidindo sobre os mesmos factos, foram



obtidos por diferentes vias, o que constitui um indicador de consistência e validade no registo e análise dos dados relativos à tarefa de investigação.

3. Por definição a interpretação é o processo de atribuir significados aos dados ou factos. Não sendo os significados observáveis, eles decorrem sempre de um processo inferencial baseado em acções, palavras, sentimentos e atitudes. Nesse processo inferencial há sempre duas possíveis fontes de erro: a) a perspectiva teórica, eventualmente preconceituosa, de quem interpreta; b) a aparência externa das acções, palavras e sentimentos que, podendo ser igualmente descritos por diferentes observadores, se revestem de diferentes significados para os seus protagonistas. Também aqui, tal como a propósito do registo de dados, o longo tempo de permanência no terreno e a atitude experimental do investigador são factores que favorecem um processo de validação recorrente quanto ao significado a atribuir aos acontecimentos.

Um dos problemas do processo interpretativo é o da dificuldade ou mesmo impossibilidade de aplicação da noção convencional de representatividade das provas que sustentam uma teoria. Somos levados a considerar duas perspectivas quanto à noção de representatividade: a) uma que se exprime pelo número de ocorrências com um significado particular, verificadas em contexto de determinado fenómeno que se vai repetindo com diferentes amostras de sujeitos; b) outra que se exprime pelo número de ocorrências com significados particulares diferenciados mas convergentes para uma perspectiva teórica mais ampla, verificadas em contexto de fenómenos variados, com os mesmos sujeitos durante um largo período de tempo.

No primeiro caso tratar-se-ia de promover repetidamente uma mesma actividade científica A, em n turmas diferentes, e proceder a uma distribuição de frequências de acontecimentos por categorias, sendo cada frequência uma medida do grau de representatividade das provas que sustentam um significado particular. Tratar-se-ia de um artefacto, seguramente muito pobre em termos do conhecimento que dele se poderia extrair quanto aos processos de ensino-aprendizagem.

Nesta investigação é clara a opção pela segunda perspectiva. Contudo, revelou-se extremamente difícil que as induções interpretativas se baseassem numa efectiva quantificação do número de provas que as sustentam, e formulação de um juízo quanto à sua representatividade. Ou seja, esta noção de representatividade não foi devidamente operacionalizada. Será possível e desejável caminhar nesse sentido? Trata-se de uma questão metodológica que precisa ser aprofundada no futuro.

Admite-se ainda que algumas das ideias que subliminarmente permeiam o quadro teórico das conclusões desta investigação, não estão directamente ancoradas em factos explicitamente relatados. Têm provavelmente o carácter intuições ou de um conhecimento tácito acerca do modo de pensar e agir das crianças que o longo período de trabalho com elas terá permitido desenvolver. A preocupação em depurar este relatório de tais intuições e conhecimento tácito torná-lo-ia mais pobre e, porventura menos útil para os que através dele tomem contacto com o que foram as vivências deste processo. Contudo, não podem deixar de se levantar reservas quanto ao seu estatuto epistemológico. Valem enquanto conjecturas que carecem de aprofundamento e sujeição à prova de resultados.

4. Uma questão que não pode deixar de ser discutida em relação a este estudo é o da sua idiossincracia versus generabilidade. Certamente as duas turmas experimentais participantes na investigação não são representativas do universo populacional da faixa etária a que pertencem. Consequentemente os resultados da aprendizagem obtidos pelos alunos destas duas turmas não são de todo generalizáveis. Ou seja, tendo-se verificado que 70 % dos 40 alunos entrevistados conseguem com mais ou menos interacção resolver a tarefa de investigação proposta, não se pode fazer a extrapolação de que se obteriam idênticos resultados em todo o universo populacional se todo ele fosse sujeito a idêntico tratamento. Podemos interrogarmo-nos sobre que resultados obteria na mesma tarefa uma amostra de alunos que desde o 1º ao 4º ano de escolaridade tivesse a oportunidade sistemática de uma aprendizagem da mesma natureza da que foi posta em prática neste projecto. Talvez não tivesse qualquer

sentido fazer comparações face à eventualidade de tão grande disparidade entre esses resultados e os actuais.

O ponto a que queremos chegar com estas considerações é que a discussão central quanto à generabilidade não é a dos produtos da aprendizagem, mas antes a da fecundidade dos processos de ensino-aprendizagem adoptados. Não há qualquer possibilidade de levar a cabo uma investigação em que os processos de ensino-aprendizagem utilizados possam ser extensivos a uma amostra representativa. Mas, uma vez comprovada a sua fecundidade numa amostra não representativa, não há argumentos que possam contestar a sua fecundidade noutras amostras da mesma faixa etária. Pode-se contestar que dê lugar aos mesmos produtos de aprendizagem, mas não que contribua para elevar a qualidade das aprendizagens.

O facto de terem sido utilizadas duas turmas experimentais de características sócio-económicas bastante diferentes, com professores diferentes e durante dois anos consecutivos, minimiza o carácter idiossincrático desta investigação. A experiência levada a cabo na 2ª turma corroborou e deu contornos mais nítidos ao processo levado a cabo no ano anterior com outra turma. Só admitindo uma improvável aleatoriedade do comportamento humano se pode sugerir que os resultados e fecundidade dos processos de ensino-aprendizagem utilizados não têm uma relevância e um domínio de aplicação que extravasa largamente o âmbito das duas turmas em que a experiência de desenvolveu.

Uma questão mais crítica é a da possibilidade de replicação dos processos de ensino-aprendizagem por outros agentes. Serão eles demasiado idiossincráticos em relação à pessoa do investigador? Serão eles apropriáveis por professores e outros investigadores? Não temos resposta para estas questões. Do ponto de vista do contributo desta investigação para a melhoria da qualidade da educação das crianças do 1º ciclo talvez esteja em torno destas questões as maiores limitações deste trabalho.

Talvez resida em torno destas questões uma das diferenças fundamentais entre Ciências da Natureza e Ciências da Educação. E talvez essa diferença fundamental

explique a diferença entre o vertiginoso progresso da Ciência e Tecnologia e o lento caminhar da Educação. O novo conhecimento científico e suas aplicações tecnológicas são facilmente transmissíveis e apropriáveis pela comunidade científico-tecnológica, e os seus benefícios sociais têm um reconhecimento quase imediato. Pelo contrário, o novo conhecimento em Ciências da Educação, pela sua dificuldade de transmissibilidade e apropriação, no estado em que actualmente se encontram, redonda facilmente em pura retórica sem expressão em termos de aplicações feitas de um *saber fazer* educacional. E uma retórica progressivamente mais sofisticada que vai acentuando a sua distância em relação a um *saber fazer* parado no tempo, está longe de garantir o reconhecimento dos seus benefícios sociais.

### 3. CONSIDERAÇÕES DE NATUREZA EPISTEMOLÓGICA

*(...) há um dilema entre rigor ou relevância, que recai especialmente sobre aqueles que se consideram investigadores. Uma imagem topográfica ajuda a transmitir o significado deste dilema. Podemos imaginar uma falésia do cimo da qual se avista um pântano lá em baixo. Os investigadores podem escolher ficar no alto, em solo firme, onde podem realizar um tipo de investigação academicamente considerada rigorosa, incidindo contudo em problemas de cuja importância duvidam cada vez mais. Ou podem optar por descer ao pântano onde se podem dedicar a problemas que consideram realmente importantes, mas seguindo caminhos não rigorosos e que não sabem como descrever. Eles podem escolher entre o rigor em solo firme ou a relevância no pântano. (Shön, 1992, pg 5).*

É já ao concluir este relatório que o investigador vê formulado neste texto, com clareza inequívoca, o dilema com que se confrontou no início e ao longo de quase toda esta investigação. Dilema que foi sempre motivo de inquietação, porque por mais convicção que se tenha quanto à relevância de um trabalho de investigação, são muitos os riscos a que um académico se expõe ao fazer opções não conforme com os critérios de rigor e aceitabilidade dominantes. A par disso, as pressões institucionais para “andar depressa”, o apelo para se passar a uma situação de maior conforto e estabilidade na carreira universitária, recomendavam ficar no alto da falésia pisando o

solo firme e percorrendo um caminho seguro. Haveria que inventar um “problema”, até aí não percebido como tal, ao qual se aplicaria um conjunto de métodos e técnicas conhecidas e não susceptíveis de serem questionadas. A aplicação de uma espécie de algoritmo, com incontestável rigor, produziria seguramente, em curto espaço de tempo, um determinado resultado e estaria preenchido o requisito administrativo para progredir na carreira, sem riscos, sem sobressaltos, sem inquietações e, acima de tudo, sem ter que resistir a anátemas de diversa natureza.

Poderíamos, por exemplo, formular este problema: *Qual é o estado da educação científica no 1º ciclo?*. Mesmo sabendo, pelo contacto com as escolas, os professores e os alunos, que as crianças se limitam a decorar alguns termos científicos contidos nos manuais, seria contestável essa percepção por não ter sido comprovada cientificamente. Poder-se-ia até argumentar ser aquela questão muito relevante, pois, seria condição para se melhorar a qualidade da educação científica no 1º ciclo, começar por fazer um bom diagnóstico da situação. Faríamos então inquéritos contendo questões sobre as práticas dos professores, os materiais que utilizam, o tempo que dedicam às Ciências, etc.; pediríamos a uns milhares de professores com uma adequada distribuição geográfica pelo país de modo a garantir a representatividade da amostra; utilizar-se-ia a estatística mais sofisticada possível para tratar os dados. E assim, depois de muito trabalho, confirmaríamos aquilo que já sabíamos e recomendar-se-iam medidas urgentes no sentido de modificar a situação. Tudo teria o aparato de preencher os requisitos formais do que é uma investigação, e no entanto teria sido, na perspectiva do investigador, um esforço inútil: a) nada de substancialmente novo se acrescentaria em termos de conhecimento da realidade tomada como objecto de estudo; b) nenhum conhecimento novo se teria criado quanto ao modo como modificar essa realidade para melhor. Nada se acrescentaria de novo

acerca de: o conhecimento e compreensão do processo de aprendizagem das Ciências por parte das crianças; o desenvolvimento de competências no investigador para promover essa aprendizagem; a compreensão da natureza dos problemas da formação dos professores para a educação científica; e o desenvolvimento, no formador, das competências para promover uma formação para a educação científica.

Desta forma pretende o investigador sublinhar que entre um cultura burocrática da investigação, com aparência de rigor científico sustentado em técnicas e métodos não questionáveis, e uma cultura investigacional orientada para problemas efectivamente relevantes, embora recheada de incertezas quanto aos caminhos a seguir e resultados expectáveis, optámos pela segunda. A opção foi descer do alto da falésia em direcção ao pântano onde, a cada passo, os pés se atolam e se impõe um tactear constante em busca de caminho firme e seguro. Contudo tivemos sempre a preocupação de busca do máximo rigor possível, recorrendo a uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos.

A natureza desta investigação é indissociável de uma prática do investigador: os seus métodos, as técnicas, os objectivos e resultados alcançados estão intimamente ligados ao processo de transformação que se deu no próprio investigador. A preocupação de partida não foi descrever e caracterizar uma determinada realidade externa, posicionando-se o investigador no papel de espectador dessa realidade. A opção foi partir de uma determinada percepção da realidade e agir para a transformar. Na acção para a transformação da realidade num sentido desejável, desenvolveu-se conhecimento e compreensão da realidade e das suas possibilidades de transformação, e criou-se conhecimento prático e teórico sobre os processos da sua transformação.

A noção de realidade de que falamos não se limita a uma realidade exterior tomada pelo investigador como objecto de estudo. Um dos mais importantes factores

impulsionadores desta investigação foi a percepção, por parte do investigador, da sua própria realidade interna como sendo inadequada à sua condição de formador. A realidade de que aqui se fala compreende, pois, a realidade interna do investigador e a realidade externa. Esta investigação teve um carácter de profunda interacção entre a realidade interna do investigador e a realidade externa, de que se tornou parte integrante. O investigador foi observador da realidade exterior mas igualmente observador de si próprio. Como produtos da investigação são de salientar: a) a transformação da realidade externa; b) a transformação da realidade interna; c) conhecimento prático (*saber fazer*) sobre os processos de transformação da realidade externa; d) conhecimento teórico sobre os processos de transformação da realidade externa; e) conhecimento prático e teórico sobre os processos de transformação da realidade interna.

Esta investigação tem em grande parte o carácter de uma história de vida, em que o teórico enfrentou os desafios da prática tornando-se um prático, desenvolvendo competências para a prática e submetendo a teoria à prova da prática. E como prático reelaborou a teoria, evoluindo do perfil de teórico sem confiança na própria teoria para uma abordagem da teoria mais crítica, reflexiva e convicta, porque permanentemente referenciada à prática. Esta abordagem, diz-nos a experiência, permite aos práticos reconhecerem maior relevância à teoria com vista à prática.

Estas considerações colocam-nos no cerne da problemática dos tradicionais antagonismos teoria/prática e investigação/acção, formulados pelo filósofo John Dewey. A vulgar recomendação de “diálogo” entre formadores e/ou investigadores (teóricos) e professores (práticos) não parece, à luz desta história de vida, a via mais frutuosa quanto ao desiderato de superação de tais antagonismos. Não chega a haver realmente diálogo se o mundo experiencial e ideacional dos teóricos e práticos não

tiverem importantes áreas de intersecção. É isso que se passa quando os formadores/investigadores não têm qualquer experiência de sujeição das suas propostas teóricas à prova da prática, levada a cabo por eles próprios, por outras palavras, quando não têm qualquer experiência de ensino em contexto semelhante àquele a que se destinam os professores. A disjunção entre o mundo experiencial e ideacional de uns e outros torna-se completa quando os formadores/investigadores, por razões de insegurança face aos problemas práticos de ensino-aprendizagem, cultivam a inacessibilidade por via da acentuação do carácter esotérico dos seus saberes. O resultado é uma espiral de esoterismo-irrelevância-sentimento de abandono por parte dos professores.

O contributo fundamental para a superação do antagonismo teoria/prática parece-nos estar na superação desse antagonismo na própria pessoa do académico. O *saber fazer* como formador é enformado pela teoria, mas carece igualmente de estar impregnado pelo *saber fazer* como professor. É a experiência de ensino do formador que: a) lhe permite testar a validade da sua perspectiva teórica quanto ao ensino-aprendizagem e reconstruí-la; b) lhe confere a compreensão da mundividência do professor e das crianças; c) lhe possibilita o desenvolvimento do pensamento dialógico em contexto de formação; d) lhe desenvolve confiança e convicção na sua acção de formador. Em síntese, a experiência de ensino da disciplina curricular de que é especialista, nas escolas, de forma intermitente ao longo da carreira, é do nosso ponto de vista uma importante estratégia de formação dos formadores. Do que se trata afinal é da necessidade de uma permanente interacção entre realidade interna do formador e a sua realidade externa, potenciando-se uma frutuosa transformação mútua, ao invés da esterilidade de duas realidades estanques e estagnadas.



Esta perspectiva comporta algumas consequências quanto à forma de abordagem dos processos de ensino-aprendizagem e da correspondente formação de professores. Ao sugerirmos que a experiência de ensino de uma disciplina no nível de ensino a que se destinam os formandos, é uma importante estratégia de formação de formadores, sugerimos igualmente contrariar-se uma abordagem excessivamente polarizada em torno da noção de processos gerais de ensino-aprendizagem e de uma teoria geral de formação de professores.

Se a abordagem dos processos de ensino-aprendizagem se fica pela generalidade, ficará sempre a cargo do formando, no exercício futuro da sua profissão, fazer a operacionalização de enunciados abstractos ao ensino da disciplina curricular que tem a seu cargo. Trata-se de uma tarefa de êxito muito duvidoso, que tem levado muitos jovens professores a afirmarem que a teoria das disciplinas de Ciências da Educação são para esquecer e que ao dar-se início à prática é preciso começar tudo de novo.<sup>1</sup>

Comentário [L1]:

Esta perspectiva quanto aos processos de ensino-aprendizagem tem como correlato a polarização em torno de uma teoria geral de formação de professores, que dificilmente incorpora a especificidade própria da formação de professores para diferentes disciplinas curriculares. É notório que quem tem visibilidade como especialista da formação de professores não são estudiosos dos processos de ensino-aprendizagem desta ou daquela disciplina curricular, mas antes especialistas em problemas de macro-educação cujo entendimento do que é um modelo de formação se resume ao modo de distribuição e organização dos tempos curriculares das várias

---

<sup>1</sup> É bem sugestiva a reflexão de uma estagiária, suscitada pela prática pedagógica de fim de curso, acerca do que fora o seu processo de formação: *À força de nos falarem dos problemas da criança, do complexo de Édipo, etc, transmitiram-nos a impressão de que o contacto com as crianças é de certo modo perigoso. Penso nisto, porque muitas vezes sinto-me paralisada a pensar nas consequências que podem ter os meus actos, se agi correcta ou incorrectamente nesta ou naquela situação...*

disciplinas ao longo do curso<sup>1</sup> ficando na sombra a discussão e estudo do que se faz realmente nos tempos curriculares dedicados à formação para o ensino de uma determinada disciplina. Também neste caso, os enunciados gerais sobre formação de professores servem de muito a quem tem que promover o desenvolvimento de competências para o ensino de uma disciplina curricular. O que é que há numa teoria geral, que seja efectivamente relevante, simultaneamente para um formador em Ciências Experimentais e outro em Língua Estrangeira?

Como resultado da hegemonia desta perspectiva macro-educativa na abordagem dos problemas da educação, os domínios de formação que avultam como relevantes e têm o reconhecimento de domínios de formação especializada andam em torno das palavras-chave *gestão, administração, coordenação, animação e supervisão*. Do ponto de vista do investigador, trata-se de uma abordagem que não identifica os mais graves problemas com que o nosso sistema educativo se defronta e, conseqüentemente, não equaciona as estratégias adequadas para lhes fazer face<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> É disso exemplo o facto de no recente Seminário *20 Anos a Formar Professores*, realizado na Universidade do Minho, em Janeiro de 1996, a discussão que mais polarizou as atenções foi o Modelo Integrado de formação, cuja essência gira em torno da justaposição sincrónico-diacrónica das disciplinas de Ciências da Educação e das disciplinas de Especialidade.

<sup>2</sup> A este propósito são bem elucidativos o projecto de portaria *regime jurídico da formação especializada de professores* e o projecto de decreto lei *regime jurídico da formação contínua de professores*, apresentados para discussão em Junho de 1996. No primeiro são designadas como áreas de formação especializada, para além da *Educação Especial*, a *Administração Escolar*, a *Educação Permanente e Animação Comunitária*, a *Orientação Educativa*, a *Gestão Curricular*, a *Supervisão Pedagógica e Formação de Formadores*, a *Gestão e Animação da Formação* e a *Comunicação Educacional e Gestão da Informação*. Na caracterização das funções dos detentores de tais formações especializadas avultam as seguintes palavras chave: *gestão, administração, supervisão, coordenação e animação*. Estão ausentes como áreas de formação especializada o ensino das diferentes disciplinas curriculares. *O professor, o aluno, a sala de aula* estão ausentes, figurando como destinatários da formação especializada a *escola*, e o *sistema educativo*. Está ausente a noção de *docência*, mas figura abundantemente a noção de *cargo*. Prevê o *regime jurídico da formação contínua* na alínea c) artigo 3º *O aperfeiçoamento das competências profissionais e pedagógicas dos docentes em domínios metodológicos e didácticos específicos*. Mas não terão que ser os formadores detentores de formação especializada? Então a resposta e este objectivo da formação contínua será dado por gestores, supervisores, coordenadores, administradores e animadores. Não há nesta regulamentação um efectivo estímulo e incentivo à qualidade da função docente que inequivocamente se exerce em disciplinas curriculares específicas. Vivemos num país com 13 % de analfabetos literais, com uma muito mais elevada taxa de analfabetos funcionais, com um ensino no 1º ciclo de lápis e papel como há 30/40 anos, em que o ensino experimental das Ciências praticamente não existe nos níveis básico e secundário, em que as crianças e jovens têm horror à Matemática, em que há alunos universitários futuros professores do 1º ciclo que não conseguem escrever uma proposição sem erros ortográficos e com uma estrutura

Há aqui um problema de método quanto ao desenvolvimento de uma teoria geral de formação de professores. Importa considerar que o processo de experimentação de uma perspectiva teórica de ensino-aprendizagem e de formação de professores não pode deixar de ser contextualizado a domínios curriculares específicos. Assim, não havendo campo de experimentação de teorias desligadas dos domínios curriculares, a abordagem da problemática da formação de professores na generalidade tende à cristalização, crescente perda de relevância e de actualidade de tais teorias gerais. Consequentemente o método de dedução, a partir de princípios gerais, de aplicações para os domínios particulares de formação, torna-se pouco fecundo ou mesmo estéril. Na realidade actual, acentua-se cada vez mais a tendência de aqueles que se dedicam à formação de professores nos domínios curriculares específicos olharem a abundante peroração dos generalistas sobre formação de professores como algo completamente estranho, em resultado da ausência de contributos relevantes susceptíveis de aplicação nos domínios de actividade a que se dedicam.

Em alternativa afigura-se-nos mais sustentável, e uma perspectiva mais produtiva e fecunda, o entendimento de uma teoria geral de formação de professores com o carácter de uma meta-teoria construída a partir dos resultados e elaborações teóricas dos diferentes domínios particulares de formação de professores. Isto supõe então uma deslocação da ênfase e maior visibilidade para o estudo da formação de professores por disciplinas/áreas curriculares, sendo previsível por essa via uma maior produção de conhecimento nos domínios particulares, e o desenvolvimento de meta-teorias de natureza transversal que assumem especial relevância para a formação de professores do 1º ciclo.

---

sintáctica correcta, e apresentam níveis de conhecimentos em Ciências e Matemática abaixo dos que vão ser chamados a ensinar às crianças. Porém, fazer face a tais problemas, entre outros, parece ser

## 4. RECOMENDAÇÕES

### 4.1. Recomendações de ordem geral

Ao longo desta investigação, o compromisso prioritário do investigador não foi com a Ciência, mas antes com a Educação das crianças. Ao longo de cerca de 6 anos, tivemos a oportunidade de constatar que as escolas do 1º ciclo de hoje oferecem as mesmas condições de ensino que as escolas frequentadas pelo investigador há mais de 30 anos. Igualmente se constata que as práticas não sofreram grandes alterações: o livro, lápis e papel (em substituição da lousa de outros tempos) continuam a ser os materiais didáticos praticamente exclusivos. As crianças raramente vêem uma balança e massas marcadas quando lhes são ensinadas as unidades de massa; raramente vêem a medida de litro e seus submúltiplos quando estas noções lhes são ensinadas; aprendem mecanicamente a andar com vírgulas para esquerda e para a direita, sem nunca terem realizado a experiência de transvasarem uma medida de decilitro cheio de água para dentro de uma medida de litro e assim constatarem experimentalmente que 1 litro é equivalente a 10 decilitros. É um sinal bem evidente da paragem no tempo o facto de em algumas escolas o investigador ter encontrado medidas de volume correspondentes à “canada” e ao “quarteirão” que hoje estão completamente em desuso, sem que entretanto outras existissem. E como não podia deixar de ser, neste panorama de imobilismo, a abordagem que é feita às Ciências da Natureza, 23 anos após a sua inclusão no programa do 1º ciclo, apesar das recomendações e orientações de natureza construtivista e experimental, resume-se à memorização de alguns termos científicos por parte dos alunos. Em síntese, o ensino

---

apenas uma questão de *gestão, administração, supervisão, coordenação e animação.*

que de uma maneira geral se pratica no 1º ciclo do ensino básico está cientificamente ultrapassado, ignorando por completo o grande incremento verificado desde a década de 60 em termos de conhecimento e compreensão acerca do que é a aprendizagem e o desenvolvimento da criança, apesar de toda a moderna retórica que se respira nos conclave educacionais.

Um dos factores que inequivocamente tem contribuído para esta situação é a falta de investimento político neste nível de escolaridade ao longo de várias décadas. E essa falta de investimento tem contribuído para a ausência de uma consciência social que reconheça a importância que a educação das crianças efectivamente justifica. A ausência de uma tal consciência atravessa toda a sociedade: pais, professores, comunidade educacional em geral, poder político, os média e está presente no seio das próprias instituições de formação de professores do 1º ciclo. Considerando o poder que os média dispõem de mobilizar as atenções quer da opinião pública quer do poder político para as questões a que decidem dar relevo, impõe-se que as pessoas e entidades genuinamente preocupadas com a negligência de décadas a que se encontra votado o 1º ciclo encontrem formas de atrair a atenção dos meios de comunicação social para esta situação.

A recomendação de ordem geral que este panorama justifica é que se proceda a um sério reinvestimento político neste nível de ensino em duas direcções fundamentais: condições de ensino nas escolas que possibilitem aprendizagens por via de manipulações e experimentação e formação de professores, inicial e contínua.

Face à complexidade da função de professor de 1º ciclo justifica-se plenamente que os cursos de formação inicial passem a ter o carácter de licenciatura. Todavia, uma formação adequada, antes de quantidade é uma questão de qualidade. É desejável que os novos professores saídos das instituições de formação sejam um

factor de renovação do sistema. Porém, o modelo de formação adoptado pela generalidade das instituições de formação, de que o investigador tem experiência quer como docente quer como super-visor, não permite vislumbrar que tal renovação se venha verificando. Com efeito, na fase de prática pedagógica de final de curso, os estagiários inseguros e ansiosos, com uma ligação muito ténue à instituição de formação, sujeitos a dar cumprimento a uma calendarização das matérias fixada pelo professor cooperante, dificilmente podem deixar de adoptar como modelo único o professor cooperante. Por muito criteriosa que seja a selecção dos professores cooperantes, tais circunstâncias favorecem a reprodução de práticas instaladas nas escolas. Impõe-se que as instituições de formação encontrem formas de assegurar um maior controlo do processo de estágio pedagógico, fase crucial da construção do perfil do novo professor, sob pena de toda uma filosofia de formação, caso a instituição a tenha, sucumbir por via de um processo de socialização em práticas conservadoras e ultrapassadas..

#### **4.2. Recomendações relativas a uma estratégia de implementação das Ciências no 1º ciclo e investigação para o futuro**

Provavelmente nem dentro de uma década haverá a adopção de uma política firmemente orientada para que os conteúdos e orientações do programa do 1º ciclo respeitantes às Ciências da Natureza tenham expressão na prática dos professores. A par de outras condições, há uma primeira e de fundamental importância que continuará a estar ausente: a falta de convicção quanto à importância educativa das Ciências da Natureza neste nível de escolaridade. Do ponto de vista do investigador, para além de todas as razões já amplamente apresentadas, há uma razão acrescida para

um esforço e sério empenhamento em que seja dada às crianças a oportunidade de *fazer Ciência* segundo uma perspectiva de construção pessoal e social do conhecimento: as Ciências da Natureza são um terreno privilegiado para desencadear o movimento de renovação de que o ensino no 1º ciclo está profundamente carecido.

A inovação é um processo lento que não se pode confundir com a rápida e superficial adesão a uma qualquer moda passageira. Por outro lado a inovação não se processa por decreto que imponha de forma coerciva os professores a fazerem aquilo que não sabem fazer e de cujo valor não estão convencidos. No actual estágio acreditamos que a estratégia para desencadear o movimento de mudança passa pela criação de exemplos de Ciência nas escolas do 1º ciclo, nos lugares em que se possam congregiar vontades, conhecimento e o saber fazer necessários. Esses exemplos que, a afirmarem-se como referência a seguir, poderão contribuir para ganhar a adesão dos professores e influenciar as políticas.

É com essa finalidade que o investigador tenciona empenhar-se em constituir uma equipa capaz de levar a cabo um projecto de investigação-acção cuja meta será a criação, no prazo de 5 anos, de uma rede de escolas do 1º ciclo a fazer Ciência experimental de forma regular, e de que resulte a formulação de uma proposta de estratégia de implementação das Ciências no 1º ciclo a nível nacional. A viabilidade de tal projecto depende dos apoios políticos, institucionais e financeiros que conseguir angariar e dos recursos humanos que forem disponibilizados.

O projecto terá como eixo fundamental a formação de professores para a educação científica, orientada no sentido do desenvolvimento de competências em subordinação a uma clara definição de objectivos de aprendizagem dos alunos.

*(...) a formação do professor constitui o factor chave que determina a qualidade da educação científica que a escola pode proporcionar. Os novos*

*materiais, por muito atractivos que sejam, por muito bem apoiados que estejam na teoria psicológica, por muito detalhados e sustentáveis que se considerem, jamais poderão ser eficazes se os professores não estão preparados para os compreender e utilizar* (Harlen, 1983, pg 185)

A formação de professores do 1º ciclo para a educação científica revelou-se comprovadamente uma tarefa muito complexa e difícil em todos os países e, tendo sido o ponto de partida desta investigação, permanece para o investigador uma questão em aberto. Este projecto tem como razão acrescida essa motivação científica do investigador.

Prosseguindo na linha de recomendações quanto a investigações futuras, duas hipóteses, sugeridas por esta investigação, deveriam ser testadas. A sua relevância deriva do facto de uma vez comprovadas sustentarem a tese de um contributo das Ciências para a educação das crianças em sentido mais amplo.

Hipótese 1: o ensino das Ciências segundo uma perspectiva de desenvolvimento de competências de investigação e desenvolvimento da qualidade do pensamento, como construção pessoal e social do conhecimento, promove as competências de comunicação oral e escrita.

Hipótese2: o ensino das Ciências segundo uma perspectiva de desenvolvimento de competências de investigação e desenvolvimento da qualidade do pensamento, como construção pessoal e social do conhecimento, promove uma melhor compreensão significativa das operações de cálculo.

Ao longo da investigação teve o investigador forte evidência empírica de que a comunicação oral esteve sempre presente, nas discussões e trocas de pontos de vista nos trabalhos de grupo, na comunicação dos resultados e conclusões do trabalho de grupo à turma, nas discussões de turma. A fluência em termos de oralidade é



indissociável do facto de os alunos falarem de vivências pessoalmente significativas proporcionadas pelas actividades de Ciências, que tiveram um efeito desinibidor em alunos mais tímidos e reservados. Por outro lado a escrita foi abundantemente utilizada, quer nos registos que os alunos faziam das suas observações e resultados obtidos nas suas investigações, quer como estratégia metacognitiva de desenvolvimento da qualidade do pensamento: a escrita foi um instrumento imprescindível no desenvolvimento das competências de investigação. São estes factos que sugerem a hipótese de que a intervenção levada a cabo terá desenvolvido competências de comunicação oral e escrita. A sua comprovação sustentaria a tese de que as Ciências da Natureza promovem competências no domínio da Língua Portuguesa.

Em sustentação da segunda hipótese refira-se o facto de termos verificado que muitos alunos, talvez a maioria da amostra experimental, sabendo embora aplicar o algoritmo das operações, em particular da multiplicação e da divisão, e resolver os exercícios estereotipados de aplicação de tais operações, não sabiam aplicar as mesmas operações nos problemas práticos de Ciências com que foram confrontados. Tornava-se necessária muita interacção de estímulo à reflexão e melhoria da qualidade do pensamento para que chegassem à compreensão da operação a aplicar. Foi notório que fizeram progressos assinaláveis à medida que os alunos desenvolviam o hábito de pensar sobre os problemas colocados. A comprovação desta hipótese sustentaria a tese de que as Ciências da Natureza melhoram a qualidade das aprendizagens no domínio da Matemática.

**BIBLIOGRAFIA**

- APU (1984); *Great Britain: Assessment of Performance Unit. Science Reports for Teachers, N° 4, Science Assessment Framework at Age 11*, HMSO, London.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. & HANESIAN, H.(1980); *Psicologia Educacional, Interamericana*, Rio de Janeiro.
- BARNES, D. (1976); *From Communication to Curriculum*, Harmondsworth: Penguin.
- BÁRRIOS, AMÁLIA (1986); *Para a Renovação do Ensino do Meio Físico e Social na Escola Primária - Ecologia, parte A*, DSPRI.
- BARROW, LLOYD H.(1987a); Status of Elementary Science Teacher Education in New England, *Science Education*, 71 ( 2 ): 229-237.
- BLUM, A. (1972) ; Towards a Rationale for Integrated Science Teaching, in Unesco, *New Trends In Integrated Science Teaching*, Vol II, 29-51.
- BIDDLE, J. & ANDERSON, DONALD S. (1989); Teoria, Metodos, Conocimiento y Investigación sobre la Enseñanza, in Wittrock, Merlin C. ; *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Ediciones Paidós, Barcelona.
- BOHM, DAVID; & PEAT, DAVID (1989); *Ciência, Ordem e Criatividade*, Gradiva, Lisboa.
- BROOK, A.(1989); Driver, R. & Johnston, K.; Learning Processes in Science: A Classroom Perspective, in Wellington, Jerry; *Skills and Processes in Science Education*, Routledg, London.
- BROWNE, NAIMA (1991); Science and Technology in the Early Years of Schooling: an Introduction, in Browne, Naima; *Science and Technolgy in the Early Years*; Open University Press, Bristol.
- BRYCE, T. G. K. et al (1987); *TAPS Report of the Project Phase 2 1983-86*, Jordan Hill College of Education, Edinburgh.
- BRUNER, J. S. (1960); *The Process of Education*, Harvard University Press, Cambridge.

- CAIN, SANDRA E. & EVANS, JACK M. (1984) ; *Sciencing - An Involvement Approach to Elementary Science Method*, Bell & Howel Company, Columbus.
- CARRÉ, CLIVE; & CARTER, DAVID (1990); Primary Teachers' Self-Perceptions concerning Implementation of the National Curriculum for Science in the UK, in *International Journal of Science Education*, 12 ( 4 ): 327-341.
- CARIN, ARTHUR A. & SUND, ROBERT B. (1989); *Teaching Science Through Discovery*, Merril Publishing Company, Columbus.
- CARR, WILFRED (1989); Paradigmas y Programas de Investigación en el Estúdio de la Enseñanza: una Perspectica Contemporanea, in Wittrock, Merlin C. ; *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Ediciones Paidos, Barcelona.
- CAVACO, M. H. (1985); *Trabalho de Campo - Renovação do Meio Físico e Social*, DSPRI.
- CAVENDISH, SUSAN et al (1990); *Observing Activities*, Paul Chapman Publishing Ltd, London. .
- CHALMERS, A. F. (1982); *What is this Thing called Science ?*; Open University Press, Milton Keynes.
- CLARK, CHRISTOPHER M. & PETERSON, PENELOPE L. (1989); Procesos de Pensamiento de los Docentes, in Wittrock, Merlin C. ; *La Investigación de la Enseñanza, III-Profesores y Alumnos*, Ediciones Paidos, Barcelona.
- COBLE, CHARLES R. & RICE, DALE R.( 1981); A Project to Promote Elementary Science in North Carolina, Part II, *School Science and Mathematics*, 81 ( 8 ): 148-156.
- COSGROVE, MARK & OSBORNE, ROGER (1991); Lesson Frameworks for Changing Children's Ideas, in Osborne, Roger & Freyberg, Peter, *Learning in Science - The Implicatios of Children's Science*, Heinemann, Hong Kong..
- COSTA, A. L. (1991); *Developing Minds*, Vol 1 e 2, Virginia.
- COSTA, NILZA, et al (1993); *Formação Inicial em Ciências de Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico*, Projecto da JNICT, Universidade de Aveiro.

CROCKER, ROBERT K. (1984); Determinants of Implementation of an Elementary Science Program, *Journal of Research in Science Teaching*, 21 ( 2 ): 211-220.

CRONBACH (1982); in Erickson, Frederick (1989); Métodos Cualitativos de Investigación Sobre la Enseñanza, in Wittrock, Merlin C. (Ed.); *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Ediciones Paidós, Barcelona.

DAMÁSIO, ANTÓNIO R. (1995); *O Erro de Descartes: Emoção, Razão e Cérebro Humano*, Publicações Europa-América, Mem Martins.

Department of Education and Science (1984); *Science Assessment Framework, Age 11. APU Science Reports for Teachers, N° 4*, London.

Department of Education and Science (1985); *Science 5-16: A Statement of Policy*, HMSO, London.

Departement of Education and Science (1989); *The Education Reform Act 1988: National Curriculum: Mathematics and Science Orders Under Section 4*, London.

Department of Education and Science (1989 ); *The Teaching and Learning of Science*, HMSO, London.

DEWEY, J. (1916); *Democracy and Education*, The Free Press, New York.

Direcção de Serviços do Ensino Primário ( não datado ); *A Meteorologia Escolar*, Formação Contínua de Professores, Documento n°26.

Direcção de Serviços do Ensino Primário ( não datado ); *Sugestões para Improvisação e Exploração de Material Didáctico*, Formação Contínua de Professores, Documento n°41.

Direcção de Serviços do Ensino Primário (não datado); *Ecologia*, Formação Contínua

Direcção de Serviços do Ensino Primário (1985); *Trabalho de Campo*.

Direcção de Serviços do Ensino Primário (1986); *Para um Ensino Criativo das Ciências na Escola Primária - Objectivos, Metodologia, Projectos, Actividades*.

Direcção de Serviços do Ensino Primário (1986); *Para a Renovação do Ensino do Meio Físico e Social na Escola Primária - Ecologia*, Parte A.

- Direcção de Serviços do Ensino Primário (1986); *Para a Renovação do Ensino do Meio Físico e Social na Escola Primária - Ecologia, Parte B.*
- DRIVER, R.(1975); The Name of the Game, in *School Science Review*, 56, 800-805.
- DRIVER, R.(1983); *The Pupil as a Scientist ?*,Open University Press, Milton Keynes.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. & TIBERGHIE, A.(1985); *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes,.
- DRIVER, R.; GUESNE, E. & TIBERGHIE, A.(1985); Children's Ideas and the Learning of Science, in Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A.; *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes,.
- DRIVER, R.; & EASLEY, J. (1978); Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescence Science Students, in *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- DUSCHL, RICHARD A. (1980); The Elementary Level Science Methods Course: Breeding Ground for an Apprehension Toward Science ? A Case Study, in *Journal of Research in Science Teaching*, 20 ( 8 ): 745-754.
- ELLIOTT, J. (1993); *El Cambio Educativo desde la Investigación -Acción*, Ediciones Morata, S. L., Madrid.
- ELSTGEEST, JOS (1984); The Teacher's Role and Implications for Training, in Harlen ed, *The Training of Primary Science Educators - A Workshop Approach*, UNESCO, Paris.
- EINHORN, H. & HOGARTH, R. (1986); Judging Probable Cause, in *Psychological Bulletin*, 99, 3-19.
- Elementary Science Study Series, Teacher's Guide* (1970); Mc Grow Hill-Book Company, New York.
- ERICKSON, G. L. (1979); Children Conceptions of Heat and Temperature, in *Science Education*, 63 ( 2 ): 221-230.
- ERICKSON, FREDERICK (1989); Métodos Cualitativos de Investigación Sobre la Enseñanza, in Wittrock, Merlin C. ed. ; *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Ediciones Paidós, Barcelona.
- ESTEVES, ANTÓNIO J. (1986); A Investigação-Accção, in Silva, Augusto S. & Pinto, José M. ed; *Metodologia das Ciências Sociais*,Edições Afrontamento, Porto.
- FAIRBROTHER, BOB (1989); Problems in the Assessment of Scientific Skills, in Jenkins, E. W.; *Skills and Processes in Science Education*, Routledg, London.

- FENSTERMACHER, GARY D. (1989); Três Aspectos de la Filosofía de la Investigación sobre la Enseñanza, in Wittrock, Merlin C. ed. ; *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Ediciones Paidós, Barcelona.
- FERREIRA, JOAQUIM M.(1988); *O Meio Físico no 1ºCiclo do Ensino Básico - Biologia*, Contraponto, Porto.
- FERREIRA, JOAQUIM M.(1988); *O Meio Físico no 1ºCiclo do Ensino Básico - Ecologia*, Contraponto, Porto.
- FERREIRA, JOAQUIM M.(1989); *O Meio Físico no 1ºCiclo do Ensino Básico - Geografia*, Contraponto, Porto.
- FERREIRA, JOAQUIM M.(1989); *O Meio Físico no 1ºCiclo do Ensino Básico - Geologia*, Contraponto, Porto.
- FINELY, FRED N.(1983); Science Processes, in *Journal of Research in Science Teaching*, 20, (1): 47-54.
- FINSON, KEVIN D. (1989); Assessment of a Pilot Program for Inservice Teachers, in *Science Education*, 73 ( 4 ): 419-431.
- FORMOSINHO, SEBASTIÃO J.(1988); *Nos Bastidores da Ciência*, Grádiva, Lisboa.
- FREYBERG, PETER; & OSBORNE, ROGER (1991); Assumptions about Teaching and Learning, in Osborne, Roger & Freyberg, Peter ed; *Learning in Science - The Implications of Children's Science*, Heinemann, Hong Kong.
- FUNK, JAMES H. et al (1982); *Learning Science Process Skills*, Kendall / Hunt Publishing Company, Iowa.
- GARRETT, R. M. (1987); Issues in Science Education: Problem Solving, Creativity and Originality; *International Journal of Science Education*, Vol 9, Nº 2, 125 -137.
- GARSON, YVONNE (1988); *Science in the Primary School*, Routledge, London.
- GARSON, YVONNE (1991); *Including Science in the Primary Curriculum - Strategies and Problems*, Comunicação apresentada no 2º Encontro de Didáticas e Metodologias de Ensino, Aveiro.
- GATES, RICHARD W. et al, (1987); Elementary Student Teacher's Perceptions of Science in Their Classrooms: 1985-86, in *School Science and Mathematics*, 87 (8): 633-644.
- Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP), ( 1990 ); *Níveis de Desempenho em Matemática e Ciências, Teste Piloto, População A*, Lisboa.
- GREGORY, R. L. (1973); *The Eye and the Brain: The Psychology of Seeing*, Wiedenfeld and Nicholson, London.

- GOETZ, J.P. & LECOMPTE, M. D. (1988); *Etnografía y Diseño Cualitativo en Investigación Educativa*, Ediciones Morata, S.A., Madrid.
- GILBERT, J.; OSBORNE, J.K. & FENSHAM, J. P. (1982); Children's Science and its Consequence for Teaching, in *Science Education*, 66 ( 4 ): 623-633.
- HALL, WILLIAM C. (1978); A Ciência Integrada, *Perspectivas* , Vol VIII, Nº1: 55-63.
- HALPERN, DIANE F.(1992); A Cognitive Approach to Improving Thinking Skills in Science and Mathematics, in Halpern, Diane F. ed ( 1992 ); *Enhancing Thinking Skills in the Sciences and Mathematics*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, London.
- HAMILTON (1983); in Shulman, S. Lee (1989 ); Paradigmas y Programas de Investigación en el Estudio de la Enseñanza: una Perspectiva Contemporánea, in Wittrock, Merlin C. ; *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Ediciones Paidós, Barcelona.
- HARLEN, WYNNE ed (1983); Informe Final de la Reunion de Expertos sobre la Incorporación de Ciencia y de Tecnología en el Currículo de la Escuela Primaria, in Harlen ed (1983), *Nuevas Tendencias de la Educación Científica en la Escuela Primaria*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- HARLEN, WYNNE (1983a); Preparación de Maestros: Introducción Editorial. In Harlen (Ed). *Nuevas Tendencias de la Educación Científica en la Escuela Primaria*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- HARLEN, WYNNE (1984a); Introduction, in Harlen (Ed). *The Training of Primary Science Educators - A Workshop Approach*, UNESCO, Paris.
- HARLEN, WYNNE (1984b); Learning and Teaching Primary Science: The Case for a Workshop Approach to Teacher Training. In Harlen (Ed). *The Training of Primary Science Educators - A Workshop Approach*, UNESCO, Paris.
- HARLEN, WYNNE (1984c); Planning, Running and Following Through a Workshop in England. In Harlen (Ed). *The Training of Primary Science Educators - A Workshop Approach*, UNESCO, Paris.
- HARLEN, WYNNE (1984d); Developing a Workshop Approach to In-Service Training in Indonesia. In Harlen (Ed). *The Training of Primary Science Educators - A Workshop Approach*, UNESCO, Paris.
- HARLEN, WYNNE et al (1988a); *Primary Science, Taking the Plung*, Heinemann Educational Books, London.
- HARLEN, WYNNE (1988b); *Teaching and Learning Primary Science*, Paul Chapman Publishing Ltd, London.

- HARLEN, WYNNE (1992); *The Teaching of Science*, David Fulton Publishers, London.
- HARTY, HAROLD et al (1984); Science Teaching Attitudes and Class Control Ideologies of Preservice Elementary Teachers with and without Early Field Experiences, in *Science Education*, 68 ( 1 ): 53-59.
- HARTY, HAROLD et al, (1989); Science Hands-on Teaching-Learning Activities of Elementary School Teachers, in *School Science and Mathematics*, 89 ( 6 ): 456-467.
- HEMPEL, C. G. (1965); *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Press, New York.
- HEMPEL, C. G.(1966); *Philosophy of Natural Science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- HEWSON, P.W. (1981); A Conceptual Change Approach to Learning Science, in *European Journal of Science Education*, 3, 383 - 396.
- HODSON, DEREK (1985); Philosophy of Science, Science and Science Education, in *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- HOCKEY, S.W. (1973); A Statistical Analysis of the Nuffield Physical Science Project Assessment, in *Physics Education*, 8 (5): 322-340.
- HOST, V. (1983); La Ciencia en las Escuelas Primarias de Francia, in *Nuevas Tendencias de la Educacion Científica en la Escuela Primaria*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- JAMES, ROBERT & HORD, SHIRLEY (1988); Implementing Elementary School Science Programs, in *School Science and Mathematics*, 88 (4): 315-334.
- JENKINS, E. W. (1989); Processes in Science Education - an Historical Perspective, in Jenkins, E. W.; *Skills and Processes in Science Education*, Routledge, London.
- JESUINO, JORGE C. (1986); O Método Experimental em Ciências Sociais, in Silva, Augusto S. & Pinto, José M. (Eds); *Metodologia das Ciências Sociais*, Edições Afrontamento, Porto.
- KAMERA, A. (1983); La Formación de Profesores Normalistas de Ciencia en Africa, in Harlen (Ed), *Nuevas Tendencias de la Educacion Científica en la Escuela Primária*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- KARPLUS, ROBERT (1978); O Ensino das Ciências aos Jovens Alunos, *Perspectivas* , 8 (1): 44-54.



- KELLY, GEORGE (1970); A Brief Introduction to Personal Construct Theory, in Bannister; D. (Ed); *Perspectives in Personal Construct Theory*, Academic Press Inc, London.
- KOBALLA, THOMAS R.(1986); Persuading Teachers to Reexamine the Innovative Elementary Science Programs of Yesterday: the Effect of Anecdotal Versus Data-Summary Communications, *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (5): 437-449.
- KOBALLA, THOMAS R. & CRAWLEY, F.E. (1985); The Influence of Attitude on Science Teaching and Learning, *School Science and Mathematics*, 85, 222-232.
- KRASILCHIK, MYRIAM (1983); La Enseñanza de Ciencia en las Escuelas Primarias en Brasil, in Harlen (Ed); *Nuevas Tendencias de la Educacion Científica en la Escuela Primaria*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- KUHN, DEANNA (1988); The Development of Scientific Thinking, in Kuhn, Deanna et al (Eds); *The Development of Scientific Thinking Skills*, Academic Press, Inc., London.
- KUHN, DEANNA.; AMSEL, ERIC, & O'LOUGHLIN, MICHAEL (1988); *The Development of Scientific Thinking Skills*, Academic Press, Inc., London.
- KHUN, T. S. (1970); *Structure of scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago.
- LOSEE, J. (1980); *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, Oxford University Press, Oxford.
- LUCAS, K. B. & DOOLEY, J. H. (1982); Student Teacher's Attitudes Toward Science and Science Teaching, in *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (9): 805-809.
- Manchester City Council Education Department (1988); *First Steps to Assessment in Science - National Science Curriculum in Action: Key Stage 1*.
- MARTIN, MAJORITY-DORE (1983); Tendencias Recientes en la Naturaleza del Currículo de los Programas y de los Materiales, in Harlen (Ed); *Nuevas Tendencias de la Educacion Científica en la Escuela Primária*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- MASON, CHERYL (1988); *A Collaborative Effort to Effectively evolve Pedagogical Content Knowledge in Preservice Science Teachers*, Paper presented at the Annual Meeting of National Association of Research in Science Teaching, Missouri.
- MAYER, RICHARD E. (1983); *Thinking, Problem Solving, Cognition*; W. H. Freeman and Company, New York.

- MAYER, RICHARD E. (1992); Teaching of Thinking Skills in the Science and Mathematics, in Halpern, Diane F. (Ed); *Enhancing Thinking Skills in the Sciences and Mathematics*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, London.
- MEDAWAR, P. B. (1969); *Induction and Intuition in Scientific Thought*, Methuen.
- MILLAR, ROBIN (1989); What is "Scientific Method" and can it be taught? in Wellington, Jerry (Eds); *Skills and Processes in Science Education*, Routledge, London.
- MILLAR, ROBIN; & DRIVER, ROSALIND (1987); Beyond Processes, *Studies in Science Education*, 14, 33 - 62.
- NAKAYAMA, G. (1988); *A Study of the Relationship Between Cognitive Styles and Integrated Science Process Skills*, Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Research in Science Teaching, Missouri.
- NOVAIS, A. & CRUZ, N. (1987); O Ensino das Ciências e o Desenvolvimento das Capacidades Metacognitivas. In M. Odete Valente et al (Eds.). *Aprender a pensar - Projecto Dianoia*, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa.
- NORRIS, STEPHAN P. (1985) ; The Philosophical Basis of Observation in Science and Science Education, in *Journal of Research in Science Teaching*, 22, (9): 817-833.
- NOVAK, J. (1981) *Teoria da Educação*, Biblioteca Pioneira das Ciências Sociais, S. Paulo.
- NUSSBAUM, JOSEPH (1985); The Particulate Nature of Matter in the Gaseous Phase, in Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A.(Eds); *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes.
- NUSSBAUM, J. & NOVICK, S. (1982); Alternative Frameworks, Conceptual Conflict and Accomodation: Toward a Principled Teaching Strategy, in *Instructional Science*, 11, 183-200.
- OSBORNE, ROGER & FREYBERG, PETER (1991); *Learning in Science - The Implications of Children's Science*, Heinemann, Hong Kong.
- OSBORNE, ROGER & FREYBERG, PETER (1991); Children's Science, in Osborne, R. & Freyber P. (Eds); *Learning in Science - The Implications of Children's Science*, Heinemann, Hong Kong.
- PERKINS, D. N. (1991); Creativity by Design. In Arthur L. Costa (Ed). *Developing Minds*, Vol 2, Virginia.
- PIAGET, J. & INHELDER, B.(1979); *A Psicologia da Criança: do Nascimento à Adolescência*, Moraes Editores, Lisboa.

- PIAGET, J. (1976); *Psicologia e Epistemologia*, Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- PIRES, MARIA BENEDITA (1986); *Para a Renovação do Ensino do Meio Físico e Social na Escola Primária - Ecologia, parte B*, DSPRI.
- POSNER, J. G. et al (1982); Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, in *Science Education*, 66 (2): 211-227.
- PARKER, SHEILA (1983); La Preparacion de Maestros para la Ciencia en la Escuela Primária, in Harlen (Ed); *Nuevas Tendencias de la Educacion Científica en la Escuela Primária*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- POPPER, KARL R.(1963); *Conjectures and Refutations*, Routledg & Kegan Paul, London.
- POPPER, KARL R. (1989); *Em Busca de um Mundo Melhor*, Editorial Fragmentos, Lda. Lisboa.
- POPPER, KARL R. (1992) ; *O Realismo e o Objectivo da Ciência*, Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- Pope, M. & Gilbert, J. (1983); Personal Experience and Construction of Knowledge Science, in *Science Education*, 67 ( 2 ): 193-203.
- Primary SPACE Project Research Report Series*, Liverpool University Press, 1990- (8 volumes).
- QUALTER, A. et al (1990); *Exploration: A Way of Learning Science*, Blackwell, Oxford.
- RENNER, J.(1980); The Power of Purpose, in *Science Education*, 61 (2): 245-253.
- RIGGS, IRIS M. & ENOCHS, LARRY G. (1990); Toward the Development of an Elementary Teacher's Science Teaching Efficacy Belief Instrument, in *Science Education*, 74 ( 6 ): 625-637.
- ROWEL, J. A.; & DAWSON, C. L. (1983); Laboratory Counter Examples and the Growth of Understanding in Science, in *European Journal of Science Education*, 5 (2): 203-215.
- RUSSEL, T. & HARLEN, WYNNE (1990); *Practical Tasks*, Paul Chapman Publishing Ltd., London.
- RUSSEL, T. et al (1988); *Science at Age 11, A Review of APU Survey Findings 1980-1984*, HMSO, London.
- RUTHERFORD, F. J. (1987); The Character of Elementary School Science, in *Science and Children*, 24 (4): 8-11.

- SÁ, J. GOMES(1994); *Renovar as Práticas no 1º Ciclo pel Via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- SALEMA, HELENA (1987); Pensamento e escrita. In M. Odete Valente et al (Eds.). *Aprender a pensar - Projecto Dianoia*, Departamanto de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa.
- SANCHES, M. F. CHORÃO (1994); Aprendizagem Cooperativa: Resolução de Problemas em Contexto de Auto-Regulação, *Revista de Educação*, Vol IV, Nº 1/2, 31-42.
- SCHOLLUM, BRENDAN & OSBORNE, ROGER (1991); Relating the New to the Familiar, in *Learning in Science - The Implications of Children's Science*, Heinemann, Hong Kong.
- SCHÖN, DONALD A. (1992); Teaching and Learning as a Reflective Conversation. In Mesa, Lourdes M. & Jeremias, Jose M. (Eds). *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado*, Toxculo Edicions, Santiago de Compostela.
- Science A Process Approach II, Program Guide* (1976); Xerox Education Division, New York.
- Science Curriculum Improvement Study Series, Teacher's Guide* (1974); Rand McNally & Company, Chicago.
- Science 5/13 Series, Teacher's Guides*, MacDonald Educational, 1972 ( 26 volumes ).
- Scottish Education Department (1969); *Curriculum Paper 7 Science for General Education*, H.M.S.O.; Edinburgh.
- SHAW, TERRY J. (1983) ; The Effect of a Process Oriented Science Curriculum upon Problem Solving Ability. *Science Education*, 67 (5): 615-623.
- SHULMAN, S. LEE (1989); Paradigmas y Programas de Investigación en el Estúdio de la Enseñanza: una Perspectica Contemporanea. In Wittrock, Merlin C. (Ed); *La Investigación de la Enseñanza, II - Métodos Cualitativos y de Observación*, Barcelona: Ediciones Paidós.
- SIMON, HERBART A. (1981); *As Ciências do Artificial*, Arménio Amado, Lisboa.
- SKON, L., JOHONSON, D. e JOHONSON, L. (1981); Cooperative peer interaction versus individual competition and individualistic efforts: Effects on the acquisition of cognitive reasoning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 73, 83-92.
- SLAVIN, R.E. (1981); Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 38, 655-659.

- SLAVIN, R.E. (1981); Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 48, 71-82.
- SMITH, KATHELEEN, & WELLIVER, PAUL W. (não datado ); *The Development of a Science Process Assessment for Fourth-Grade Students*, Pennsylvania.
- SUMMERS, M. (1989); *Some Primary Teacher's Understanding of the Concepts of Force and Gravity*, Project Paper N° 2, Department of Education Studies, Primary School Teachers and Science Project, Oxford.
- STRAWITZ, BARBARA M. & MALONE, MARK, R. (1987); Preservice Teacher's Acquisition and Retention of Integrated Science Process Skills: A Comparison of Teacher-Directed and Self Instructional Strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (1):53-60.
- STERNBERG, ROBERT J.(1987); O Pensamento Crítico: Sua Natureza, Medida e Aperfeiçoamento. In Valente, M.O. et al (Eds); *Aprender a Pensar - Projecto Dianoia*, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- STODOLSKY, S. S. (1984); Instructional Process in Peer Work-Groups. In P. L. Peterson, L. C. Wilkinson & M. Halliman (Eds) (1984); *The Social Context of Instruction Group Organization and Group Processes*, Academic Press, Inc., 107-124.
- TALTON, E. LYNN et al (1987); *Assessing Science Process Skills*, Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Washington.
- TAMIR, P. & LUNETTA, V. N. (1981); Inquiry - Related Tasks in High School Science Laboratory Hand-Books. *Science Education*, 65, 477-484.
- TASKER, ROSS & FREYBERG, PETER (1991); Facing the Mismatches in the Classroom. In Osborne, R. & Freyber, P. (Eds); *Learning in Science - The Implications of Children's Science*, Heinemann, Hong Kong.
- TAWNEY, D. A. (1974); The Nature of Science and Scientific Inquiry. In Sutton, C. R. and Heysom, J.T. (Eds); *The Art of Science Teacher*, McGraw Hill, 19- 29, London.
- THOMAS, NORMAN (1980); The Primary Curriculum: Survey Findings and Implications, in *Primary Education*, A. and C. Black, London.
- TILGNER, PEGGY J. (1990); Avoiding Science in the Elementary School, in *Science Education*, 74 (4): 421-431.
- TUCKMAN, BRUCE W. (1978); *Conducting Educational Research*, Harcourt Brace Jovanovich, Inc, New York.
- Teaching Primary Science Series, Teacher's Guides* (1976); Macdonald Educational.

- TOBIN, KENNETH; BRISCOE, CAROL & HOLMAN, JERE R. (1990); Overcoming Constraints to Effective Elementary Science Teaching, in *Science Education*, 74 (4): 409-420.
- TOURAINÉ, A. (1984); *Le Retour de l'Acteur*, Seuil. Paris.
- TROTTER, A. W. (1978); Project Work in Physics Education. In J.G. Jones & J.L. Lewis (Eds); *The Role of the Laboratory in Physics Education*, ICPE, Malvern.
- WELLINGTON, JERRY (1989); Skills and Processes in Science: an Introduction. In Wellington, Jerry (Ed); *Skills and Processes in Science Education*, Routledge, London.
- WESTERBACK, MARY E. (1982); Studies on Attitude Toward Teaching Science and Anxiety about Teaching Science in Preservice Elementary Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (7):603- 616.
- WOOLNOUGH, BRIAN E. (1989); Towards a Holistic View of Processes in Science Education. In Wellington, Jerry (Ed); *Skills and Processes in Science Education*, Routledge, London.
- WILSON, JOHN T. & NEUBAUER, IRENE C. (1990); A Comparison of Teacher Roles in Three Exemplary Hands-on Elementary Science Programs. *Science Education*, 74 (1): 69-85.
- WINOCUR, S. LEE; (1991) Classroom Observation Checklist. In Costa, A. L. (Ed) ; *Developing Minds*, Vol 1.
- YAGER, ROBERT E. & MCCORMACK, ALAN J. (1989); Assessing Teaching/Learning Successes in Multiple Domains of Science and Science Education, in *Science Education*, 73 (1 ): 45-58.
- YOUNG, BEVERLY L. (1983); La Selección de Procesos, Contenidos y Conceptos y su Relación con los Métodos de Enseñanza. In Harlen (Ed); *Nuevas Tendencias de la Educación Científica en la Escuela Primaria*, Vol I, UNESCO, Montevideo.
- VALENTE, M. ODETE (1986); *Para um Ensino Criativo das Ciências na Escola Primária*, DSPRI.
- VALENTE, M. ODETE, et al (1987); *Aprender a Pensar*, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- VALENTE, M. ODETE, et al (1989); A Metacognição, in *Revista de Educação*, 1 (3): 47-51.

- VALENTE, M. ODETE, et al (1991); *Programas para Aprender a Pensar*, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- VAZQUEZ, J. M. GUTIÉRREZ (1984); Change in Science Education: The Social, Political and Cultural Context. In Harlen (Ed), *The Training of Primary Science Educators - A Workshop Approach*, UNESCO, Paris.
- ZABALZA, M.A. (1994); *Diários de Aula*, Porto Editora, Porto.
- ZA' ROUR, GEORGE (1983); Definiendo las Habilidades de la Enseñanza de Ciencia en la Escuela Primaria. In Harlen (Ed); *Nuevas Tendencias de la Educacion Científica en la Escuela Primaria*, Vol I, UNESCO, Montevideo.