

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

Joaquim Gomes de Sá

**Instituto de Estudos da Criança
UNIVERSIDADE DO MINHO**

CAPÍTULO I

O PROBLEMA

1. MOTIVAÇÕES PARA ESTE ESTUDO

Depois de em 1975 terem sido introduzidos tópicos de Ciências, no programa do ensino primário, com a inclusão da área curricular de Meio Físico e Social - sem que isso tenha dado lugar a substanciais modificações nas práticas dos professores - a atribuição, em meados da década de 80, da formação dos professores do 1º ciclo a instituições de Ensino Superior, Escolas Superiores de Educação e Universidades, teria sido, aparentemente, a decisão política de maior relevância do ponto de vista das necessidades de uma efectiva educação científica no 1º ciclo. É no contexto desta decisão que o investigador começa por ser docente da Escola Superior de Educação de Coimbra e em seguida docente do então CIPO da Universidade do Minho.

Esta decisão política é um facto novo no âmbito da problemática do ensino das Ciências no nosso país, porque pela primeira vez a formação para o ensino das Ciências dos professores do 1º ciclo está a cargo de instituições vocacionadas não só para a docência mas igualmente para a investigação, conforme o artigo 11º, nº 2 da Lei de Bases do Sistema Educativo. Pelo menos do ponto de vista institucional, o ensino das Ciência no 1º ciclo adquire o estatuto de área problemática de investigação universitária (note-se que os graus académicos de Mestrado e Doutoramento a serem atribuídos a docentes das ESEs, são necessariamente concedidos por Universidades) no nosso sistema educativo. Neste contexto a questão que se levanta é seguinte:

- Estavam e estarão hoje as Escolas Superiores de Educação em boas condições de promover uma adequada formação inicial para o ensino das Ciências no

1º ciclo, considerando o facto de os seus docentes de Ciências serem quase exclusivamente ex-professores do Ensino Secundário e do 2º ciclo?

A pertinência desta questão prende-se com o facto de se verificarem cumulativamente duas circunstâncias: a) por uma lado, tais docentes não têm em geral um conhecimento empírico dos contextos educativos do 1º ciclo; e b) por outro lado, trazem uma concepção e uma experiência de ensino das Ciências muito pouco adequada ao tipo de abordagem das Ciências no 1º ciclo que hoje é preconizada pela comunidade científica internacional. Qualquer uma destas limitações foi sentida com bastante intensidade pelo investigador.

A mesma questão se coloca em relação às Universidades, sendo de sublinhar nestas instituições alguns condicionalismos específicos, não facilitadores das melhores soluções em termos de uma formação com vista à educação científica no 1º ciclo:

a) Na tradição universitária portuguesa há uma muito reduzida expressão a consideração, ao nível da formação, das atitudes, sentimentos, expectativas e estados cognitivos dos formandos. Não são pois valorizados, no processo de formação/educação, as interpretações de significados dos actores em presença, segundo a terminologia de Erickson (1989), não havendo lugar para a cognição do aluno se constituir como mediadora do ensino (Shulman, 1989). Abordada esta questão na perspectiva dos futuros professores do 1º ciclo resulta ignorar-se, no processo de formação, a importância de uma cognição docente (Clark & Peterson, 1989) relativamente às Ciências como determinante do tipo de ensino das Ciências que virá a ser promovido.

As Ciências da Natureza no 1º ciclo do Ensino Básico, só têm justificação por via de uma abordagem que potencie o seu contributo para o desenvolvimento global da criança, na consideração dos abundantes conhecimentos hoje existentes no domínio da Psicologia Cognitiva e da Aprendizagem dessa faixa etária, que em grande parte têm estado ausentes na formação dos professores de Ciências destinados a outros níveis de ensino. A consideração, por parte dos formadores, da cognição das crianças

na perspectiva da promoção, nos futuros professores, de uma educação científica adequada, confere ao problema do ensino das Ciências no 1º ciclo a natureza de um problema completamente novo, que requer a produção de novo conhecimento, e como tal deve ser encarado. A reprodução, ao nível da formação de professores do 1º ciclo, de práticas de formação de professores de Ciências para outros níveis de ensino, já instaladas, é iludir o problema.

b) Há na Universidade uma subcultura que tacitamente resiste a reconhecer um estatuto académico com dignidade universitária à problemática da formação e investigação da educação científica no 1º ciclo. Desse facto resulta como consequência a falta de estímulo a que os docentes/investigadores façam carreira estudando essa problemática e aperfeiçoando a sua docência como formadores. Daí existir uma formação incipiente para a educação científica no 1º ciclo e, conseqüentemente, a perpetuação da incongruência entre os enunciados programáticos e a prática dos professores em matéria de Ciências da Natureza.

c) O ataque a um novo problema no sistema educativo português - o ensino das Ciências no 1º ciclo - requer comunicação, debate e cooperação entre diferentes saberes, criatividade e capacidade de inovação e uma atitude de seriedade intelectual em contribuir para a sua resolução. Ora, frequentemente tem-se o sentimento de que a estrutura, modo de funcionamento e cultura de poder no interior das instituições não favorecem nem a comunicação, nem a criatividade, nem a genuína paixão e entusiasmo que, conforme sustenta Karl Popper (1989), é condição para que a investigação seja realmente fecunda e frutuosa.

A excessiva segmentação e estratificação da instituição universitária facilmente pervertem o diálogo científico em meras relações de poder. A natureza de tais relações de poder penaliza a independência intelectual e os caminhos da diferença, promovendo a cultura da reprodução de temas e métodos de investigação, que pôr vezes degeneram em simulacros de investigação. A socialização na perspectiva burocrática da investigação - que a reduz a mero instrumento administrativo de ascensão na hierarquia - tende a perverter a sua natureza profunda

enquanto actividade humana movida pelo genuíno interesse por problemas estimulantes, capazes de fazer apelo a energias que de outro modo permanecem adormecidas.

Segundo Bohm e Peat (1989) *na verdade, torna-se difícil imaginar a investigação científica, no verdadeiro sentido da palavra, sem comunicação no interior de toda a comunidade científica (...)* (pg. 94). Estes autores apontam como obstáculos à desejável comunicação no seio das comunidades científicas a fragmentação provocada ora pela excessiva especialização, ora pela mútua exclusividade dos paradigmas. Aqui estamos falando da fragmentação provocada pela natureza e modo de funcionamento da instituição que dá abrigo às comunidades científicas. E a este propósito reconhecemos toda a pertinência à seguinte asserção dos autores:

Em boa verdade, esta análise da comunicação tem de ser levada à estrutura global das relações humanas. Por exemplo, o medo e a desconfiança podem ser gerados por linhas rígidas de autoridade, falta de segurança laboral e ansiedade no respeitante à posição e competição sociais. Todos estes factores contribuem para afogar os sentimentos de confiança mútua, boa vontade e amizade, tão necessários para a livre fruição e troca aberta de ideias (Bohm & Peat, 1989, pg. 96).

Feitas estas considerações quanto às limitações institucionais impostas aos caminhos da inovação, retomemos o percurso do investigador nos aspectos que suscitaram a identificação do problema em estudo. É a partir de 1987/88 que o investigador vem desempenhando funções docentes no CIFOP/CEFOPE/IEC da Universidade do Minho, ora na disciplina de Ciências da Natureza, ora na disciplina de Didáctica das Ciências da Natureza do curso de formação de professores do 1º ciclo. Nesse ano os dois docentes de Ciências da Natureza elaboraram um programa no pressuposto de que os alunos tinham conhecimentos científicos ao nível do 9º ano de escolaridade. Nessa proposta programática dava-se acolhimento a um vector de reforma curricular em desenvolvimento em países como os Estados Unidos, a França, a Inglaterra, a URSS, a Holanda e a Checoslováquia (Blum, 1973), que preconizava uma formação

científica integrada aos níveis elementar, secundário e mesmo superior, quando se trata de promover uma formação geral a pessoas que no futuro não virão a exercer profissões científicas. O referido programa estava pois estruturado em cinco tópicos integradores.

Tornou-se evidente nas primeiras aulas que o pressuposto de que os alunos tinham conhecimentos científicos ao nível do 9º ano, não se verificava de todo, não possuindo os alunos um *background* de conhecimentos que permitisse estabelecer a comunicação necessária. A experiência docente permitiu-nos sistematizar um conjunto de dificuldades, nomeadamente nos domínios da Física e Matemática, que longe de serem simples esquecimentos são lacunas conceptuais profundas. Porque se têm repetido de forma sistemática nas sucessivas levas de alunos que ingressam no curso formação de professores do 1º ciclo, e porque configuram um nível de conhecimentos abaixo do que é estimável como mínimo necessário para um razoável desempenho como professores do 1º ciclo, merecem aqui ser enunciadas:

- *Ausência da noção de proporcionalidade directa e indirecta.*
- *Dificuldades em representar graficamente uma função linear num sistema de eixos cartesianos.*
- *Dificuldades em ler e interpretar gráficos.*
- *Graves deficiências ou mesmo ausência dos conceitos de massa, peso, área, volume e densidade.*
- *Desconhecimento das unidades em que se exprimem tais grandezas, bem como das operações de conversão de múltiplos em submúltiplos e vice-versa.*
- *Desconhecimento do processo de cálculo das áreas e volume de sólidos regulares.*
- *Ausência da noção de cálculo do volume de um sólido irregular pelo deslocamento de um líquido.*
- *Ausência de distinção entre velocidade e aceleração, que se confundem numa única noção intuitiva, vaga e de contornos indefinidos.*
- *Ausência das noções de força, pressão, pressão atmosférica.*
- *Ausência dos conceitos de átomo, molécula e célula.*

- *Falhas elementares na hierarquia de complexidade crescente de organização da matéria.*

A par de tais dificuldades conceptuais, era por demais evidente a atitude de desagrado desses jovens ao constatarem que, quando já pensavam verem-se definitivamente livres das Ciências, voltam a confrontar-se novamente com esse fardo no curso superior que escolheram, muitos deles na suposição de que as Ciências da Natureza não estavam contempladas no seu currículo, ou lhes calhou em sorte. A maioria deles têm da sua experiência escolar passada, com as Ciências da Natureza, uma recordação de fracasso pessoal, muito difícil de apagar em favor de novas e agradáveis experiências nessa mesma disciplina. E não adiantava tecer considerações acerca da impreparação dos alunos, porque no ano seguinte e no outro e no outro, etc., era com alunos com estas características que tínhamos que promover uma formação tendo em vista a incorporação das Ciências da Natureza na sua prática pedagógica futura. Tomámos consciência de que a insistência num programa relativamente sofisticado de conceitos científicos seria complementemente contraproducente relativamente àquele objectivo. Se por um lado não se resolveriam as dificuldades conceptuais básicas, por outro lado conceitos mais sofisticados só de uma forma mecânica poderiam ser apreendidos. Os resultados previsíveis seriam os seguintes:

- o insucesso generalizado;
- o reforço da já negativa atitude para com as Ciências;
- uma percepção de falta de relação entre um tal curso de Ciências e as necessidades da prática pedagógica;
- o desenvolvimento de uma concepção de currículo do 1º ciclo em que as Ciências são um mero apêndice ou mesmo dispensáveis;
- o reforço da ideia de que as Ciências num currículo de professores do 1º ciclo é uma enorme maçada incompreensível e perfeitamente dispensável.

Naturalmente o programa de Ciências da Natureza inicialmente idealizado teve que ser abandonado, e assim se iniciou uma experiência profissional, cheia de

inquietações e interrogações que já dura há cerca de 6 anos. Os primeiros sentimentos que experimentámos, em face da enorme discrepância entre a expectativa que tínhamos quanto ao nível de formação científica desejável e a possível, dada a muito rudimentar educação científica que traziam os alunos bem como as suas atitudes relativamente às Ciências, foi de amargura, desencanto e grande insatisfação profissional. E um conjunto de questões foram surgindo na mente do investigador, umas simples dúvidas e hesitações, outras problemas a resolver:

- Será realmente importante promover-se a educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico?

- E a ser importante essa educação científica, em que se radica o seu interesse? No que as crianças aprendem no domínio estritamente científico, ou no que essa educação científica contribui para a educação da criança em sentido lato?

- Que tipo de formação, no âmbito das cadeiras de Ciências da Natureza e Didáctica das Ciências da Natureza, é a que melhor contribui para o objectivo de educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico, considerando que são estes alunos e não outros que temos como futuros professores desse nível de ensino?

- Como fazer passar a ideia de que esta problemática precisa ser pensada e investigada, com o reconhecimento de um estatuto universitário inequívoco?

A tradicional proposição segundo a qual *para se ensinar o que é preciso saber o que ensinar*, apresentou-se-nos como nunca como sendo uma abordagem simplista e manifestamente insuficiente para tão complexo problema. Porque aplicada ao contexto que estamos a tratar isso significaria que um professor do 1º ciclo para introduzir actividades científicas nas suas aulas, teria que dominar perfeitamente os conceitos científicos envolvidos em tais actividades. Isso implicaria pôr-se toda a ênfase numa formação centrada na aquisição de conceitos, o que não só não seria muito bem sucedido em si mesmo, como por outro lado, ao deixar de fora uma perspectiva metodológica para a prática pedagógica, deixaria os futuros professores desarmados para promoverem um efectiva educação científica no 1º ciclo. Sabemos

hoje que a compreensão do princípio de Arquimedes, por exemplo, é bastante difícil quer para alunos dos cursos de formação de professores do 1º ciclo, quer para os professores do 1º ciclo em geral que temos contactado. E no entanto os professores são capazes de promover nas suas turmas actividades relacionadas com aquele princípio, muito estimulantes para as crianças no plano intelectual, desde que tais actividades lhes sejam sugeridas. E é nesse processo de ensino-aprendizagem que adquirem superior interesse e motivação para compreenderem o citado princípio em toda a sua extensão e profundidade, o que naturalmente melhora o seu desempenho na exploração das potencialidades educativas de tais actividades.

O Mestrado em Ensino das Ciências da Natureza, frequentado pelo investigador, apesar do enorme esforço que lhe exigiu e a todos quantos o frequentaram, não deu substanciais contributos para qualquer daquelas questões. O contributo mais significativo para a problemática em questão, terá sido o de um acervo cultural nos domínios da Psicologia Cognitiva e da Aprendizagem, mas ficaram completamente por resolver duas questões essenciais: a) a construção de uma metodologia de educação científica no 1º ciclo enformada por uma tal cultura psicológica; b) uma formação do investigador para o desempenho das funções de formador de professores para a educação científica no 1º ciclo. Teria sido de enorme pertinência o estudo do percurso feito pelos países mais evoluídos nessa matéria, como a Inglaterra e os Estados Unidos, que desde a década de 60 fazem grande investimento na educação científica na escola primária. Conhecer as dificuldades que foram tendo, como as superaram, que meios e estratégias foram adoptadas, e em suma saber que políticas de educação científica na escola primária foram adoptadas nesses países, e que resultados produziram, teria sido um importante quadro de referência para que em Portugal se iniciasse uma política de educação científica nesse nível de ensino.

As questões relacionadas com o estatuto académico da formação de professores do 1º ciclo para a educação científica, assumiram uma particular acuidade porque a elas se

associam questões relacionadas com o estatuto profissional do investigador. Vendo-se compelido a ensinar conhecimentos científicos a alunos universitários ao nível do Ensino Básico e mesmo do 2º ciclo do Ensino Básico, não pôde o investigador deixar de se interrogar acerca do que distinguia a sua função da de um professor de Ciências do Ensino Básico ou do Ensino Secundário. O investigador teve mesmo a sensação, em dada altura, de que a função de professor de Física e Química do Ensino Secundário que havia desempenhado antes de ingressar na Universidade, requeria e tinha um superior nível de especialização do que a função então desempenhada na Universidade. Estes sentimentos eram naturalmente reforçados pela ideia dominante na Universidade, não explicitada mas facilmente perceptível na subcultura latente, de que ensinar Ciências a futuros professores do 1º ciclo era manifestamente uma actividade menor sem dignidade universitária. Tais sentimentos, dúvidas e interrogações assumiram mesmo o carácter de um problema de realização profissional. A tentativa da sua resolução colocou ao investigador um duplo desafio:

a) Encontrar respostas para as suas interrogações que lhe devolvessem a convicção fundamentada de ter uma actividade profissional com um nível de especialização compatível com o requerido por uma carreira universitária;

b) Contribuir para a criação de condições favoráveis ao efectivo reconhecimento, pela comunidade universitária, das problemáticas da educação científica no 1º ciclo, bem como da formação de professores do 1º ciclo para a educação científica.

Naturalmente começámos por estudar o que havia sido feito nos países mais evoluídos sobre a matéria, com particular incidência sobre o tipo de abordagem das Ciências a promover na escola primária, e os modelos e estratégias de formação a adoptar. Muito particularmente estava o investigador interessado em saber se as dificuldades que estava sentindo eram um caso específico e incontornável do contexto português, ou se pelo contrário problemas idênticos haviam sido enfrentados noutros países. Tratando-se deste último caso, seria imprescindível analisar como haviam sido abordados os problemas ?

Concluiu-se que no nosso país há apenas uma diferença de grau, relativamente a um problema que no essencial é da mesma natureza do que outros países enfrentaram, a saber, a necessidade de novas formas de abordagem no ensino-aprendizagem das Ciências, e novos modelos de formação, relativamente ao que era considerado para outros níveis de ensino. Dois factores determinam a natureza do problema: a) o facto de se tratar de promover a educação científica a um nível etário que por tradição se considerava intelectualmente inapto para o estudo das Ciências, e por isso ter-se como supérfluo um tal esforço do ponto de vista das necessidades educativas supostamente básicas e prioritárias; b) o facto de os professores destinados aos primeiros anos de escolaridade, bem como os candidatos a professores desse nível de ensino, serem recrutados de entre os jovens que nos seus estudos secundários revelam uma menor apetência para com as Ciências, logo baixos níveis de formação científica e elevada insegurança para com o ensino das Ciências.

Partindo do pressuposto de que, em qualquer processo de formação, a variável de entrada condiciona a variável de saída, começámos por nos preocupar em atender às dificuldades conceptuais básicas dos alunos. E ao nível da disciplina de Didáctica de Ciências da Natureza, foram sendo incorporados conceitos e experiências de formação de outros países, sujeitos naturalmente às adaptações que entendíamos ser necessárias. A nossa experiência e permanente problematização da mesma fez-nos evoluir para a convicção de que - tendo em conta o muito baixo nível de formação científica, a atitude negativa e um baixo nível motivacional para o seu estudo, a par de uma representação que atribui às Ciências algo de acessório ou mesmo dispensável no 1º ciclo - a separação estanque entre a disciplina de Ciências da Natureza no 1º ano e a Didáctica das Ciências da Natureza no 2º ano, não é o modelo de formação que melhor potencia uma preparação para a educação científica das crianças do 1º ciclo. Esta ideia, que surgiu no processo de reflexão suscitada pelos problemas enfrentados pelo investigador nos primeiros tempos de formador, não parece ser específica do contexto português. Com efeito no *Informe Final da Reunião de Especialistas sobre a*

Incorporação da Ciência e Tecnologia no Currículo da Escola Primária publicado em 1983 afirma-se o seguinte:

Considerou-se que a formação que o professor recebe em muitas instituições de formação inicial, resulta demasiado fragmentada e insuficientemente relacionada com as realidades da aula. O conteúdo da Ciência e a metodologia de ensino, são abordadas de forma separada e raramente se integram. (Harlen, 1983).

Seria mais adequado um modelo integrado - e temos evidência empírica que sustenta este ponto de vista - que procurasse uma abordagem combinada das Ciências da Natureza com a Didáctica das Ciências da Natureza, que ponha permanentemente a ênfase na relação entre o conhecimento conceptual e a abordagem metodológica a adoptar com as crianças. A busca desta relação crucial requer, por um lado, a contiguidade das abordagens metodológica e conceptual para cada tópico e/ou situação de ensino-aprendizagem e, por outro lado, a ausência de uma relação de precedência fixada *apriori* de qualquer das abordagens relativamente à outra, sendo desejável um movimento de *vai-e-vem* entre as abordagens conceptual e metodológica. Deste modo tornar-se-ia relevante o conhecimento e compreensão em Ciências, na perspectiva da futura actividade profissional; melhorar-se-ia substancialmente o estado motivacional para o estudo das Ciências; e do ponto de vista psicológico a aprendizagem teria o suporte concreto de que estes alunos-futuros professores tanto carecem no estudo das Ciências.

Mas, a par de todas estas reflexões, uma questão essencial se pôs ao investigador com muita intensidade. Sendo ex-professor de Física e Química do Ensino Secundário, a única imagem que tinha do 1º ciclo era a muito vaga e imprecisa recordação do que fora a sua já longínqua instrução primária. Portanto, não só não tinha o investigador um conhecimento empírico do contexto educativo a que se destinavam os futuros professores, cuja formação em matéria de Ciências estava a seu cargo, como não tinha uma percepção fundamentada numa vivência prática e pessoal, de como resultariam

com as crianças as propostas defendidas em matéria de educação científica. Por muito fundamentadas que estivessem as propostas no plano teórico, e por muito que estivessem referenciadas à investigação e às melhores experiências de outros países, não existia nenhuma literatura que nos pudesse dar conta de como acontece nas escolas portuguesas, quer do ponto de vista dos alunos, quer do ponto de vista dos professores, um esforço de educação científica das nossas crianças. E mesmo que tal literatura existisse, continuaria por resolver a questão essencial da vivência prática e pessoal do formador, acerca de como funcionam as suas propostas no contexto educativo a que elas se destinam. Naturalmente uma questão inquietante se apoderou do nosso espírito: como ganhar os futuros professores para tais propostas se, não estávamos em condições de, no processo de formação, veicular uma completa convicção em relação a elas e, pior do que isso, tínhamos mesmo dúvidas quanto à sua viabilidade e adequação? Esta questão remete-nos para a questão mais geral de como resolver o problema da formação dos formadores. E a este propósito surgiu-nos com toda a pertinência a

(...) sugestão de um programa de formação de formadores, em que estes percorreriam todo o processo de preparação de uma unidade didáctica de Ciências, devendo ter que a ensinar às próprias crianças da escola primária. (...) Outra solução poderia ser, fazer com que tanto os professores de Ciências como os professores de Metodologia supervisionem a prática pedagógica dos futuros professores. (Harlen, 1983).

Por razões que têm a ver com o funcionamento da instituição em que o investigador é docente, nenhuma destas reflexões e propostas, apesar de devidamente explicitadas, foi tida em consideração para além do âmbito estrito da esfera de actuação que lhe era concedida. No CEFOPE da Universidade do Minho, o currículo do curso de formação de professores do 1º ciclo contempla uma disciplina anual de Ciências da Natureza no 1º ano e uma disciplina semestral de Didáctica de Ciências da Natureza no 2º ano, sem articulação e coordenação entre uma e outra, não prevendo o modelo de estágio o

acompanhamento, na escola, dos estagiários por parte dos docentes de Ciências da Natureza na orientação de actividades científicas.

O imperativo, que se impunha ao investigador, de encarar com profissionalismo a nova tarefa que estava a seu cargo, colocou-o perante o desafio de uma enorme reconversão profissional que havia que levar a cabo de modo próprio. Por isso, de uma maneira informal, e em resultado de uma decisão estritamente pessoal, passou o investigador a fazer o acompanhamento dos alunos estagiários no desenvolvimento de actividades de Ciências, com as crianças, para que haviam sido formados na disciplina de Didáctica das Ciências da Natureza. Esse acompanhamento que se prolongou ao longo de dois anos lectivos, começou por ter o carácter de observação passiva com posterior reflexão com os estagiários, evoluiu para observação participada e passou a assumir frequentemente o carácter de *team-teaching*.

Esta experiência resolveu em toda a plenitude o desafio que o investigador tinha posto a si próprio: assumir a condição de professor do 1º ciclo, em matéria de educação científica, de forma a incorporar toda a riqueza dessa vivência pessoal no processo de formação. Mas para além disso revelou-se uma experiência apaixonante e inesquecível no plano pessoal e profissional. Pelo envolvimento das crianças nas actividades, pela sua alegria e satisfação constantes, pelas aprendizagens efectuadas, pela atmosfera da aula tornada um lugar de prazer e efervescência intelectual, pelo sentimento de realização pessoal e profissional de que os estagiários davam testemunho, descobriu o investigador que se abria perante si todo um campo de trabalho ainda virgem e por explorar. Contribuir para fazer das Ciências da Natureza um instrumento de renovação da escola do 1º ciclo, melhorando a qualidade da função educativa que lhe está cometida, numa época de crise geral e descrédito em relação à escola, tornou-se um desafio apaixonante para o investigador desde então. E passámos a compreender em toda a extensão e profundidade a seguinte asserção de Karl Popper, quando se dirigia aos estudantes:

(...) penso que só há uma caminho para a ciência ou para a filosofia, (...): encontrar um problema, ver a sua beleza e apaixonar-se por ele; casar e viver feliz com ele até que a morte vos separe - a não ser que encontrem um outro problema ainda mais fascinante, ou, evidentemente, a não ser que obtenham uma solução. Mas mesmo que obtenham uma solução, poderão então descobrir, para vosso deleite, a existência de toda uma família de problemas-filhos, encantadores ainda que talvez difíceis, para cujo bem estar poderão trabalhar com um sentido, até ao fim dos vossos dias. (Popper, 1989, pg 219).

2. ENQUADRAMENTO DO ESTUDO

2.1. Na área problemática de educação em Ciências no 1º Ciclo

Desde a década de 60 que numerosos países vêm adoptando políticas de educação científica na escola primária e mesmo nos jardins de infância, o que tem assumido o carácter de um esforço de inovação educacional a dois níveis: por uma lado, inovação nos conteúdos curriculares; e por outro lado, inovação nos métodos de ensino com substanciais implicações em termos dos papéis do aluno e do professor. Todo este movimento tem vindo a ser liderado pelos Estados Unidos e Inglaterra, tendo sido estes países que produziram durante as décadas de 60 e 70 a maior parte dos materiais curriculares que vieram a ser utilizados e/ou adaptados noutros países ou a influenciar decisivamente produções próprias destinadas a pôr em prática políticas de educação científica a partir dos 5/6 anos de idade. Nesses materiais curriculares incluem-se fichas de trabalho, material de laboratório, jogos, filmes de vários tipos, cassetes, livros-guia do professor com a correspondente versão do livro para o aluno, etc. (Martin, 1983).

Em Inglaterra

Em Inglaterra é sob a influência das ideias de Pestalozzi que, ainda no século XIX, surgem as primeiras tentativas do que se poderá designar de ensino das Ciências ou educação científica nos primeiros anos de escolaridade. Segundo Browne (1991)

Pestalozzi contrapunha à tradicional ênfase na memorização, a necessidade de as crianças usarem os sentidos para descobrirem tanto quanto possível acerca de um objecto antes de serem informadas por via da transmissão verbal acerca das suas propriedades, utilidade e origem. Este ponto de vista teve acolhimento num livro publicado em 1829 por Elizabeth e Charles Mayo, e muito utilizado durante 30 anos, com a designação de *Lesson Objects*, que traduziremos por *lições de coisas*. O modelo das *lições de coisas* teve acolhimento oficial, e segundo Rusk (1933), citado por Browne (1991), preconizava que as crianças fossem *exercitadas em examinar e descrever em termos muito simples e familiares as propriedades dos objectos naturais pelos quais elas eram rodeadas* (Browne, 1991, pg. 10). Todavia os princípios que estavam subjacentes à pedagogia das *lições de coisas* facilmente degeneraram em memorização mecânica dos conteúdos dos livros acerca dos objectos (Browne, 1991), e a pretendida observação dos objectos naturais dava lugar à observação das imagens dos objectos contidas nos manuais (Hall, 1978). Por outro lado, os objectos naturais a incluir nas *lições de coisas*, limitavam-se aos seres vivos: plantas e animais.

Recursos educacionais e livros para os professores dos primeiros anos de escolaridade ofereciam um amplo suporte para os que quisessem ensinar sobre os seres vivos, mas era muito limitado o apoio para os que quisessem enveredar pela aventura no campo das ciências físicas. Até à década de 1960, nos jardins de infância (Nursery) e na escola primária, "ciência" e o estudo dos seres vivos eram tomados como sinónimos. (Browne, 1991, pg. 16).

Nos finais da década de 60 e início da década de 70, sob a influência das filosofias pedagógicas centradas na criança de que Piaget, Bruner e Gagné, são os psicólogos mais representativos, assiste-se em Inglaterra a um esforço de inovação nos conteúdos curriculares e nos métodos de ensino ao nível do ensino primário (5/6 aos 11/12 anos). Garson (1991) em comentário ao *Report of the Central Advisory Council for Education* publicado em 1967, conhecido por *Plowden Report*, afirma que aí está patente o consenso quanto à natureza das práticas desejáveis para o ensino primário. As melhores práticas, apontadas no relatório como modelo a seguir no futuro de

forma generalizada, são as que *claramente encorajam o professor a explorar com os seus alunos, a agir como um guia e um consultor, a tornar-se um organizador da aprendizagem em vez de um fornecedor de factos* (Garson, 1991). Esta filosofia teve importantes implicações na componente curricular de Ciências da Natureza.

O reconhecimento da importância acerca de como o sujeito incorpora o que lhe é externo na construção do conhecimento, e a par disso a consideração de que o pensamento está fortemente ligado à acção sobre os objectos concretos na idade correspondente aos primeiros anos de escolaridade, parecem ter despertado a comunidade educacional e os planificadores do currículo para a necessidade de os programas da escola primária (dos 5 aos 13 anos) compreenderem o estudo dos objectos do ambiente físico próximo da criança através de acções e manipulações sobre os mesmos. Ter-se-á concluído que a tradição de atribuir às Ciências da Natureza um lugar meramente subsidiário, e em particular o tipo de abordagem das Ciências praticada nesse nível de escolaridade, significava negar importantes oportunidades de desenvolvimento educativo da criança.

A opção de fazer das Ciências da Natureza uma área curricular no ensino primário, com estatuto comparável ao da Língua Materna e da Matemática, deu lugar ao aparecimento do projecto nacional *Nuffield Junior Science Project* em 1967, que *punha ênfase na participação da criança, na investigação e na descoberta permitindo ao professor a maior flexibilidade para o conseguir* (Martin, 1983). Este projecto não contempla materiais para o aluno. Em 1972 surge o projecto *Science 5/13* que, adoptando uma linha de continuidade em relação ao projecto *Nuffield*, introduz ajustamentos no sentido de uma melhor estruturação dos materiais propostos, pretendendo serem facilitadores das práticas a levar a cabo e das decisões a tomar pelos professores. Continuando a valorizar a descoberta e a investigação centradas no aluno, são todavia fixados objectivos específicos a atingir pelas crianças no domínio das Ciências. Os objectivos são distribuídos por três estádios 1, 2 e 3, que correspondem aos três estádios de desenvolvimento cognitivo de Piaget (pré-operacional, das operações concretas e das operações formais), em que

provavelmente se encontram as crianças, tendo em conta a idade (*Science 5/13, With Objectives in Mind*). Entretanto, na medida em que o nível de responsabilidade dos professores quanto à tomada de decisões relativamente à escolha das experiências de aprendizagem para os seus alunos, continuava a ser sentida como excessiva e um obstáculo à consecução dos objectivos preconizados, foram sendo produzidos outros materiais suplementares que visavam ajudar os professores no processo de tomada de decisões, nomeadamente ajudar a uma melhor interpretação do projecto *Science 5/13* (Martin, 1983). Nessa linha de preocupações se inserem o projecto *Progress in Learning Science*, as publicações *Match and Mismatch* (1977), o projecto *Teaching Primary Science* (1976), o projecto *Learning Through Science* (1979) e os materiais *Sciencewise* (1977). O projecto *Learning Through Science* é o primeiro que assume a produção de materiais destinados aos alunos, depois de durante vários anos se terem produzido materiais destinados somente aos professores.

Contudo, um relatório da inspecção inglesa publicado em 1978 sobre a situação do ensino primário, vem reconhecer que o impacto de todos estes esforços em termos de uma efectiva educação científica das crianças desse nível de escolaridade ficou muito aquém das expectativas iniciais. O *Department of Education and Science* (1985) considerou que os projectos *Nuffield* e *Science 5/13*,

(...) tiveram considerável influência nos professores participantes mas reduzida influência duradoura nas escolas, sobretudo porque a sobrevivência dos projectos nas escolas dependia muito de apoio externo aos professores, o que normalmente se verificava por um limitado período de tempo (DES, 1985, pg. 6).

Garson (1991) sustenta que os promotores dos projectos se apoiaram numa retórica de optimismo pedagógico em torno da ideia de *descoberta por si próprio* patente no *Plowden Report* (1967), ainda sem expressão visível na realidade das escolas, e subestimaram o peso das práticas tradicionais dos professores. Por seu turno Harlen (1988), reconhecendo embora um conjunto de variadas razões, põe a ênfase no insuficiente reconhecimento da importância educativa das Ciências nesse nível de escolaridade:

O valioso papel das Ciências como parte integrante da educação primária não foi compreendido. Esta falta de compreensão existe não só nas escolas (talvez a menos grave de todas) mas talvez com maior gravidade entre os formadores de professores (teacher educators), entre os membros das autoridades locais de educação, administradores e pais. Se os cursos de formação inicial assegurassem que todos os professores das escolas primários eram preparados para o ensino das Ciências do mesmo modo que o são para o ensino da Matemática, da Língua, da Educação Física, etc., então a ausência de conhecimentos e de confiança seriam um problema muito menor. Se as autoridades locais de educação providenciassem mais tempo de formação contínua e mais supervisores em Ciências, então as necessidades de apoio quer dentro da escola quer do exterior resolver-se-iam mais facilmente. Se os pais e os governantes insistissem em que a Ciência deveria fazer parte do currículo, seria encontrado o tempo necessário para o efeito. (Harlen, 1988, pg. 2).

Argumenta-se ainda que, sendo os professores do ensino primário na sua esmagadora maioria do sexo feminino, e havendo concomitantemente múltiplos estudos que demonstram uma atitude menos favorável, bem como mais baixos níveis de sucesso em Ciências da Natureza, especialmente nas Ciências Físicas, por parte das raparigas, esse deverá ser um factor considerável a ter em conta no relativo insucesso dos esforços tendentes à educação científica nos primeiros anos de escolaridade (Garson, 1988; Browne, 1991).

É perante este balanço francamente insatisfatório, e tendo em conta que a política até aí seguida não impunha um efectivo controle da medida em que os professores incorporavam a educação científica na sua prática lectiva nas escolas primárias, ficando em grande parte ao critério do professor fazê-lo ou não, que o Secretário de Estado para a Educação e Ciência do governo inglês determina o carácter obrigatório das Ciências da Natureza entre as idades de 5 e 16 anos, conforme o documento *Science 5-16: A Statement of Policy* do *Department of Science and Education*. São dadas às autoridades locais de educação (LEAs) orientações relativas à educação científica na escola primária:

- a) cada escola (...) deverá incluir o ensino da Ciência no conjunto dos objectivos curriculares formalmente adoptado (...);*
- b) o director da escola deverá assumir o princípio da educação científica dos alunos da escola primária e deverão dar conta aos administradores locais (governors) e autoridades locais de educação, do ritmo de progresso que vai sendo conseguido;*

c) *as escolas precisam de ter à sua disposição pelo menos um professor com a capacidade, conhecimento e visão para tornar a educação científica na escola primária uma realidade;*

d) *o objectivo é que todos os professores, sem excepção, passem a incluir pelo menos algum tempo para a Ciência na sua prática lectiva, recorrendo ao conhecimento e experiência dos seus colegas especialistas na medida das necessidades;* (DES, 1985).

A partir de Setembro de 1985, as 56 autoridades locais de educação recebem importantes verbas (*Education Support Grants*) a serem aplicadas no esforço de educação científica na escola primária. Todas as autoridades locais adoptaram como estratégia a formação de conselheiros (*advisers*) para a Ciência, recrutados entre os professores em exercício segundo o critério de boa prática pedagógica e não necessariamente segundo o critério do nível de conhecimentos científicos que possuíam (Garson, 1991). Os professores conselheiros, depois de formados, permaneciam sucessivamente em diferentes escolas por razoáveis períodos de tempo, onde faziam uma avaliação das necessidades, promoviam *workshops* envolvendo todos os professores da escola, ajudavam os professores individualmente na sua acção na sala de aula e reflectiam e avaliavam conjuntamente com os professores as experiências de ensino das Ciências realizadas. Este modelo foi considerado uma boa estratégia, mas terá sido implementado por um período de tempo insuficiente, por ter sido considerado muito caro pelo governo central (Garson, 1991). Em vésperas da entrada em vigor do *National Curriculum* (89/90) o intenso financiamento que vinha sendo concedido às autoridades locais de educação (*Education Support Grants*) foi substituído por verbas substancialmente mais reduzidas para a formação dos professores. Tais verbas foram investidas em cursos com a duração de 20 dias, destinados a formar os professores que nas escolas assumiriam a responsabilidade de apoio especializado aos professores na área curricular das Ciências (*Science coordinators*).

Entretanto um importante projecto de investigação-acção, conduzido na sala de aula com crianças entre os 7 e os 11 anos, é levado a cabo entre 1987 e 1990 - projecto *SPACE* (*Science Processes and Concept Exploration*) -, sob a direcção do

Centre for Research in Primary Science and Technology da Universidade de Liverpool e do *Centre for Educational Studies, King's College* de Londres.

O *National Curriculum* abrangendo toda a escolaridade obrigatória, em vigor a partir de 1989/90, determina que as idades de 7, 11 e 14 anos, bem como o momento terminal da escolaridade obrigatória são momentos cruciais de avaliação (*Key Stages*); fixa objectivos para os alunos em todas as áreas curriculares ao serem atingidas essas idades (*Attainment Targets*), incluindo as Ciências da Natureza; e estabelece que uma componente da avaliação no final de cada um daqueles ciclos será efectuada através de instrumentos nacionais (*Standard Assessment Tasks*) (DES, 1989). A partir de então, por força da lei, os professores do ensino primário passam a ter que dar conta do seu trabalho e correspondentes resultados, em termos da componente curricular de Ciências. Esta situação tem gerado alguns problemas que de que não nos ocuparemos por agora.

Nos Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos, e em simultâneo com a Inglaterra, algo de semelhante ocorreu em termos de educação científica nos primeiros anos de escolaridade. Neste país, segundo Cain & Evans (1984):

Antes do final da década de 50 geralmente não se ensinava Ciência na escola elementar. A Ciência quando ensinada tinha o carácter de estudos naturais. Os livros de texto existentes apenas permitiam ler sobre Ciência, descrevendo a visita do Jack e da Sue ao zoológico e o que eles viram, ou descreviam uma determinada experiência e o seu resultado. (Cain & Evans, 1984, pg. 48).

O lançamento do primeiro satélite artificial, Sputnik, em 1957, pela União Soviética, sendo interpretado como um sinal de inferioridade científico-tecnológica face ao bloco político-militar adversário, desencadeou nos Estados Unidos um estado de alarme relativamente à situação do ensino das Ciências e Tecnologia no país. Reconheceu-se que os currícula de Ciência eram inadequados, que os professores tinham um baixo nível de conhecimentos científicos e os livros eram obsoletos. O

governo assumiu pois como preocupação nacional a reforma do ensino das Ciências, incumbindo a *National Science Foundation* de providenciar os meios e as estratégias necessários para o efeito (Cain & Evans, 1984). Entendeu-se que a reforma deveria propor novos programas desde jardim de infância até ao final do Ensino Secundário. Dos muitos projectos de educação científica financiados pela *National Science Foundation*, três se salientam como os mais bem sucedidos em termos de educação científica na escola elementar americana: o *Elementary Science Study (ESS)*, da responsabilidade do *Education Development Center*, publicado em 1966; o *Science Curriculum Improvement Study (SCIS)*, da autoria de Robert Karplus e publicado em 1967; e o *Science... A Process Approach (SAPA)*, da responsabilidade da *Association for the Advancement of Science*, publicado em 1967. Sendo todos eles enformados na sua concepção pelas teorias psicológicas emergentes na década de 60, todos estes projectos apresentam as seguintes características em comum: a) preconizam que as crianças aprendam a fazer Ciência e não a memorizar informação científica; b) propõem que as crianças manipulem objectos e materiais, por forma a vivenciarem experiências concretas; c) são todos apresentados na forma de guias do professor e conjuntos de materiais para serem utilizados pelos alunos (Cain & Evans, 1984).

O *Elementary Science Study* assume que as crianças são naturalmente científicas porque se interrogam acerca do meio envolvente e usam os sentidos e as faculdades racionais para o explorar e resolver problemas nele identificados. O projecto é, de todos, o único que tem um carácter não estruturado, sugerindo ao professor possíveis actividades a escolher segundo o seu critério, pois as unidades não são sequenciais nem apresentam relações entre si (Carin & Sund, 1989). As actividades oferecem às crianças oportunidades de desenvolverem os processos científicos e a compreensão de conceitos, sendo frequente uma maior ênfase nos processos. Para além dos materiais contidos nos *kits*, que são providenciados, sugere o recurso a materiais simples de uso corrente.

O projecto *SCIS* é um programa estruturado e sequencial, apresentando-se as unidades relacionadas entre si, tendo sido revisto ao fim de alguns anos de experiência, e dado origem a uma nova versão *SCIS II*. Este projecto tem por finalidade promover a literacia científica, entendida como uma compreensão funcional dos conceitos científicos, no pressuposto de que desse modo se promove nas crianças a transição do pensamento concreto para o pensamento formal. Karplus ao reconhecer que *foram em grande parte os trabalhos do psicólogo suíço Jean Piaget que fizeram com que se compreendesse que o ensino das Ciências é capaz de aumentar o desenvolvimento intelectual* (Karplus, 1978), adopta o pensamento daquele autor como uma referência fundamental na concepção do *Science Curriculum Improvement Study*. É assumido que,

Através da investigação, os cientistas alargam as fronteiras do conhecimento. De igual modo, as crianças melhoram os seus processos de pensamento do concreto para o abstracto e desenvolvem uma curiosidade disciplinada à medida que vão acumulando experiência e ideias. Por outras palavras tornam-se cientificamente letradas. (SCIS, Biginnings, 1974).

São dadas orientações precisas ao professor e, do ponto de vista metodológico, a aprendizagem é desenvolvida segundo um ciclo que compreende três fases: exploração, invenção e descoberta.

O projecto *Science... A Porcess Approach* (SAPA) ao fim de alguns anos de experiência foi revisto, dando lugar a uma nova versão *SAPA II*. É de todos o mais estruturado, apresentando as unidades íntimas relações entre si, de tal modo que a sequência prevista deverá ser seguida pelo professor na sala de aula (Carin & Sun, 1989). Contrariamente a toda a tradição que toma o conteúdo científico a ensinar como ponto de partida - mesmo nos múltiplos projectos já citados que acentuam a importância do fazer Ciência, da necessidade de as crianças explorarem e fazerem investigações manipulando materiais concretos - este projecto toma como preocupação inicial as competências em processos a desenvolver. Os conteúdos

científicos são depois escolhidos segundo o critério da melhor adequação dos conceitos à perspectiva de desenvolvimento dos processos científicos, havendo mesmo conteúdos não científicos mas que são considerados adequados para o desenvolvimento de processos *Science... A Process Approach tem como finalidade tornar as crianças capazes de fazerem o que os cientistas fazem. (...) Elas aprendem a ver o mundo do mesmo modo que os cientistas o fazem* (Science... A Process Approach II, Program Guide, 1976, pg. 2). O projecto contempla oito processos científicos básicos a desenvolver desde o jardim de infância ao 3º ano de escolaridade (*observar, usar relações espaço-tempo, classificar, usar números, medir, comunicar, prever e inferir*) e cinco processos integrados, considerados de nível mais elevado e que pressupõem o domínio dos processos básicos, a desenvolver a partir do 4º ano (*controlar variáveis, interpretar dados, definir operacionalmente, formular hipóteses e experimentar*). Um dos pressupostos em que se baseia o projecto *SAPA* é o seguinte:

O conhecimento científico cresce tão rapidamente que é impossível aos cientistas eles próprios manterem-se actualizados em todas as Ciências. Certamente é impossível aos estudantes aprenderem tudo. Munir cada criança com competências que ela poderá utilizar para encontrar soluções para problemas científicos é uma estratégia importante (SAPA, Program Guide, 1976, pg. 3).

Ainda durante a década de 60 teve relevância um outro projecto, *Conceptually Oriented Program in Elementary Science (COPE)*, estruturado em cinco esquemas conceptuais. Ao longo da década de 70, são produzidos materiais complementares que basicamente têm em vista minimizar as dificuldades sentidas pelos professores na implementação dos projectos *ESS*, *SCIS* e *SAPA*, tendo sido criados textos e/ou livros de registos para os alunos adaptados aos objectivos dos projectos, que inicialmente não foram produzidos e terão mesmo sido considerados contrário à filosofia pedagógica preconizada. *Concepts in Science* e *Modular Activities Program in Science* fornecem um livro de actividades e de registos; o projecto *Self Paced Investigations for Elementary Science* apresenta um livro de registos; *Exploring*

Science inclui um livro de actividades; e o *STEM Elementary School Science* contém um livro de experiências e registos (Martin, 1983).

Também neste país, os resultados do grande esforço de educação científica nos primeiros anos de escolaridade iniciado na década de 60 ficaram muito aquém das expectativas iniciais (Coble & Rice, 1981; Crocker, 1984; Koballa, 1986; Barrow, 1987). Weiss levou a cabo um levantamento nacional, que foi publicado em 1978. Segundo Barrow (1987):

Weiss (1978) verificou que o ensino das Ciências era limitado nas escolas elementares e cerca de 67% dos professores sentiam-se insuficientemente qualificados para ensinarem Ciência. Helgeson, Blosser, e Howe (1977) verificaram que a leitura/discussão era a estratégia de ensino mais comum. (pg. 229).

Noutros Países

Este movimento de introdução das Ciências da Natureza como uma componente curricular relevante no ensino primário estendeu-se a muitos outros países. Na Austrália, ainda na década de 60, o Departamento de Educação de Victória elabora guias curriculares de Ciências inspirados no projecto *Nuffield Junior Science*. O Departamento de Educação da Austrália Ocidental cria o projecto *The Process Way to Science*, com livros para alunos e professores, baseado no *Science... A Process Approach*. O projecto *Elementary Science Study* influenciou os esforços efectuados em diversos países latino-americanos, e foi inspirador do Programa Africano de Ciência Primária implementado em diversos países na década de 70. Na Nigéria desenvolve-se, no início da década de 70, um projecto influenciado pelos projectos *Science... A Process Approach* e *Science 5/13*. Na Nova Gales do Sul leva-se a cabo, durante a década de 70, o projecto *Primary Science of the Territory*, cujos materiais se baseiam no projecto americano *Concepts of Science* e no projecto *Science 5/13*. O *Science Curriculum Improvement Study* foi traduzido e inspirador de projectos locais em Israel, Brasil e Filipinas, na década de 70.

Contudo este esforço de disseminação da Ciência em diferentes países não parece ter tido resultados satisfatórios. Vejamos a título de exemplo o Brasil de que

Krasilchik (1983) nos dá conta. Em resultado da criação de seis centros regionais de Ciência em 1963, surge o projecto *Iniciação à Ciência*, destinado aos 5º e 6º anos de escolaridade, enfatizando a *experimentação*, as *oportunities de manipulação*, a *observação directa* e a *extração de conclusões* do aluno por conta própria. Em 1972 o Centro de Ciência do Estado do Rio Grande do Sul promove o *Projecto de Ensino das Ciências* e o Centro de Ensino da Ciência de São Paulo promove o *Projecto de Ciência Ambiental*. Os materiais não foram porém comercializados. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura produziu *Kits* educativos no âmbito da nutrição, tecnologia e saúde.

O impacto de tais projectos e materiais foi muito reduzido nas escolas. *A exposição do professor é a metodologia mais comum, usada ainda nas Escolas Elementares e nas Escolas de Primeiro Grau. O professor fala quase 75% do tempo, e os alunos, em geral, apenas falam para fazer perguntas* (Krasilchik, 1983). É sublinhado como relevante o facto de o conjunto de planificadores de currículo com conhecimento e experiência, que surge em resultado do esforço efectuado, ser um capital importante com vista ao futuro. Por outro lado a natureza dos projectos de Ciência influenciaram o legislador, estando patentes nos guias curriculares estaduais recomendações quanto ao estímulo dos processos científicos e desenvolvimento de atitudes de curiosidade, responsabilidade, interesse e pensamento crítico.

Em França as preocupações quanto à componente de educação científica e consequente inovação dos métodos de ensino na escola primária (dos 5 aos 11 anos), parecem ter-se desenvolvido à margem do movimento liderado pela Inglaterra e pelos Estados Unidos. Um relato de Host (1981) dá-nos conta da situação. Desde 1887 que os currículos contemplam intenções programáticas no domínio das Ciências, sucessivamente designadas por *Lições de Ciências* (1887), *Lições de Coisas* (1923) e *Exercícios de Observação* (1957). Os *Exercícios de Observação* frequentemente degeneravam na aprendizagem de vocabulário científico, em contradição com o espírito que a designação curricular pretende transmitir. Mas a situação agrava-se

entre 69 e 77 em resultado de a componente científica ser diluída numa área curricular mais ampla com uma filosofia pedagógica globalizante, designada *Actividades Culturais Gerais*. Em 1977 o projecto de *Introdução da Ciência como Parte Integrante das Actividades Culturais Gerais*, tenta inverter o sentido de degradação que se vinha desenvolvendo. São fixados objectivos metodológicos que correspondem na terminologia até aqui utilizada a objectivos no domínio dos processos científicos, e são preconizadas actividades de *exploração livre do meio ambiente*, *actividades de resolução de problemas* e *actividades de generalização e estruturação*. Os cursos de formação de professores passam a ser cursos universitários de três anos e é incentivada a formação contínua. Contudo aquele autor faz uma síntese pouco optimista:

Os professores do ensino primário estão muito preocupados em que os seus alunos tenham um bom desempenho nos primeiros anos da escola secundária. O nível de estudos em Ciência não afecta directamente o seu desempenho; pode admitir-se que o insucesso radica na falta de domínio de métodos de trabalho, na falta de interesse pela escola e em debilidades na linguagem escrita e matemática. É importante determinar se a introdução das Ciências tem efeito positivo sobre estas variáveis; de contrário, os professores primários ver-se-ão tentados a diminuí-la ou a suprimi-la completamente (Host, 1981, pg. 46).

Apesar das dificuldades sentidas em diversos países, esse facto não tem retirado força aos argumentos em favor de uma educação científica na escola primária, que estão bem explícitos no *Informe Final de la Reunión de Expertos sobre la Incorporacion de Ciencia y de Tecnologia en el Curriculo de la Escuela Primaria*, reunião realizada em Junho de 1980, sob os auspícios da UNESCO.

Em Portugal

Desde 1975 que, com a criação da área curricular de Meio Físico e Social, figuram no programa do 1º ciclo do Ensino Básico tópicos de Ciências da Natureza. Ao nível da formação inicial dos professores tal opção deu lugar à inclusão da disciplina de Ciências da Natureza no currículo das Escolas do Magistério Primário. Do ponto de

vista do investigador, à formação dos professores do 1º ciclo nas Escolas do Magistério para o ensino das Ciências consagrada no programa são de apontar duas insuficiências básicas: a) a disciplina de Ciências da Natureza é reduzida à Biologia com uma extensão às Ciências da Terra. Essa situação explica-se em função da tradição de formações académicas monodisciplinares ou bidisciplinares, formando especialistas em Física, Química (ou Físico-Química), Biologia e Geologia (ou Biologia-Geologia) por um lado, e o facto de se considerar ser a Biologia/Geologia a melhor aproximação quer à noção de Ciências da Natureza, quer às necessidades de formação dos futuros professores (o facto de os programas incidirem bastante no estudo do corpo humano sugere que essa era uma formação considerada primordial); b) o facto de tal formação não contemplar uma perspectiva metodológica do ensino das Ciências na escola primária que desse acolhimento às novas tendências nos países mais desenvolvidos.

As crianças não dirigem os seus interesses e atenções apenas para o coelhinho, ou o seu próprio corpo, mas igualmente para o Sol, a Lua, a noite, o dia, a chuva, os ventos, comportamento dos corpos na água, movimento e equilíbrio dos baloiços, etc. Este manancial de interesses e objectos de curiosidade que a criança manifesta deverá ter repercussão na formação dos professores do 1º ciclo.

Se ao nível da formação inicial as opções curriculares são insuficientes, em termos da formação dos professores já em exercício, não se conhece qualquer plano de acções sistemático e consequente tendo em vista tornar efectivo o ensino das Ciências contemplado no programa.

Nos finais da década de 70 a Direcção de Serviços do Ensino Primário produziu diversos *Textos de Apoio à Formação Contínua dos Professores* tendo em vista fornecer um suporte à acção dos professores na implementação do programa aprovado em 1975. Entre esses textos alguns destinavam-se à área curricular de *Meio Físico e Social* e consequentemente às Ciências da Natureza. Dois dos *Textos de Apoio*, relacionados com as Ciências da Natureza, a que tivemos acesso são *Ecologia*

(Alda, Helena, Prazeres, não datado) e *Sugestões para a Improvisação e Exploração de Material Didáctico* (Alda, Helena, Prazeres, não datado).

Em 1983 a Direcção de Serviços do Ensino Primário (DSPRI) encomendou a produção de *Cadernos Temáticos* destinados a algumas dezenas de professores do Ensino Primário provenientes de diferentes distritos, em situação de destacamento como gestores de formação, *Núcleos Distritais*, e aos professores em formação ao nível do distrito e coordenados pelos Núcleos Distritais. Esses gestores de formação, cuja formação se esperava que fosse desmultiplicada junto dos professores dos respectivos distritos, integravam-se num Projecto de Renovação do Ensino do Meio Físico e Social no âmbito de uma Experiência de Formação Contínua conduzida pela Direcção de Serviços do Ensino Primário. No entanto a referida Experiência de Formação Contínua foi extinta ao fim de 2/3 anos e quando o Projecto de Renovação do Ensino do Meio Físico e Social começava a dar os primeiros passos, de tal modo que os referidos *Cadernos Temáticos* vêm a ser postos em circulação pelos professores em 85 e 86, ou seja, sem terem passado pela utilização que inicialmente lhes estava destinada. São os seguintes os cadernos temáticos: *Trabalho de Campo* (Cavaco, 1985); *Para um Ensino Criativo das Ciências na Escola Primária* (Valente, 1986); *Para a Renovação do Ensino do Meio Físico e Social na Escola Primária - Ecologia, parte A* (Bárrios, 1986); *Para a Renovação do Ensino do Meio Físico e Social na Escola Primária - Ecologia, parte B* (Pires, 1986).

Os diferentes cadernos temáticos combinam a informação científica para os professores com uma perspectiva metodológica de trabalho com as crianças, mas falta-lhes coerência e articulação global de conjunto.

Em 1988 e 1989 dá à estampa uma colecção de 4 volumes (*Biologia, Ecologia, Geologia e Geografia*) sob a designação genérica *O Meio Físico no 1º Ciclo do Ensino Básico*, (Ferreira, 1988, 1989). Segundo as palavras do autor é uma iniciativa que surge com a finalidade de permitir aos professores deste ciclo a necessária actualização numa área em que os conhecimentos evoluem e se modificam rapidamente. Trata-se de um conjunto de textos de informação científica para os

professores, subordinado aos temas previstos no programa então em vigor, logo prosseguindo na tradição de exclusão das Ciências Físicas. Não é aí feita qualquer abordagem acerca de como os professores deverão empreender a educação científica das crianças.

A área curricular de *Meio Físico e Social* no programa aprovado em 1980 (*programa verde*) assenta num esquema conceptual de progressiva abrangência e crescendo de abstracção, partindo do *Meio Local* para o *Espaço* passando pelo *Meio Regional*, a *Terra* e o *País*. Os temas de Ciências contemplados são: *Existência no ambiente de seres vivos e seres não vivos; Corpo humano; Sol, água, ar; Aspectos geomorfológicos* (da região e do país); *Terra* (forma, continentes e oceanos, localização e fronteiras do país); *Espaço* (astros, Terra e Lua como planetas do Sol, movimento da Terra à volta do seu eixo e sua relação com a sucessão dos dias e das noites). Nesse mesmo programa expressões como *observar, manusear, relacionar, inferir, descobrir, medir, experimentar, exploração activa do meio ambiente imediato, trabalhos experimentais, e iniciar o desenvolvimento de uma perspectiva científica*, sugerem até uma preocupação em fazer da Ciência uma actividade prática e não algo de que apenas se ouve falar. Na planificação que o programa apresenta, as *Sugestões de Actividades* estão recheadas de expressões como *observação directa, experiências, saídas* (para contactos com a natureza), *colheitas* (de plantas, de amostras de rochas etc.), *visitas*, etc.

Do ponto de vista do investigador, o que poderá nas últimas duas décadas ter influenciado de forma mais acentuada as concepções e as práticas dos professores são os manuais escolares que, na ausência de uma formação adequada para a educação científica e em face da escassez de outros recursos em que se apoiem, têm funcionado como autêntica planificação anual das actividades lectivas.

Muitos dos manuais de *Meio Físico e Social* abordam o estudo do *Meio Físico* através da veiculação de informação científica e de figuras de animais, rochas e plantas, legendadas e/ou comentadas. Muito frequentemente a solicitação *observa*

incide sobre as figuras, havendo espaços em branco para que o próprio aluno registre tais observações. É bem elucidativo o exercício proposto por um manual, que apresentando uma figura, sugere *Faz como os cientistas. Observa e completa: ____*. As crianças sentadas, silenciosas e bem alinhadas na sala, munidas de lápis e papel estariam pretensamente a fazer Ciência como os cientistas.

Há manuais que fixando-se na letra do programa põem alguma insistência no que designam de *experiências*. A análise de alguns manuais permitiu-nos identificar três tipos de *experiências*: a) o relato de experiências com indicação do respectivo resultado, em que é suposto que o aluno simplesmente leia; b) a indicação de procedimentos práticos que o aluno é solicitado a executar com vista à verificação de um determinado resultado que é desde logo apresentado; e c) a indicação de procedimentos práticos a realizar pelo aluno, findos os quais as crianças deverão responder a algumas questões. Em todos os casos são abundantes as ilustrações.

No primeiro caso não é lícito sequer falar de *experiências*, porquanto se trata simplesmente da tradicional veicular, o de informação que é suposto ter o aluno que memorizar. No segundo caso, a apresentação prévia do resultado com indicação de como o reproduzir, retira à actividade todo e qualquer carácter investigativo e o correspondente investimento intelectual e sócio-afectivo que lhe é inerente. Na terceira opção pretende-se por um lado que as crianças executem mecanicamente um conjunto de acções, sem que na sua mente algo as direcione e lhes dê um sentido; por outro lado, espera-se que nas respostas às questões formuladas, a criança adivinhe o que o autor tem como resultado relevante da experiência, que seria por sua vez a aprendizagem efectuada. Em tal contexto não deve surpreender que as crianças, muitas vezes perante resultados completamente destituídos de significado para si, dada a sua experiência, conhecimentos e expectativas, não veja aquilo que é tido por absolutamente *óbvio* pelo adulto. Porque o que as crianças observam e retêm como relevante numa experiência, depende fortemente da interrogação geradora da experiência, das suas expectativas e do efectivo envolvimento físico, mental e sócio-afectivo nas acções empreendidas.

Apesar das boas intenções do programa, no contacto com as escolas verifica-se que as crianças não têm em geral quaisquer oportunidades para fazerem investigações e explorações adequadas ao seu nível intelectual. Nem tão pouco temos tido evidência ou indicação indirecta de que tenham lugar as modalidades de *experiências* envolvendo algum tipo de manipulação e trabalho prático, preconizadas por alguns manuais. No contacto que temos tido com os professores ouve-se falar de quando em vez, da episódica experiência de germinação de um feijão, quando se pretende "provar" que se fazem experiências no âmbito do *Meio Físico* e, salvo alguma honrosa excepção que não conhecemos, nada mais parece existir. Parece-nos ser bastante sustentável a inferência, de que em geral o ensino das Ciências no 1º ciclo que hoje se pratica no nosso país, se caracteriza pelo espírito em que degeneraram *as lições de coisas* em países como a Inglaterra (Hall, 1978; Browne, 1991), a França (Host, 1981) e os Estados Unidos (Cain & Evans, 1981), durante toda a 1ª metade deste século. Quer-se dizer: a) têm um carácter subsidiário e marginal na prática dos professores; b) as práticas lectivas enfatizam a memorização de informação; e c) a retórica da *investigação, observação directa, realização de experiências, etc.*, toma como objecto de estudo os desenhos dos objectos, animais e plantas contidos nos livros.

A decisão de entrega da responsabilidade da formação de professores do 1º ciclo a instituições de Ensino Superior - Escolas Superiores de Educação e Universidades - a partir de meados da década de 80, permitiria, pelo menos teoricamente, augurar o início de uma inversão da realidade das nossas escolas primárias em matéria de educação científica. Porém os dados empíricos da nossa experiência, bem como resultados do estudo *Formação Inicial em Ciências de Professores do 1º Ciclo do Ensino Básico* (Costa et al, 1993) indicam que o contributo da formação inicial com vista à educação científica das crianças do 1º ciclo é ainda bastante precário. Realcemos alguns dos resultados e conclusões desse estudo:

a) O peso relativo do conjunto das disciplinas de Ciências e Didáctica/Metodologia de Ensino das Ciências nos curricula dos cursos das 17 instituições envolvidas no estudo, varia entre 3,5% e 17 %; mas em 11 das 17 instituições (4,7%) esse peso relativo é igual ou inferior a 8%. No conjunto das 17 há ainda 5 (29,41%) instituições que não têm no currículo uma disciplina de Didáctica das Ciências ou Metodologia de Ensino das Ciências, limitando-se a formação para a educação científica à formação em Ciências, havendo nestes casos uma disciplina de Metodologia Geral do 1º ciclo.

b) Tendo sido entrevistados dois formadores da área Ciências/Metodologia das Ciências de cada uma de cinco instituições seleccionadas, concluiu-se que 50% desses formadores de professores do 1º ciclo o eram por meras razões institucionais; que as deficiências de aprendizagem com que os alunos ingressam no curso e os problemas relativos à organização e gestão curricular são apontadas pelos entrevistados como principais dificuldades à implementação dos programas de formação; e que se pode inferir existir *uma acentuada e preocupante falta de articulação dos conteúdos e actividades de formação com as orientações dos novos programas do 1º ciclo do E.B.* (Costa et al, 1993, pg.10).

c) O estudo compreendeu ainda a aplicação de um inquérito a 113 alunos finalistas das mesmas cinco instituições referidas, futuros professores do 1º ciclo, com o objectivos de *caracterizar a competência científica, a nível de conteúdos, dos formandos no final da sua formação inicial.* As 15 questões do inquérito distribuem-se pela Biologia, Química, Física e Geologia, e têm em vista testar conhecimentos que *representam somente uma amostra dos envolvidos na parte do programa que respeita às Ciências da Natureza (...). Por outro lado, as questões elaboradas incidem essencialmente sobre conhecimentos relacionados com temas que (...) se evidenciam no programa global e apresentam relações estreitas com o quotidiano das crianças.* (Costa et al, 1993, pg. 12).

Da aplicação deste inquérito são de sublinhar os seguintes resultados:

i) Em cerca de metade das questões, 50% dos alunos não dão qualquer resposta;

ii) As questões no domínio da Biologia são as que apresentam percentagens de *Não Resposta* mais baixas (média de 15%), enquanto que no domínio da Física as percentagens de *Não Respostas* são máximas (média de 50%);

iii) Em cerca de metade das questões a percentagem de respostas *Sem Incorreções Científicas* é inferior a 20%, e somente em quatro das questões essa percentagem ultrapassa os 50%;

iv) É no domínio da Biologia que se encontram as questões com mais elevadas percentagens de respostas *Sem Incorreções Científicas* (entre 50% e 70%). Pelo contrário, no domínio da Física esse tipo de respostas apresentam as mais elevadas percentagens (abaixo dos 30%);

v) Em nenhuma das questões a percentagem de respostas *Cientificamente Adequadas* chega aos 50%, e em quatro das questões essa percentagem é nula.

Uma primeira conclusão a apontar é que, independentemente do tipo de formação ministrada, a competência científica dos futuros professores é insatisfatória. Os fracos resultados obtidos no questionário administrado deixam antever dificuldades, pelo menos a nível do conhecimento em Ciências, na interpretação e implementação dos novos currícula do 1º ciclo do E.B..

A necessidade de desenvolver programas de formação em Ciências para os professores recentemente saídos das nossas Instituições parece assim ser uma necessidade a ter em conta. (Costa et al, 1993, pg. 26).

A recomendação final não pode deixar de causar alguma perplexidade. Se no contexto da formação inicial, em que estão reunidos na instituição os meios materiais e humanos especificamente destinados à formação, e onde esta tem um carácter normativo sendo a única ocupação dos formandos, como esperar que cumulativamente com o trabalho, em regime facultativo e através de uma acção, agora subsidiária, por parte das mesmas instituições, se venham a resolver tais problemas de formação? E se os novos professores, acabados de sair das instituições de formação, logo carecem de formação contínua, como poderemos então fazer face às

necessidades de formação dos muitos milhares de professores já em exercício e ainda com muitos anos de serviço à sua frente, que não tiveram qualquer oportunidade de formação para a educação científica no 1º ciclo?

Na recente reforma curricular, as decisões mais visíveis em matéria de educação científica no 1º ciclo consistem em: a) substituição da designação de *Meio Físico e Social* do programa anterior por *Estudo do Meio*, conservando-se a pretensão de uma abordagem integrada das dimensões social e físico-natural do meio; b) um reforço em extensão, da componente de Ciências da Natureza; e c) a introdução das Ciências Físicas no novo programa, com a inclusão do bloco *À Descoberta dos Materiais e Objectos*. Na senda do programa anterior, anuncia-se nos princípios orientadores do *Estudo do Meio*, que *ao professor cabe a orientação de todo um processo em que os alunos se vão tornando observadores activos com competências par descobrir, investigar, experimentar e aprender*. Nessa perspectiva refere-se a necessidade do *contacto directo como o meio envolvente, da realização de investigações e experiência reais na escola e na comunidade (...)*. Um dos objectivos gerais consiste em *utilizar alguns processos simples de conhecimento da realidade envolvente (observar, descrever, formular questões e problemas, avançar possíveis respostas, ensaiar, verificar), assumindo uma atitude de permanente pesquisa e experimentação* (Programa do 1º Ciclo, 1990, pg. 69). Há uma grande insistência na formulação *fazer experiências com ...* (ar, luz, alavancas, ímans, som, electricidade, etc.). Mas questão realmente importante, do ponto de vista dos professores em exercício, é: como é que tudo isto se faz ?

- Que objectivos educacionais promover com as Ciências ?
- Que materiais foram providenciados para as escolas ?
- Qual o papel do aluno? Qual o papel do professor ? Que noção de Ciências promover ? Que metodologias de trabalho e organização da turma ?

- Que formação, em termos dos conceitos científicos e dos métodos de acção pedagógica, têm os professores com vista ao processo de inovação curricular e metodológica pretendido ?

Efectivamente em nenhum momento a introdução das Ciências da Natureza no programa do 1º ciclo do Ensino Básico foi acompanhada de uma política coerente e sistemática de educação científica, envolvendo: a) produção de documentação adequada para os professores, no sentido de se minorar a sua tradicional insegurança em relação às Ciências e ao ensino das Ciências; b) fornecimento às escolas de materiais básicos para as actividades de Ciências; c) adequadas formação inicial e contínua dos professores.

O programa emergente da recente reforma curricular, desde logo enferma do facto de não se fundamentar em qualquer esforço de análise e levantamento, quanto à realidade e nível de consecução das intenções do programa anterior em matéria de Ciências, e quanto às necessidades dos professores e das escolas do ponto de vista de educação científica a empreender. Assume-se de forma inequívoca uma linha de continuidade, em termos de conteúdos e princípios metodológicos, com o programa *verde*, no que toca às Ciências da Natureza. E se não foi o programa *verde* que impediu que tivessem sido dados passos significativos em termos de educação científica nas escolas primárias - porque lhe era claramente favorável - também não serão as boas intenções do novo programa que de *per si* vão modificar a situação. Sustenta Harlen (1984) que

Na maioria dos países em que existe uma declaração escrita do currículo, a Ciência está incluída no primeiro nível; onde não existe nenhum currículo local ou nacional no papel há a expectativa de que a Ciência será incluída na experiência da criança, pelo menos a partir dos 8 anos de idade e em muitos casos mais cedo. Mas pode existir todo um mundo de distância entre o que está no papel, ou o que existe nas expectativas oficiais, e o currículo em acção. O que é vivenciado pelas crianças depende pouco dos documentos oficiais, apesar das horas de dedicado trabalho gastas na sua cuidadosa redacção; nem isso depende da quantidade de recursos supostamente existentes na escola. Isso depende fundamentalmente da compreensão, ideias e grau de confiança dos professores (Harlen, 1984, pg. 1).

A maior ênfase e explicitação dos tópicos científicos no programa actual, parece ter tido como importante consequência a abertura de um novo espaço de mercado para os autores/professores de Ciências do Ensino Secundário. Alguns novos manuais, ditos *segundo o novo programa*, que têm sido editados, apresentam-se recheados de exaustiva e sofisticada informação científica; por outro lado reproduzem o modelo dominante das actividades práticas no ensino das Ciências no Ensino Secundário, ou seja, as experiências-demonstração. Tais manuais são inadequados do ponto de vista da natureza da educação científica desejável à luz do que em termos teóricos e práticos está adquirido pelos países que mais têm estudado e trabalhado esta problemática; e relativamente aos professores, contêm os elementos que tendem a aumentar os receios e sentimentos de insegurança dos professores para com as Ciências e o seu ensino, agravando um dos factores mais críticos quanto à perspectiva da educação científica na escola primária (Carré & Carter, 1990; Parker, 1983).

Ao ler-se os programas, parece que se acredita e se dá acolhimento ao reconhecimento internacional da importância educativa das Ciências da Natureza na escola primária - o que está consignado de forma clara em documentos com o patrocínio da UNESCO. Mas ao verificar-se que em prol de uma tal inovação, pouco mais tem sido feito do que inscrever no programa um conjunto de intenções, é lícito duvidar-se de que a crença seja genuína.

A educação científica só começará a dar passos significativos nas escolas do 1º ciclo, quando passar a ser enfrentada como um problema novo no nosso país, com uma especificidade muito própria em ruptura com a tradição de ensino das Ciências no Ensino Secundário e as práticas de formação de professores dominantes, contando com a atenção e investimentos por parte do governo, instituições de formação e professores, que não têm existido. O presente estudo insere-se pois na problemática do Ensino das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico, procurando trazer contributos favoráveis à concretização desta perspectiva:

- promovendo o desenvolvimento de uma consciência na comunidade educacional da relevância do problema e da sua especificidade;

- produzindo conhecimentos teórico e prático adequados ao contexto específico do nosso país;
- propondo caminhos com vista à adopção de políticas de educação científica no 1º ciclo.

2.2. No domínio das estratégias de desenvolvimento de competências em processos científicos

O *Nuffield Junior Science Project* (1967) preconiza um ensino que põe a ênfase nos processos da investigação e da descoberta (Martin, 1983). Harlen (1988) considera que o citado projecto adopta o pressuposto de que o que as crianças investigam é irrelevante comparativamente com o modo como investigam. Por seu turno o projecto *Science 5/13* preconiza como meta fundamental *desenvolver o espírito de inquérito e uma capacidade de abordagem científica dos problemas*. Todos os objectivos e actividades estão subordinados a este propósito. Diz-se: *as nossas convicções são que devemos ajudá-las (às crianças) a colocar as suas próprias questões e encontrar as suas respostas por via de experiências manipulativas tanto quanto possível* (With Objectives in Mind, 1974, pg. 5).

O projecto *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS, 1974) sustenta que:

A mudança e a diversidade, do tempo e do mundo animal (zoo), ou em qualquer lugar suscitam constantemente o nosso interesse e atraem a nossa atenção. As crianças, curiosas sobre o que as rodeia, naturalmente procuram organizar e catalogar a diversidade dos animais, plantas e os materiais inanimados que descobrem. Neste aspecto, elas assemelham-se aos cientistas, que se dedicam ao estudo e compreensão das condições básicas que governam a mudança (SCIS, pg. 10).

Como consequência, o programa *SCIS* está focalizado em conceitos-chave orientados para os processos (*key process oriented concepts*) e em problemas com os quais as crianças são confrontadas com vista ao desenvolvimento da investigação.

No projecto *Elementary Science Study* (1974) os guias do professor apresentam de início uma lista de objectivos abrangendo conceitos e processos, mas é

notória uma filosofia pedagógica que privilegia caminhar-se dos processos para a aquisição dos conceitos. No guia *Teacher's Guide for Colored Solutions* pode ler-se:

Através das actividades na sala de aula e a aquisição de competências de processo (process skills), conceitos abstractos como densidade, volume, e seriação de materiais em função do seu peso, tornam-se concretos. A unidade não requer qualquer ensino formal dos conceitos. Os alunos demonstrarão competência conceptual através das actividades quotidianas e experiências da sala de aula com soluções coloridas. (ESS, *Teacher's Guide for Colored Solutions*, pg. 1).

Como referido anteriormente, de todos os projectos surgidos a partir da década de 60, que tiveram maior impacto nos respectivos países e no mundo em geral, é o *Science ... A Process Approach* que assume de forma mais explícita e inequívoca a opção curricular centrada nos processos. *Science... A Process Approach II tem por finalidade tornar as crianças capazes de fazerem o que os cientistas fazem. As crianças adquirem competência no domínio dos processos que os cientistas usam. Elas aprendem a ver o mundo do mesmo modo que os cientistas o fazem* (SCIS II, *Program Guide*, 1976, pg. 2).

Outros projectos com especial ênfase nos processos científicos têm surgido mais recentemente em Inglaterra, designadamente o *Warwick Process Science*, *Science in Process* e o *Suffolk Co-ordinated Science* (Wellington, 1989). Segundo o *Department of Education and Science* no documento *Science 5-16: A Statement of Policy*, *A característica essencial da educação científica é que ela introduz os alunos nos métodos da Ciência* (DES, 1985, pg. 3).

Segundo Jenkins (1989) o que se pretende significar com a expressão *processos científicos* são os processos que os cientistas usam na investigação do mundo natural. Deste ponto de vista, os diferentes projectos que referimos, no seu conjunto, configuram a expressão ao nível dos primeiros anos de escolaridade, de um forte movimento curricular no domínio das Ciências em direcção a uma abordagem pedagógica centrada nos processos científicos, iniciada na década de 60. Está patente

em diferentes projectos, nuns de forma mais explícita do que noutros, a metáfora do aluno como um pequeno cientista. Eles dão acolhimento às ideias de importantes psicólogos que se debruçaram sobre a aprendizagem dos alunos. Segundo Bruner (1960), *a actividade intelectual é da mesma natureza, quer na fronteira do conhecimento, quer ao nível de um terceiro ano de escolaridade. O aluno ao estudar Física é um físico e torna-se mais fácil para ele aprender Física comportando-se como um físico do que fazendo qualquer outra coisa* (Bruner, 1960, pg. 14). Igualmente Gagné assume que os processos pela via dos quais os alunos aprendem Ciências são essencialmente os mesmos que por via dos quais os cientistas promovem o avanço da Ciência (Jenkins, 1989). Assim, no final da década de 50 e início da década de 60, a exigência de mais, e mais qualificados cientistas, gerou a convicção de que o ensino das Ciências deveria estar enformado da perspectiva de promover nos alunos o que era suposto serem os processos e atitudes que caracterizam a actividade de investigação do cientista. A tese ganhou força em muitos países e abundante argumentação foi produzida em seu favor. Wellington (1989), numa apreciação crítica à abordagem curricular sobre os processos, faz-nos uma síntese do que considera serem os principais argumentos da literatura em seu favor:

a) *O falhanço dos curricula centrados no conteúdo*

O ensino baseado na transmissão de factos, na exigência de elevadas abstracções e a ideia veiculada de conhecimento científico como produto estático e definitivamente acabado, falhou o objectivo de promover a desejável formação científica dos jovens. Logo impõe-se a mudança no ensino das Ciências.

b) *O argumento de uma educação científica para todos recomenda um currículo centrado nos processos*

Argumenta-se que sendo dada como adquirida a necessidade de uma educação científica básica para toda a população escolar, então a Ciência escolar deve ser ensinada de forma acessível a um espectro mais largo de capacidades dos estudantes.

Considera-se que o ensino das Ciências centrado nos processos oferece contextos mais interessantes e apelativos para os alunos em geral, logo mais consentâneo com a perspectiva de uma Ciência para todos.

c) A explosão da informação tornou altamente questionável o ensino de factos

É sempre muito limitada a quantidade de factos que podem ser ensinados. Por outro lado são praticamente ilimitadas as capacidades de armazenar informação com as novas tecnologias existentes. Argumenta-se, pois, que é função da educação científica promover competências de acesso e utilização da informação científica disponível.

d) Os factos científicos são tão rapidamente ultrapassados que deixou de ter sentido fazer deles a base de uma educação científica

A aprendizagem e utilidade dos processos científicos permaneceriam para além dos factos científicos, uma vez esquecidos ou ultrapassados.

e) Competências de processo, particularmente competências gerais e transferíveis, são mais relevantes para os alunos do que os conhecimentos

Wellington refere-se a tais argumentos para os criticar e muitos outros autores se têm referido às limitações da abordagem da educação científica centrada nos processos. Têm-se referido ser uma abordagem que pretendendo reflectir a natureza da Ciência enquanto actividade humana, reduz esse empreendimento a um conjunto de experiências sensoriais organizadas de forma algorítmica, que indutivamente dariam acesso ao conhecimento (Millar & Driver, 1987; Harlen, 1984). Os mesmos autores contestam aquela perspectiva de educação científica do ponto de vista da natureza da aprendizagem, com os argumentos de que tal como sustentam Piaget, Bruner e Kelly, o conhecimento tem a natureza de uma construção pessoal com activo envolvimento do sujeito, o que não se coadunaria com a ideia implícita de um conjunto de processos

como uma espécie de caixa negra que devidamente manipulada daria acesso a todo e qualquer sujeito a um conhecimento impessoal e universal.

O investigador reconhece a pertinência dos argumentos e, conseqüentemente, o presente estudo não pretende reafirmar as concepções relativas aos processos da Ciência passíveis de tais críticas. Contudo, do nosso ponto de vista, no contexto do nosso país onde a tradição de um ensino baseado na transmissão/memorização de informação permanece praticamente intocável e em particular no nível de escolaridade do 1º ciclo, faz sentido um projecto de investigação/acção com ênfase nos processos da Ciência. Partimos de alguns pressupostos básicos em todo este projecto que enfatiza os processos da Ciência:

a) Não há um sentido único dos processos para o conhecimento e compreensão; nem as ideias iniciais sobre os objectos e fenómenos pré-determinam um nível intransponível de competências de processos científicos;

b) Competências de processo por um lado, e conhecimento e compreensão por outro lado, potenciam-se mutuamente numa interdependência geradora de melhores competências de processo e mais elevados níveis de conhecimento e compreensão;

c) O desenvolvimento de competências de processo é fortemente dependente do conteúdo e do contexto;

d) A adequada interacção com as ideias intuitivas das crianças, quer pela via da interacção verbal, quer pela via da experiência e manipulação, é um importante factor de progresso ao nível do conhecimento e compreensão das competências de processos científicos.

2. 3. No domínio do levantamento de concepções intuitivas

Foi Piaget que nos mostrou, por via do seu método clínico, que desde muito cedo a criança constrói uma grande variedade de interpretações, ideias e modelos

explicativos para os fenómenos e objectos com que lida no quotidiano, por forma a dar sentido às suas experiências. Desse modo, a criança vai construindo os seus próprios significados para as palavras, nomeadamente os termos científicos que vai adquirindo. Durante muito tempo essa componente do trabalho de Piaget não foi valorizada nos currícula e nos métodos de ensino-aprendizagem (Osborne & Freyberg, 1991), em resultado da maior relevância por ele atribuída e do maior impacto produzido pela teoria de desenvolvimento cognitivo através de estádios gerais sequenciais e cronologicamente situados, tendente a considerar a existência de um sujeito epistémico (Lautrey, 1980). A partir da década de 70 o levantamento de concepções intuitivas (também designadas por pré-conceitos, concepções alternativas, estruturas alternativas e “ciência” das crianças, conforme os autores) e o estudo da sua natureza e interacção com o ensino formal das Ciências passou a ocupar múltiplos investigadores (Novak, 1977; Driver & Easley, 1978; Erickson, 1979; Ausubel, 1980; Gilbert, Osborne & Fensham, 1982, Driver, Guesne & Tiberghien, 1985; Osborne & Freyberg, 1991). Esta temática adquiriu o estatuto de uma área problemática de investigação em educação em Ciência, tendo tais ideias deixado de ser consideradas simples erros a corrigir por via de explicações do professor, passando a ser reconhecidas como formas naturais de pensamento da criança no percurso evolutivo da sua compreensão do mundo. Segundo Osborne & Freyberg (1991),

(...) as crianças, tal como os cientistas, são curiosas acerca do mundo em torno delas, e acerca de como e porquê as coisas se comportarem como se comportam. As crianças naturalmente tentam que o mundo em que vivem tenha um sentido em termos da sua experiência, dos seus conhecimentos do seu quotidiano e da sua utilização da linguagem (Osborne & Freyberg, pg. 13, 1991).

Segundo Driver e outros (1985) tais ideias intuitivas das crianças e jovens:

a) Têm um carácter pessoal, ou seja, elas dependem do modo particular como cada sujeito interioriza e dá significado às suas experiências. É em função da natureza pessoal de tais ideias que muito frequentemente elas são diferentes e até contraditórias com as correspondentes ideias científicas;

b) Apresentam-se incoerentes e contraditórias, do ponto de vista científico, sem que no entanto os alunos disso se dêem conta, mesmo quando confrontados com tais contradições e incoerências. A criança não dispõe do critério científico de detecção das incoerências e contradições referidas, ou seja, um quadro de referência unificador de uma ampla gama de fenómenos, o que possibilita que as crianças percepcionem fenómenos da mesma natureza como substancialmente diferentes, ou aspectos particulares de um mesmo fenómeno como radicalmente diferentes, sem que do seu ponto de vista haja contradição ou perda de coerência;

c) São estáveis e resistentes à mudança, prevalecendo frequentemente sobre as ideias científicas formalmente ensinadas na escola, e mesmo contra a evidência em contrário.

A abundante investigação neste domínio recomenda que

(...) se não soubermos o que as crianças pensam e porque pensam desse modo, teremos uma reduzida probabilidade de produzir impacto com o nosso ensino independentemente da habilidade com que o fizermos (...) As semelhanças e diferenças entre a ciência das crianças e a ciência dos cientistas são de uma importância crucial para o ensino e aprendizagem da ciência. (Osborne & Freyberg, 1991).

A intervenção ao nível do ensino das Ciências, em duas classes do 1º ciclo, de que este relatório dá conta, toma como ponto de partida as ideias das crianças acerca dos problemas e situações em questão, procura-se fazer um acompanhamento da evolução das ideias dos alunos no decurso das actividades de aprendizagem e no final, sempre que se considera adequado, propõe-se aos alunos que reflectam sobre as diferenças entre as ideias que tinham antes e depois das actividades de aprendizagem. Em algumas actividades são desde logo fornecidas no guia do professor ideias já identificadas em estudos efectuados noutros países, e propõem-se experiências de aprendizagem que desafiam e põem em causa tais ideias (Driver, et al, 1985). Fazer os alunos falarem no desenvolvimento das actividades entre si, nos grupos de trabalho,

com o professor e investigador, em plenário de turma, exprimindo o seu pensamento e ouvindo opiniões diferentes e contrárias de outros, foi uma estratégia, quer de identificação das ideias dos alunos (Pope & Gilbert, 1983), quer de modificação das mesmas.

O presente estudo, ao adoptar o princípio pedagógico de partir das ideias intuitivas das crianças para ideias mais científicas, por via dos processos científicos, insere-se também no domínio do levantamento de concepções intuitivas relativamente aos vários tópicos científicos abordados.

2. 4. No domínio da formação de professores

O problema que neste estudo se enfrenta é fundamentalmente um problema prático. *Os problemas práticos são problemas sobre o que fazer (...) a sua solução só se encontra fazendo algo* (Carr, 1989). Considerando que o presente estudo tem como objectivo fundamental contribuir para uma efectiva modificação das práticas no 1º ciclo no domínio das Ciências da Natureza, e mais do que isso contribuir para a modificação das práticas em geral, o que fazem os professores e o que será desejável que façam, é uma importante dimensão do estudo. Por isso não poderia a *formação de professores* deixar de ser um dos domínios em que ele se insere. A própria estratégia de intervenção experimental no ensino das Ciências de que este relatório dá conta, é em si mesma uma estratégia de formação dos professores envolvidos na experiência. Desse processo é de esperar que se retirem dados e elementos de reflexão tendo em vista recomendações no domínio da formação de professores.

Vários outros autores (Harlen, 1983; Cobble & Rice, 1984; Barrow, 1984; Koballa, 1986), consideram que o relativo insucesso dos mais importantes projectos curriculares de Ciências para a escola elementar, tiveram como uma das causas mais determinantes a insuficiente formação dos professores. Segundo Harlen (1983):

Uma das mensagens mais importantes que surge do estudo do impacto produzido pelos diversos esforços de desenvolvimento curricular nos últimos quinze ou vinte anos, é que 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 nas teorias psicológicas, por muito detalhados e sustentados que sejam, jamais poderão ser eficazes se os professores não forem capazes de os compreender e utilizá-los cabalmente. (Harlen, 1983, pg. 185).

Um estudo levado a cabo por Carré e Carter (1990), envolvendo 900 professores primários do Reino Unido, revela que apenas 34 % se sentiam aptos a, autonomamente, ajudarem as crianças a atingirem os objectivos do currículo nacional, no domínio das Ciências. O relatório Weiss, publicado em 1978 nos Estados Unidos, revela que 67 % dos professores não se sentiam devidamente preparados para ensinar Ciências.

Garson (1991) alerta-nos para a necessidade de termos na devida conta o peso do tradicionalismo dos professores, quando se preconiza a modificação das suas práticas. Na mesma linha de pensamento, Crocker (1984) considera que as atitudes dos professores face à inovação dependem da interpretação que os mesmos fazem da inovação pretendida. Do seu ponto de vista, a inovação educacional não terá sucesso se os responsáveis pela sua implementação, os professores, não as interpretarem nos mesmos termos que correspondem às intenções dos que a concebem.

Thomas (1980) e James & Hord (1988) consideram que o principal obstáculo à implementação da educação científica, nos primeiros anos de escolaridade, tem sido o facto de os professores não estarem convencidos da importância da educação científica como parte integrante da educação primária. Esse facto provavelmente induz os professores a pensarem que o investimento nas Ciências da Natureza resulta em prejuízo das áreas curriculares consideradas prioritárias, como a leitura, a escrita e o cálculo. A abordagem desta questão terá, pois, que assumir uma especial ênfase ao nível da formação de professores.

Do ponto de vista do investigador, o perfil de um bom professor do 1º ciclo do Ensino Básico no domínio da educação científica terá, entre outros, os seguintes elementos:

- a) Disponibilidade para a mudança e a inovação;
- b) Reconhecimento da importância educativa das Ciências da Natureza para as crianças do 1º ciclo;
- c) Domínio de conhecimentos e processos da Ciência;
- d) Atitudes positivas face à Ciência e ao ensino das Ciências;
- e) Domínio de métodos de ensino das Ciências adequados ao 1º ciclo.

3. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A ideia de que as crianças em idade do 1º ciclo possam ser ensinadas a pensar e agir cientificamente é para os professores no nosso país em geral, qualquer que seja o nível de ensino que leccionem, uma ideia bastante bizarra. É algo para o que não se considera que essas crianças estejam intelectualmente maduras. O investigador verificou que muitas das investigações científicas que crianças de 9/10 anos conseguem realizar situam-se no domínio do pensamento formal, do ponto de vista da teoria de Piaget. Talvez a excessiva rigidez e estatismo com que os educadores e professores se fixaram na teoria dos estádios de desenvolvimento cognitivo tenha contribuído para dar corpo àquela ideia.

Por outro lado temos a percepção de que ao nível das instituições de formação, o muito baixo nível de conhecimentos científicos dos candidatos a professores do 1º ciclo é tida como preocupação fundamental, vista segundo a perspectiva de formadores na maior parte dos casos recrutados entre professores do Ensino Secundário ou do 2º ciclo, logo sem uma experiência ou um conhecimento empírico da realidade educativa do 1º ciclo. Nestas circunstâncias o modelo de formação

constituído por uma disciplina de Ciências, integrada ou organizada em vários módulos, seguida de uma disciplina de Didáctica das Ciências, muito dificilmente se subordinará às necessidades de aquisição de competências para promover a educação científica das crianças. Esta circunstância, a par da ideia e prática dominante de se conceder às Ciências da Natureza um carácter subsidiário, pode facilmente fazer as instituições e os formadores resvalarem para uma atitude administrativa relativamente às Ciências. Por outras palavras, há que responder à obrigatoriedade de preencher o tempo das aulas de Ciências com alguma coisa, não importa muito o quê, uma vez que constam do currículo de formação, abandonando-se uma postura verdadeiramente profissionalizante com vista à educação científica das crianças.

Considerando, quer os futuros professores, quer os professores já em exercício, ambos com baixo nível de conhecimentos científicos e atitudes negativas face à Ciência - e estes últimos em geral sem formação e experiência de um efectivo ensino das Ciências - está fortemente instalada a dúvida sobre se será possível com tal matéria humana avançar para uma efectiva educação científica das nossas crianças. Em geral a atitude dos especialistas das Ciências - os Físicos, os Químicos, os Biólogos, os Geólogos, etc. - têm a resposta simples e tradicional: *não se pode ensinar Ciência sem saber Ciência*. Esta formulação sugere toda a ênfase num ensino da Ciência que tem sido entendida como simples transmissão de conceitos científicos. Contudo, dadas as características das pessoas que normalmente enveredam pela profissão de professor do 1º ciclo, essa experiência não tem sido bem sucedida. Certa literatura, corroborada pela experiência e reflexão do investigador sobre a sua actividade de formador, sugere uma perspectiva segundo a qual os professores ou futuros professores vivenciem oportunidades de testarem e explorarem as suas próprias ideias, potenciadoras de atitudes mais favoráveis face à Ciência, e de maior

disponibilidade mental para posterior estudo e compreensão dos conceitos. Esse processo seria concomitante com a abordagem metodológica do ensino-aprendizagem das crianças.

Atentas as circunstâncias referidas - a) a descrença quanto à maturidade intelectual das crianças do 1º ciclo para aprenderem a pensar e agir cientificamente; b) a percepção de que em geral os modelos de formação adoptados nas instituições de formação não têm contribuído para que os novos professores promovam uma efectiva educação científica das crianças; e c) a dúvida instalada de que seja possível, com os alunos que temos nas instituições e os professores em exercício, torná-los capazes de promoverem a educação científica - decidiu o investigador levar a cabo um projecto de investigação-acção na sala de aula em duas turmas do 4º ano, no domínio do ensino-aprendizagem das Ciências, com envolvimento directo do professor e do investigador em regime de *team-teaching*. O projecto de investigação-acção tinha em vista contribuir para responder às seguintes questões:

1. Do ponto de vista do aluno

1.1. Que concepções intuitivas revelam os alunos em relação aos tópicos científicos que serão objecto de ensino-aprendizagem? Como promover a evolução dessas ideias para ideias mais “científicas”?

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

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

1.4. Haverá alguma interacção 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?

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

2. Do ponto de vista dos professores

2.1. Será possível com os professores que temos - com muito baixo nível de conhecimentos científicos, atitudes negativas face às Ciências e sem formação nem experiência de ensino das Ciências - torná-los aptos a promover a educação científica dos alunos do 1º ciclo ?

2.2. Que transformações se dão nos professores envolvidos, em termos das suas concepções e práticas pedagógicas, no decurso do projecto de intervenção?

2.3. Que estratégias de formação sugere a experiência no domínio da aquisição de competência científica?

2.4. Que estratégias de formação sugere a experiência no domínio da aquisição de competências pedagógicas para promover a educação científica?

3. Do ponto de vista das instituições de formação

3.1. Que estratégias de formação de formadores, são sugeridas pela investigação, tendo em vista a efectiva aquisição de competências para a educação científica?

3.2. Que formas de articulação são desejáveis entre a aquisição de competência científica e aquisição de competências em Didáctica das Ciências?

As questões relativas ao aluno são as que constituem o cerne do projecto de investigação. As questões relativas aos professores e às instituições de formação, sendo embora da maior relevância, ocupam neste estudo um lugar secundário, sendo abordadas a título de reflexão, partindo dos resultados obtidos ao nível dos alunos.

Espera-se que, através de uma metodologia de investigação-acção, os alunos evoluam das suas ideias intuitivas para níveis de conhecimento e compreensão

científica, por um lado, e que desenvolvam competências no domínio dos processos científicos, designadamente a competência de realizar investigações. As crianças, trabalhando em grupo, realizarão actividades científicas beneficiando permanentemente da oportunidade de manipular materiais. Ao professor e investigador cabe o papel de sustentar o fluxo do pensamento e acção nos alunos, na intenção de que a perspectiva científica vá prevalecendo sobre a perspectiva pessoal, contudo, no pressuposto de que a perspectiva científica só faz sentido para o aluno se for pessoalmente construída e não simplesmente “inoculada” do exterior.