

Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: "Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas"

Pedro Reis^{1, 2}, Sara Rodrigues¹ e Filipa Santos¹

¹Escola Superior de Educação de Santarém. Portugal. E-mail: PedroRochaReis@netcabo.pt

²Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Resumo: Actualmente, a compreensão da natureza da ciência é considerada um aspecto essencial da literacia científica, indispensável à avaliação informada, crítica e responsável das propostas científicas e tecnológicas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002; Millar e Osborne, 1998).

O presente trabalho descreve um estudo qualitativo das concepções acerca da natureza da ciência de um grupo de 48 alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico (2º e 4º anos de escolaridade). Através da análise de conteúdo dos enredos de histórias e de desenhos sobre o trabalho de cientistas, elaborados pelos alunos, identificaram-se possíveis concepções acerca do empreendimento científico e da actividade dos cientistas. Posteriormente, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas a alguns participantes com o intuito de discutir algumas ideias incorporadas nesses documentos.

Esta investigação permitiu constatar as potencialidades deste dispositivo metodológico no diagnóstico das concepções dos alunos sobre as características, a actividade e as motivações dos cientistas. Verifica-se que para a maioria dos participantes, a realidade da ciência consiste num conjunto de ideias estereotipadas e distorcidas veiculadas pelos meios de comunicação social. Constata-se, ainda, a ausência de qualquer tipo de intervenção da escola na análise crítica dessas ideias e na discussão de aspectos da natureza da ciência. Com base nestes resultados são apresentadas algumas implicações educativas.

Palavras-chave: Natureza da ciência, concepções dos alunos, desenhos de cientistas, histórias sobre cientistas.

Title: Primary school students' conceptions about scientists: "Potions, machines, monsters, inventions and other crazy things".

Abstract: Currently, understanding the nature of science is regarded as an essential aspect of scientific literacy, vital to an informed, critical and responsible assessment of the scientific and technological policies and proposals (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Millar e Osborne, 1998).

This paper describes a qualitative study about the conceptions of a group of 48 primary school students (2nd and 4th grades) regarding the nature of science. By analyzing the content of the plots in stories and pictures the students created about scientists' work, possible conceptions about scientists' scientific endeavor and activity were identified. Then some of the participants underwent semi-structured interviews in order to discuss some of the ideas included in those documents.

This research revealed the potential of this methodological approach in diagnosing students' conceptions about scientists' characteristics, activity and motivations. The reality of science was found to consist, for most participants, of a set of stereotypical, distorted ideas conveyed by the media. The absence of any form of intervention on behalf of the school concerning the critical analysis of these ideas and discussing aspects of the nature of science was also noted. Based on these results, several educational implications are presented.

Keywords: Nature of science, students' conceptions, drawings of scientists, stories about scientists.

Enquadramento teórico

Actualmente, a aprendizagem acerca da natureza da ciência e da sua relação com a sociedade e a cultura constitui um aspecto importante dos currículos de ciência, tão valorizado como a aprendizagem de conteúdos e de procedimentos científicos (McComas, 2000), constituindo uma ponte importante entre a cultura dos cientistas em actividade e a cultura científica escolar (Sorsby, 2000). No *Currículo Nacional do Ensino Básico* (Ministério da Educação, 2001), em que se encontram definidas as competências a atingir no ensino básico em Portugal, esta preocupação é notória: "O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo".

A compreensão da natureza da ciência tem sido identificada como um dos aspectos essenciais da literacia científica, indispensável à avaliação informada, crítica e responsável das políticas e das propostas científicas e tecnológicas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002; Gago, 1994; Millar e Osborne, 1998). Considera-se que, numa sociedade científica e tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania e a democracia só serão possíveis através de uma compreensão do empreendimento científico e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade que permita, a qualquer cidadão, reconhecer o que está em jogo numa disputa sociocientífica, alcançar uma perspectiva fundamentada e participar em discussões, debates e processos decisórios.

Frequentemente, a designação "natureza da ciência" refere-se à epistemologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998). A natureza da ciência combina

aspectos da história, sociologia e filosofia da ciência com investigação das ciências cognitivas (nomeadamente, da psicologia) na tentativa de obter uma descrição rica do que é ciência, como funciona, como operam os cientistas como grupo social e como a própria sociedade, simultaneamente, dirige e reage aos esforços científicos (McComas, Clough e Almazroa, 2000).

Ao longo de várias décadas, têm sido realizadas investigações com o objectivo de se estudarem as concepções dos alunos acerca da natureza do empreendimento científico, ou seja, do que é a ciência, de como ela funciona, de como os cientistas trabalham como grupo social e de como a sociedade influencia e é influenciada pelo empreendimento científico. As concepções constituem formas pessoais, perspectivas ou filosofias que diferem de pessoa para pessoa. Podem ser definidas como estruturas mentais conscientes ou subconscientes formadas por crenças, conceitos, significados, regras, imagens mentais e preferências, inerentes a cada indivíduo. A importância destas concepções consiste no facto de serem orientadas pelo pensamento individual de cada sujeito, influenciando o seu comportamento, reflectindo-se na acção.

Muitos dos estudos sobre as concepções dos alunos acerca da ciência, recorreram à aplicação de questionários com itens de escolha múltipla ou de resposta aberta (Canavarro, 1997; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz, 2002; Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001; Ryan e Aikenhead, 1992; Solomon, 1994;) ou à realização de entrevistas aos alunos (Driver, Leach, Millar e Scott, 1996). Outros envolveram a análise de desenhos, representando cientistas, feitos pelos alunos e acompanhados, por vezes, de uma descrição escrita das figuras desenhadas (Chambers, 1983; Fort e Varney, 1989; Matthews, 1994; Mead e Métraux, 1957). Outros, ainda, basearam-se na análise e discussão de histórias de ficção científica, elaboradas pelos alunos, sobre o trabalho de um grupo de cientistas (Reis, 2004; Reis e Galvão, 2004). Neste último caso, acredita-se que o enredo das histórias inclui indícios das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico passíveis de aprofundamento e clarificação através de entrevista semi-estruturada.

O conjunto de investigações realizadas com base nestes instrumentos revela que os alunos apresentam diversas ideias estereotipadas sobre os cientistas, nomeadamente:

1. A imagem caricaturada do cientista – descrevendo o cientista como um homem de idade, careca (por vezes, algo louco ou excêntrico) que usa óculos e bata branca, trabalha sozinho e faz experiências perigosas (de resultados completamente imprevisíveis) num laboratório ou numa cave, com o objectivo de fazer descobertas.
2. O cientista como vivisseccionista – representando o cientista como uma pessoa disposta a infligir sofrimento em animais inocentes através da realização de experiências com resultados imprevisíveis.
3. O cientista como pessoa que sabe tudo – descrevendo o cientista como uma pessoa com imensos conhecimentos e que, como tal, conhece antecipadamente os resultados das experiências.

4. O cientista como tecnólogo – concebendo o cientista como um inventor de artefactos (e não de conhecimentos) destinados a auxiliar a população.

5. O professor como cientista – vendo os seus professores como cientistas com imensos conhecimentos que, pelo facto de já terem realizado as “experiências”, já conhecem as “respostas certas”.

6. Os alunos como cientistas – considerando que os alunos também podem ser cientistas e recorrendo à sua experiência pessoal nas aulas para descreverem a actividade científica como a realização de experiências que nem sempre “funcionam”.

7. O cientista como empresário – descrevendo o cientista como uma pessoa que, motivada pelo lucro, procura novos conhecimentos e produtos de forma competitiva e desleal.

O primeiro estudo sobre esta temática, realizado por Mead e Metraux (1957), envolveu a aplicação de um questionário a 43500 alunos (de 145 escolas) do ensino secundário dos Estados Unidos da América. As respostas a este questionário (constituído por frases que deveriam ser completadas pelos alunos) permitiram constatar que os inquiridos percepcionavam a ciência (e o trabalho dos cientistas) como algo positivo, sem o qual a humanidade não poderia sobreviver. Contudo, muitos afastavam por completo a possibilidade de uma carreira profissional futura como cientista ou de um casamento com um cientista, por sentirem o empreendimento científico como um trabalho perigoso e solitário. Para estes alunos, o cientista é uma pessoa aborrecida que negligencia a família e não tem vida social, nenhum outro interesse intelectual, nenhum passatempo ou forma de relaxar. Na opinião da maioria dos alunos envolvidos neste estudo, o cientista é essencial ao desenvolvimento da sociedade; é um ser humano notável, brilhante e dedicado, com poderes muito superiores aos do cidadão comum, cujas investigações pacientes e prolongadas, sem preocupação por dinheiro ou fama, conduzem a curas médicas, asseguram o progresso técnico e protegem-nos de ataques. Logo, consideram que a Humanidade precisa deles e lhes deve estar grata.

Vários anos depois, Chambers (1983) constrói e utiliza pela primeira vez o teste DAST (*Draw a scientist test*). Através da aplicação deste teste, em que se pede aos participantes para desenharem um cientista, constatou que os alunos recorriam sistematicamente a um conjunto de estereótipos: a bata branca, os óculos, a barba, símbolos de investigação (instrumentos e equipamento científicos), símbolos de conhecimento (por exemplo, livros e arquivos/ficheiros), fórmulas e a utilização da expressão *eureka*.

Mais recentemente, Fort e Varney (1989) analisaram os desenhos legendados de cientistas, elaborados por 1654 alunos americanos do 2º ao 12º ano de escolaridade, tendo verificado o predomínio das representações de cientistas brancos do sexo masculino, com as características estereotipadas referidas por Chambers (1983). Neste estudo, 99% dos rapazes e 86% das raparigas desenharam cientistas do sexo masculino e apenas 8% da totalidade dos alunos desenharam cientistas do sexo feminino. Ao contrário de outros estudos, a imagem estereotipada do cientista “louco” não foi muito frequente.

Todas as descrições de cientistas loucos basearam-se em imagens veiculadas por filmes, séries de televisão, livros ou revistas. Nesses casos, foram notórias as influências de obras como *Frankenstein* e *Dr. Jekyll & Mr. Hyde*. O filme "Regresso ao futuro" constituiu a maior fonte de inspiração para os trabalhos dos alunos por ser o filme mais recente e mais divulgado (bastante popular durante a realização do estudo). Vários alunos utilizaram personalidades históricas como modelos para os cientistas dos seus desenhos: Albert Einstein, Thomas Edison, Louis Pasteur, Benjamin Franklin, Jacques Costeau, Marie Curie, Isaac Newton, Galileo Galilei, Alexander Graham Bell, Carl Sagan e Aristóteles. Alguns alunos fazem referência aos seus pais. Outros referem os seus professores. Um bom número de crianças vê como cientista qualquer pessoa que tenha interesse e curiosidade sobre o mundo – o que faz com que eles próprios se incluam nesta classe ou incluam amigos ou adultos seus conhecidos.

Existem evidências de que os meios de comunicação são responsáveis pela veiculação de imagens estereotipadas e distorcidas atrás referidas (Aikenhead, 1988; Fort e Varney, 1989; Matthews e Davies, 1999; Reis e Galvão, 2004). Aikenhead (1988) constatou que os alunos são unânimes na indicação dos desenhos animados – por exemplo, *Bugs Bunny* e *The Muppets* – e dos filmes – *Frankenstein*, *Dr. Jekyll e Mr. Hyde* – como os grandes responsáveis pela veiculação destes estereótipos acerca da ciência e dos cientistas.

Matthews e Davies (1999), num estudo em que aplicaram o teste DAST e entrevistaram 281 alunos do ensino primário (5-11 anos), constataram que apenas 5% das crianças se recordam dos seus professores do ano anterior terem falado acerca da ciência e dos cientistas, apesar de 33% se recordarem de terem discutido ciência sem qualquer referência aos cientistas. Apenas 5% dos alunos referiram directamente os professores ou as experiências escolares como a principal influência nos seus desenhos. Considerando influências externas à sala de aula, as crianças referiram que tinham visto figuras de cientistas em livros (83%), televisão (72%), livros de banda desenhada (44%), museus (17%), posters (17%) e "na rua" (5%). Com base nos resultados obtidos, Matthews e Davies sugerem que os principais factores que afectam o desenvolvimento das imagens das crianças acerca dos cientistas durante os 6-7 anos são na sua maioria exteriores à escola.

Também Mason, Kahle e Gardner (1991), numa investigação em que utilizaram o DAST para estudar as atitudes dos estudantes face à ciência e aos cientistas, verificaram que as concepções dos alunos eram fortemente influenciadas por filmes e livros de banda-desenhada, que mostravam os cientistas como indivíduos do sexo masculino, loucos e anti-sociais.

Mead e Metraux (1957) consideram que algumas alterações nos *media* poderiam ter consequências importantes na correcção da imagem distorcida que os alunos possuem sobre a ciência e o empreendimento científico. Referem que se torna necessário que os *media* enfatizem mais o lado real e humano da ciência, mostrando os cientistas a trabalhar em grupos, a partilhar problemas e não como máquinas que trabalham de forma isolada e solitária. Sugerem ainda

que imagens de cientistas de diferentes idades, sexos, nações, a trabalhar juntos, poderiam funcionar como um elemento preponderante na transformação de concepções negativas sobre a ciência.

Bowtell (1996) afirma que não existe nada de errado com a existência de estereótipos a não ser que não existam "contra imagens", isto é imagens dos cientistas que se oponham ou que sejam diferentes umas das outras, daí a importância de se reflectir sobre estas imagens em contexto de sala de aula.

Para além das possíveis influências dos meios de comunicação social, alguns autores acreditam que a escola também contribui, implícita e explicitamente, para a construção de concepções limitadas acerca da natureza da ciência (Monk e Dillon, 2000; Reis, 2004). A "ciência escolar" ao privilegiar a ilustração, verificação e memorização de um corpo de conhecimentos perfeitamente estabelecido e não controverso, apresenta a ciência como um processo objectivo, isento de valores, que conduz a verdades absolutas, inquestionáveis, através da observação rigorosa de regularidades nos fenómenos e do estabelecimento de generalizações. No entanto, a "ciência real" é bem diferente. Os especialistas entram frequentemente em conflito, pois as controvérsias sociocientíficas não podem ser resolvidas simplesmente numa base técnica ao envolverem hierarquizações de valores, conveniências pessoais, pressões de grupos sociais e económicos, etc. (Sadler e Zeidler, 2004).

Cabe à educação científica promover uma compreensão básica do empreendimento científico (nomeadamente, da actividade dos cientistas) e desenvolver os conhecimentos, as capacidades e as atitudes indispensáveis à compreensão e à análise crítica das notícias sobre ciência e tecnologia divulgadas pelos meios de comunicação social. A escola deverá concentrar-se na discussão e na modificação de todo um conjunto de ideias estereotipadas sobre a ciência e os cientistas (partilhadas por muitos cidadãos) que: a) deturpam seriamente a natureza da ciência e a prática científica; b) desencadeiam reacções emocionais fortes contra a ciência e a tecnologia; c) desencorajam muitos alunos de prosseguirem estudos em ciência; e d) dissuadem os alunos do escrutínio crítico, ao apresentarem o conhecimento científico como uma colecção de afirmações fixas, não negociáveis e autoritárias efectuadas por especialistas, contribuindo para a dependência intelectual dos alunos relativamente a outras pessoas e para uma sensação de falta de poder.

A ignorância e o medo da ciência e da tecnologia podem escravizar os cidadãos na servidão do século XXI, tornando-os estranhos na sua própria sociedade e completamente dependentes da opinião de especialistas (Prewitt, 1983).

Metodologia

A investigação aqui apresentada, de índole qualitativa, procurou estudar as concepções, de um grupo de alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico acerca da natureza da ciência, nomeadamente, sobre o empreendimento científico e o

trabalho dos cientistas. O estudo procurou responder a um conjunto de questões:

1- Quais as concepções de um grupo específico de alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico acerca da natureza da ciência?

2- Quais as concepções desse grupo de alunos, acerca das características e da actividade dos cientistas?

3- Quais as possíveis origens dessas concepções?

A natureza complexa dos objectos em estudo (concepções dos alunos), associada à impossibilidade de identificar e controlar os inúmeros factores que contribuem para esta complexidade, justifica a adopção de uma abordagem qualitativa (Merriam, 1988).

Nesta investigação participaram 48 alunos de duas turmas, de duas escolas do 1º Ciclo da cidade de Santarém (24 alunos do 2º ano e 24 alunos do 4º ano; 29 meninos e 19 meninas). Estes dois grupos de alunos correspondem às turmas com quem a segunda e a terceira autoras deste estudo realizaram a sua prática pedagógica, incluída no último ano do Curso de Professores do 1º Ciclo da Escola Superior de Educação de Santarém.

Durante duas aulas, separadas por um intervalo de duas semanas, solicitou-se a cada um dos alunos, respectivamente: a) a representação gráfica de um grupo de cientistas a trabalhar através de um desenho legendado; e b) a redacção de uma história imaginando um grupo de cientistas a trabalhar numa situação concreta à sua escolha.

Acredita-se que tanto os enredos das histórias como os desenhos dos cientistas reflectem uma combinação intrincada: a) das ideias dos alunos acerca da ciência e dos cientistas; b) de imagens provenientes dos meios de comunicação social, de filmes e de livros de banda desenhada; e c) do conjunto de elementos que os alunos identificam como parte integrante de um bom desenho de um cientista ou de uma boa história de ficção científica. Logo, a análise destas fontes de informação pretendeu identificar possíveis concepções dos alunos acerca do empreendimento científico e do trabalho dos cientistas passíveis de posterior discussão através de entrevista. Assim, depois de uma análise inicial dos desenhos e das histórias pelos investigadores, e dada a impossibilidade de se entrevistarem todos os participantes, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas apenas a alguns dos alunos (N = 8) com o intuito de esclarecer, aprofundar e discutir as ideias incorporadas nestes documentos. A selecção deste conjunto de alunos baseou-se em vários critérios: (1) terem realizado os desenhos e as histórias sobre o trabalho dos cientistas; (2) terem autorização dos seus encarregados de educação para serem entrevistados em horário extra-lectivo; (3) possuírem níveis de desempenho académico diversificados; e (4) pertencerem a ambos os sexos. Cada entrevista foi orientada por um guião específico para cada um dos oito alunos (construído a partir da análise dos seus trabalhos) e gravada em suporte áudio de forma a permitir o posterior acesso à totalidade do discurso.

Tanto as histórias como as transcrições das entrevistas foram sujeitas a análise de conteúdo, através de um processo de análise categorial (Bardin, 1970; Bogdan e Biklen, 1992), que procurou extrair as concepções implícitas acerca da natureza da ciência. Esta análise envolve a classificação dos elementos constitutivos de um texto de acordo com determinadas categorias susceptíveis de introduzir ordem na aparente desordem dos dados em bruto. As categorias são definidas em função do que se procura ou se espera encontrar, proporcionando uma representação simplificada e condensada dos dados brutos. O processo de construção de categorias, apesar de essencialmente intuitivo, é influenciado pelos objectivos e enquadramento teórico do estudo. Envolve a comparação das diferentes unidades de informação, com o objectivo de se detectarem regularidades recorrentes entre os dados disponíveis. A leitura repetida e a análise aprofundada de cada um dos conjuntos de dados de investigação permitiram, numa primeira fase, a classificação dos elementos de significação de acordo com categorias definidas previamente e, numa segunda fase, a sua distribuição por sub-categorias mais específicas que emergiram durante este processo.

A análise dos desenhos foi realizada com a ajuda de um guião construído a partir da adaptação de vários instrumentos utilizados noutros estudos (Chambers, 1983; Finson, Beaver e Cramond, 1995; Matthews, 1994) e da inclusão de outros aspectos considerados pertinentes pela equipa de investigadores. A análise das diferentes fontes de informação foi efectuada colaborativamente pelos investigadores, tendo-se procedido à discussão das diferentes interpretações e das discrepâncias que emergiram durante o processo de classificação. Desta forma, procurou-se enriquecer o processo de interpretação dos dados recolhidos (Ludke e André, 1986).

O recurso a diferentes métodos de recolha de dados (desenhos, histórias e entrevistas) e a uma análise de conteúdo efectuada por mais do que um investigador pretendeu aumentar o rigor e a profundidade da investigação, reduzindo o risco de distorções sistemáticas inerentes à utilização de um único método (Denzin e Lincoln, 1994) ou de interpretações provenientes de um único investigador. O cruzamento ou triangulação de informações obtidas através de instrumentos distintos contribuiu para um mapeamento mais completo e profundo das concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. Como afirma Denzin (1970), "as falhas de um método são frequentemente os pontos fortes de outro, e pela combinação de métodos, os observadores podem alcançar o melhor de cada um e ultrapassar as respectivas deficiências" (p. 308).

Na redacção deste trabalho recorreu-se à apresentação de alguns desenhos e excertos de histórias com o objectivo de ilustrar e substanciar as interpretações efectuadas. Esta estratégia pretende aproximar o leitor das pessoas em estudo e convencê-lo da plausibilidade do que se expõe (Bogdan e Biklen, 1994).

Apresentação e discussão dos resultados

Esta secção do trabalho divide-se em duas sub-secções. A primeira é constituída por quatro pequenos estudos de caso centrados em alunos das duas turmas envolvidas na investigação (dois casos correspondentes a uma aluna e a um aluno do 2º ano de escolaridade e outros dois casos sobre uma aluna e um aluno do 4º ano de escolaridade). Estes alunos foram escolhidos aleatoriamente de entre os vários participantes que tinham sido entrevistados. Procurou-se apenas que no final se obtivesse um conjunto equilibrado de crianças de ambos os géneros e turmas. Em cada um destes casos apresenta-se e analisa-se o desenho e a história elaborados pelo(a) respectivo(a) aluno(a).

A segunda sub-secção apresenta a análise global das informações provenientes da totalidade dos participantes no estudo, obtidas através dos desenhos, das histórias sobre o trabalho dos cientistas e das entrevistas semi-estruturadas.

Ambas as sub-secções pretendem recolher evidências das concepções dos alunos sobre a natureza da ciência (nomeadamente, acerca das características e da actividade dos cientistas) e das suas possíveis origens. Enquanto os estudos de caso permitem construir um retrato individualizado das concepções dos respectivos alunos, a análise global pretende evidenciar as grandes tendências das concepções do conjunto de alunos.

Estudos de Caso

1- O caso da Ana: "O cientista é uma pessoa que inventa coisas malucas que depois as pessoas usam"

A Ana tem 7 anos e frequenta o 2º ano. É uma aluna com bom desempenho académico, muito atenta nas aulas e que gosta muito de actividades manuais. É extrovertida e amiga das professoras e dos seus colegas. Os seus passatempos preferidos são: *Karaté*, dança, cerâmica e música.

Considera-se uma boa aluna, pois segundo a própria "tive quase tudo certo [nas fichas e nos testes], e gosto de estudar...". A área curricular que mais gosta é a Matemática, pois gosta "de fazer contas e da tabuada". Por outro lado, a área curricular menos apreciada é o Estudo do Meio, considerada mais difícil pela quantidade de termos que envolve e mais aborrecida por passarem "o tempo a escrever". As suas aulas preferidas são aquelas que envolvem Educação Física ou uma visita à biblioteca ou à sala de informática.

Quando for grande gostaria de ser professora de *Karaté*. Pelo contrário, não coloca a hipótese de vir a ser uma cientista pois está convencida que não possui as inúmeras capacidades intelectuais necessárias a um profissional "que constrói e inventa coisas". Para além disso considera que os cientistas são "algo loucos" (ideia patente tanto no desenho como na história que elaborou: figura 1 e história 1).

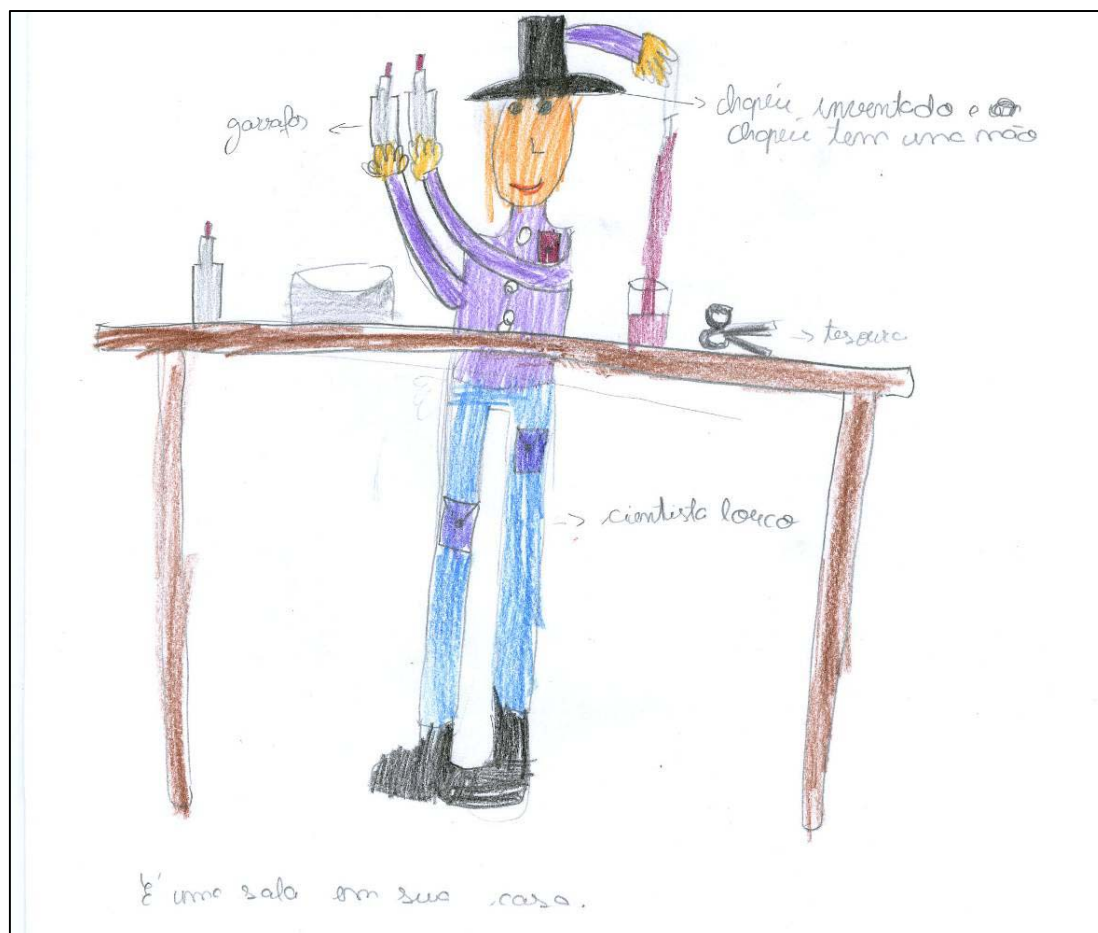


Figura 1.- Desenho sobre cientistas elaborado pela Ana.

O Cientista Louco

"Era uma vez um cientista louco que fazia ciências mesmo loucas.

Num dia fez um microscópio que se fazia assim: primeiro, dois tubos, um largo e um fino, encaixa-se o fino no largo, duas lentes para por nos dois lados dos tubos e por fim enfeitou-se depois já podes usar o teu microscópio."

História 1.- História sobre cientistas redigida pela Ana.

A Ana acredita que "os cientistas são pessoas que inventam coisas malucas, para depois as restantes pessoas usarem", o que é bem ilustrado pela sua história – em que o cientista constrói um microscópio – e pelo desenho – em que o cientista representado "inventou um chapéu com uma mão para o poder ajudar nas suas experiências". Realizam também experiências: "coisas giras", "misturas de líquidos coloridos" que Ana tem dificuldade em explicar. Segundo a aluna, os cientistas trabalham sozinhos (concepção patente tanto na história

como no desenho) em laboratórios, onde existem "coisas especiais, coisas para fazer", tesoura, cola, "coisas malucas".

Contudo, na opinião de Ana, a actividade dos cientistas é muito positiva: "construir coisas para ajudar os outros". Para esta aluna, a "loucura" dos cientistas não está associada a nenhum tipo de maldade ou comportamento pouco lícito: trata-se apenas de alguma excentricidade na forma como vive e nas invenções que realiza.

Durante a entrevista, Ana afirmou que obteve estas informações sobre os cientistas através da televisão. À semelhança das crianças que participaram noutros estudos (Matthews e Davies, 1999), parece ter construído a maior parte das suas opiniões e conhecimentos acerca da actividade dos cientistas a partir de programas televisivos, nomeadamente desenhos animados.

2- O caso do Manuel: "O cientista é muito trabalhador e não deve descansar enquanto está a fazer o trabalho"

O Manuel tem 7 anos e frequenta o 2º ano. É um aluno com um desempenho escolar médio, sossegado e que gosta muito de conversar com os seus amigos (o que motiva algumas distrações). É muito amigo dos seus amigos e gosta muito das suas professoras. Os seus passatempos preferidos são ver televisão e brincar com o irmão mais novo.

Considera-se um bom aluno pois, segundo o próprio, gosta de estudar e de ler. A sua área curricular preferida é a Matemática que considera divertida. Segundo o Manuel, as aulas de Estudo do Meio não se distinguem das aulas de Língua Portuguesa pois, para além de ler e escrever, nunca realizou nenhuma experiência na sala de aula.

Gostaria de vir a ser futebolista mas também não rejeita a hipótese de vir a ser cientista: uma profissão divertida e onde se "aprendem muitas coisas".

Na opinião do Manuel, os cientistas são "senhores [sexo masculino] que fazem experiências e *robots*" (ou outros produtos tecnológicos como, por exemplo, televisores), o que é evidente no desenho e na história que elaborou (Figura 2 e História 2), onde "o cientista constrói um *robot* para o ajudar". Durante a entrevista, explicou que uma experiência é uma "coisa divertida com que se aprendem muitas coisas que servem para ajudar as outras pessoas".

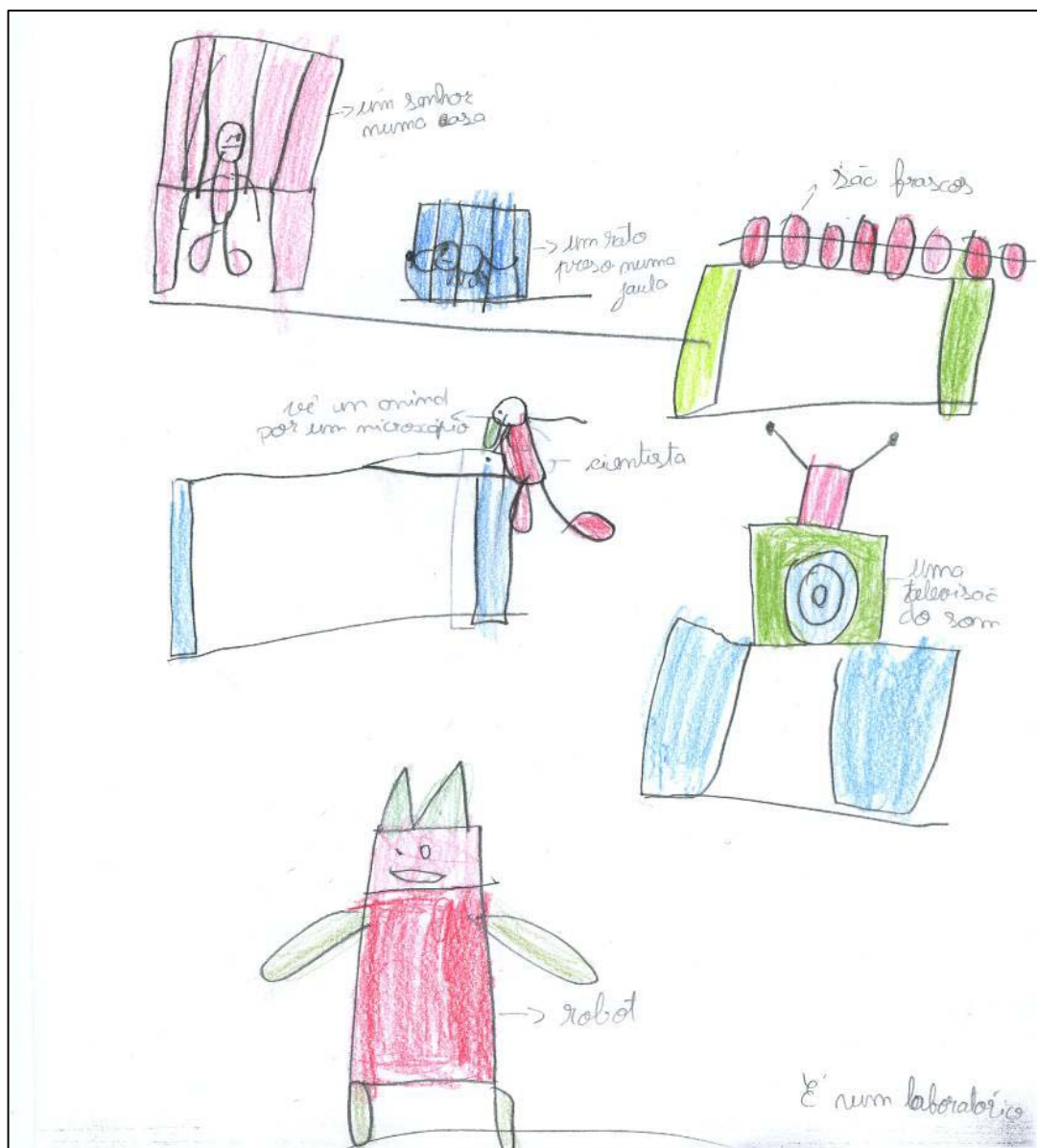


Figura 2.- Desenho sobre cientistas elaborado pelo Manuel.

"Era uma vez dois cientistas que viviam num laboratório e um dia decidiram fazer um robot, mas não conseguiram. No próximo dia tentaram outra vez e o robot mexeu-se e levou o armário.

Um dia o robot desmanchou-se."

História 2.- História sobre cientistas redigida pelo Manuel.

Manuel acredita que a actividade científica é bastante exigente e desgastante, devendo os cientistas “ser trabalhadores e não descansar enquanto estão a trabalhar”. De acordo com este aluno, a quantidade e o ritmo de trabalho justificam a colaboração entre cientistas (ver História 2) ou a existência de um ajudante (um *aprendiz de feiticeiro*). Este “ajudante que também quer ser cientista” é iniciado na actividade científica através de uma aprendizagem prática no próprio laboratório. Logo, na sua opinião, o trabalho do cientista não é uma actividade solitária, envolvendo a colaboração entre várias pessoas.

Segundo o Manuel, o trabalho dos cientistas é efectuado num laboratório e implica: a) a utilização de aparelhos sofisticados (por exemplo: microscópio e várias peças para a construção de *robots* e outras máquinas); b) a realização de experiências em animais; e c) a utilização de materiais de vidro e substâncias químicas necessários para as experiências.

Durante a entrevista foi evidente que este aluno não conseguia explicar a origem dos seus conhecimentos e opiniões sobre a actividade dos cientistas.

3- O caso da Margarida: “Cientistas a fazer experiências malucas...”

A Margarida é aluna do 4º ano e tem 9 anos. Gosta muito de Língua Portuguesa – que considera divertida – e menos de Estudo do Meio – porque tem “coisas muito difíceis”. É uma aluna com algumas dificuldades na Matemática. O facto de ser algo desatenta prejudica o seu desempenho académico.

Margarida tem um óptimo relacionamento com os colegas e a professora. Gosta muito de cantar e, no intervalo das aulas, adora brincar às casinhas com as amigas.

Gostaria de vir a ser veterinária. Também afirma que gostaria de vir a ser uma cientista, porque gosta de “fazer coisas novas”. No entanto, considera que tal só seria possível mediante “muito trabalho”, e não sabe se estará preparada para tal.

A discussão do teor do desenho e da história durante a entrevista permitiu constatar que Margarida evidencia uma concepção de cientista bastante ambígua e contraditória. Na sua opinião, os cientistas são importantes, porque “inventam coisas boas para o mundo e que todos nós precisamos”. Desta forma, parece avaliar positivamente a actividade do cientista, associando-a ao progresso da sociedade. No entanto, simultaneamente, associa o cientista a actividades estranhas e perigosas (como a produção de mutantes, a partir de experiências com animais, e de armamento), motivadas por alguma “loucura” e por objectivos pouco lícitos. Esta associação efectuada no desenho e na história, que poderia indiciar uma mera utilização de elementos curiosos provenientes dos media, acabou por ser confirmada pela aluna durante a entrevista. Logo, constata-se que a opinião de Margarida acerca das características pessoais e da actividade dos cientistas é bastante dúbia e contraditória.

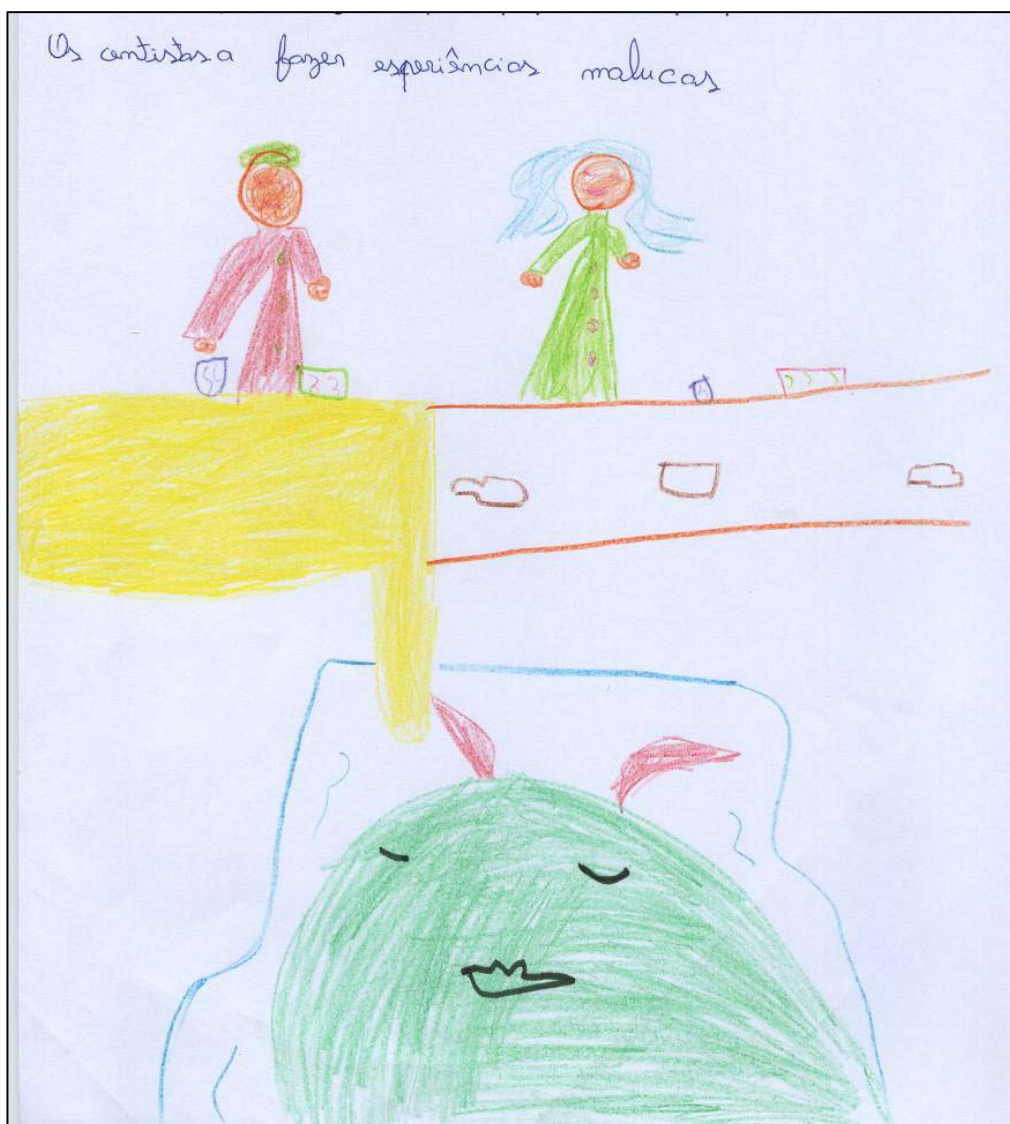


Figura 3. – Desenho sobre cientistas elaborado pela Margarida.

As experiências descritas pela Margarida são "inacreditáveis e bastante difíceis", exigindo a colaboração de vários cientistas (concepção que se reflecte quer na sua história, quer no desenho): "a experiência não podia ser feita só com um cientista, porque dava muito trabalho". Estas experiências são efectuadas em laboratórios, onde existem "garrafas e líquidos" que os cientistas combinam de forma "mágica". Na sua opinião, a experiência "é algo que vem do nada" e que "é feita pelos cientistas, mas não se sabe muito bem porquê: é algo mágico".

A entrevista à Margarida revelou que as suas ideias sobre a ciência e os cientistas foram construídas através dos media, em imagens no telejornal, mas

também em filmes e em histórias, à semelhança de outros estudos (Fort e Varney, 1989).

"Era uma vez um bando de cientistas que tinham um laboratório em Patapólis, faziam aranhas robots, líquidos sujos e tudo mais. Maria, filha de um cientista maluco, um dia teve uma ideia inacreditável, inventou uma tarântula da mente, que dava para controlar o mundo com um simples chip. Seu pai, Dr. Matulão, estava contente com a sua filha Maria e disse-lhe:

- Filha, quero que tu faças umas experiências, tipo um relógio-arma, bomba, com neutralizante.

- Para quê pai? Explica por favor.

- Está bem. Esse relógio vai ser usado nas guerras.

- Estás maluco!

- Eu já sou maluco.

Maria tinha acabado de ter uma ideia, mas precisava de outros cientistas.

- Pai, e se construíssemos um canhão?

- Agora estás tu maluca, apanhaste vírus!

- Não, e se usássemos uma rã e alguns salpicos de vinagre para a poção do canhão?

Maria e os outros cientistas adoraram a ideia.

História 3. – História sobre cientistas redigida pela Margarida.

4- O caso do Pedro: "O Einstein a estudar um 'alien'"

O Pedro estuda no 4º ano e tem 9 anos. É um aluno que gosta muito de desenhar. Tem um bom desempenho académico e uma boa relação com a professora e os colegas. Gosta de aprender e a sua área preferida é a Matemática. Revela muita imaginação na produção escrita, construindo textos muito interessantes.

Trata-se de um aluno com uma grande capacidade de liderança e de trabalho. Gostaria de ser actor e tem muito jeito, encenando pequenos *sketches* humorísticos com os seus colegas, quer nas aulas, quer no *Atelier de Tempos Livres*. Encara muito bem os projectos de grupo, especialmente os que estão relacionados com a expressão plástica.

Gostava de vir a ser um cientista para melhorar o mundo, "apesar de nunca ter feito experiências".



Figura 4.- Desenho sobre cientistas elaborado pelo Pedro.

"Era uma vez um grupo de cientistas amigos que trabalhavam em sua casa a tentar arranjar solução para tudo e descobrir se existiam vidas noutros mundos. E no meio do ano faziam um concurso entre eles e nesse ano ganhou o SAK (o que estudava os outros planetas). Ele descobriu um novo planeta, o planeta BANDICOOT, onde haviam animais com uma mente muito avançada e para o provar, trouxe um desses animais: o CRASH BANDICOOT e preservou-o em tubos de ensaio. Eles estudaram-no muito e tiraram-no da cápsula, ele começou a falar de tecnologia muito avançada. SAK disse:

- Eureka!!!! Ele tem uma mente muito avançada, por isso pode-nos ajudar.

Todos concordaram e fizeram sucesso com as experiências que eles desconheciam."

História 4.- História sobre cientistas redigida pelo Pedro.

Na opinião do Pedro (evidenciada na história e durante a entrevista), os cientistas realizam experiências com o objectivo de melhorar o Mundo (nomeadamente através da resolução de problemas), sendo necessariamente muito espertos e utilizando muitas anotações e computadores. Para realizar estes trabalhos, os cientistas trabalham em equipa. Apesar de ter desenhado um cientista do sexo masculino, para ele os cientistas podem ser de qualquer género ou idade.

No seu desenho representou Einstein como um cientista louco, a estudar um extraterrestre. A imagem estereotipada de Einstein é utilizada por muitas crianças para representar o cientista (Fort e Varney, 1989). Pedro afirma que na realidade os cientistas não podem ser tão "apressados" como os apresentam nos desenhos animados, tendo que fazer as experiências com calma, para os resultados "não saírem mal".

Este aluno considera que as suas principais fontes de informação acerca dos cientistas são a sua mãe, os amigos e a televisão (nomeadamente o telejornal). Afirma que na escola não costuma falar sobre os cientistas, nem fazer experiências.

Análise global dos resultados

Nesta sub-secção apresenta-se a análise global do conjunto de informações obtidas através dos desenhos, das histórias e das entrevistas semi-estruturadas. Esta análise global pretende detectar as grandes tendências das concepções destes alunos sobre alguns aspectos da natureza da ciência.

De um total de 48 alunos pertencentes às duas turmas participantes, obtiveram-se 47 desenhos, 46 histórias (cujas dimensões variaram entre as quatro linhas e as duas páginas A_4 , tendo a maioria dos alunos do 2º ano optado pelas cinco linhas e a maioria dos alunos do 4º ano optado por uma página A_4) e foram efectuadas oito entrevistas. A análise de conteúdo e a triangulação das informações obtidas permitiu obter um conjunto interessante de resultados sobre as concepções dos alunos (acerca da ciência e das características, actividade e motivações dos cientistas) e a sua eventual origem.

Neste artigo opta-se pela apresentação conjunta dos resultados referentes aos alunos do 2º e do 4º ano pelo facto de não se terem detectado grandes diferenças entre estes dois grupos em termos do teor dos desenhos, dos enredos das histórias, das concepções subjacentes e do conteúdo das entrevistas. As diferenças detectadas limitaram-se a aspectos que não estavam em estudo, nomeadamente o menor número de erros ortográficos e a maior extensão dos textos produzidos pelos alunos do 4º ano.

As primeiras considerações que emergem da análise global dos dados recolhidos são: a) o grande entusiasmo pela actividade científica; e b) a existência de diversas ideias deturpadas e estereotipadas sobre o empreendimento científico e a actividade dos cientistas entre os alunos que participaram no estudo. A análise das histórias elaboradas pelos alunos e das transcrições das entrevistas permitiu constatar que as ideias dos alunos sobre este tema resultam, fundamentalmente, da observação de desenhos animados, filmes, livros de banda desenhada e das notícias transmitidas pelo telejornal. Do conjunto de entrevistas realizadas depreende-se a ausência de qualquer tipo de reflexão em contexto de sala de aula sobre aspectos processuais ou epistemológicos da ciência: os alunos são peremptórios ao afirmarem que nunca discutiram estes assuntos na sala de aula (e a sua falta de conhecimentos sobre estes aspectos reflecte isso mesmo).

Conforme se constatou em estudos anteriores (Aikenhead, 1988; Fort e Varney, 1989; Reis e Galvão, 2004), as ideias utilizadas pelos alunos, tanto nos desenhos, como nos enredos das histórias, foram retiradas, frequentemente, de desenhos animados, séries televisivas e filmes (por exemplo, *Sonic*, *Tio Patinhas*, *Inspector Gadget* e *Harry Potter*). Estas influências foram particularmente evidentes no enredo de 9 histórias (19,6%) e referidas em várias entrevistas:

"Muitas vezes leio histórias e outras vejo imagens ou filmes e até no telejornal. Às vezes dão notícias sobre os cientistas." (Margarida, 4º ano)

"Vejo na televisão, nos desenhos-animados." (Filipa, 2º ano)

"Eu vejo na televisão." (Ana, 2º ano)

"Às vezes quando estou a ver as notícias e vejo como é que eles [os cientistas] trabalham, os materiais que eles utilizam, ou então também nos desenhos-animados." (Cristina, 4º ano)

"Ouvi dizer e vejo às vezes nos filmes e isso." (César, 4º ano)

"Vejo cientistas em desenhos animados e quando os vejo é assim com o cabelo... em pé." (Pedro, 4º ano)

Desta forma, os meios de comunicação social parecem assumir um papel de destaque na veiculação de diversas imagens estereotipadas sobre as características pessoais ou a actividade profissional do cientista.

Muitos dos cientistas representados, tanto nos desenhos como nas histórias, correspondem aos estereótipos referidos na literatura (Chambers, 1983; Matthews e Davies, 1999; Schibeci e Sorensen, 1983): a) são, maioritariamente, do sexo masculino (apenas nove desenhos e quatro histórias, elaborados por alunas, apresentam cientistas do sexo feminino; apenas um rapaz do 2º ano representa cientistas do sexo feminino); b) vestem bata (16 desenhos – 34,0%); c) usam óculos (5 desenhos – 10,6 %); d) têm barba (5 desenhos – 10,6%); e e) evidenciam um aspecto excêntrico (3 desenhos – 6,4%). Um número considerável de histórias (8 histórias – 17,4%) recorre ao estereótipo do cientista louco, frequentemente divulgado por filmes e desenhos animados:

"Era uma vez um cientista maluco que fazia experiências e fazia caranguejos gigantes" (João, 2º ano)

"Era uma vez um cientista louco que fazia ciências mesmo loucas. Num dia fez um microscópio que se fazia assim. Primeiro, dois tubos: um largo e um fino, encaixa-se o fino no largo, duas lentes para pôr nos dois lados dos tubos e por fim enfeita-se. Depois já podes usar o teu microscópio." ("O cientista louco", Ana, 2º ano)

De acordo com os enredos das histórias, os cientistas trabalham motivados pelo desejo de contribuição para o bem-estar da Humanidade (12 histórias – 26,1%), de reconhecimento pessoal (8 histórias – 17,4%), de obtenção de

conhecimento (8 histórias – 17,4%) e, ainda, por ganância ou desejo de poder (4 histórias – 8,7%):

"O seu trabalho serve para poderem ser os melhores do mundo e para também ensinarem os outros meninos a serem cientistas e serem também os melhores do mundo." (Carlos, 4º ano)

"E ganharam outro concurso de cientistas e foram os maiores cientistas do mundo." (Maria, 4º ano)

Estas ideias foram confirmadas pelos alunos durante as entrevistas: as motivações referidas nas histórias correspondem, na sua grande maioria, às opiniões dos alunos.

De uma maneira geral, os alunos participantes neste estudo evidenciam concepções positivas acerca dos cientistas e da sua actividade. Contudo, acreditam que a ciência e a actividade dos cientistas pode ser, simultaneamente, útil (nomeadamente, para o tratamento de doenças e a produção de maquinaria diversa) e perigosa (resultando, por vezes, em explosões e permitindo a produção de *robots*, armas ou outros artefactos capazes de permitir o "controlo do mundo" por pessoas ambiciosas e pouco escrupulosas):

"Era uma vez um grupo de cientistas que queriam criar uma nova forma de vida que iam dar o nome de O-Mega que tinha muitos poderes, e ele com a sua inteligência artificial conseguia pensar como um super computador. Os cientistas trabalhavam dia e noite e o chefe deles chamava-se Dr. Robotnik." (Miguel, 4º ano)

"Era uma vez um cientista louco que queria dominar o mundo e esse cientista fazia muitas experiências e essas experiências eram 'alianes' que destroem tudo o que está à sua frente. Mas esses 'alianes' podem-se transformar em bons. (...) Havia uma menina que (...) ficou consultora de experiências genéticas e conseguiu apanhar e transformar todas as experiências em boas até que o cientista ficou bom. E viveram felizes para sempre." (Luís, 2º ano)

De acordo com a maioria dos desenhos e das histórias, a actividade dos cientistas decorre em laboratórios (27 desenhos – 57,5%; 16 histórias – 34,8%) e envolve, essencialmente: a) a preparação de "poções" através da mistura de líquidos contidos em tubos de ensaio, provetas e frascos de vidro (17 desenhos – 36,2%; 9 histórias – 19,6%); b) a descoberta de seres vivos ou corpos celestes através da utilização de instrumentos ópticos como o microscópio, o telescópio ou a lupa (10 desenhos – 21,3%; 3 histórias – 6,5%); e c) a realização de experiências envolvendo animais (5 desenhos – 10,6%; 5 histórias – 10,9%):

"Era uma vez um grupo de cientistas que faziam coisas muito interessantes e que trabalhavam numa fábrica com telescópios e muitas coisas muito interessantes." (Inês, 2º ano)

"Era uma vez um grupo de cientistas amigos que tinham um grande laboratório e poções malucas, e máquinas esquisitas, com experiências doidas e outros objectos. Os amigos passavam a maior parte do tempo a explorar coisas e costumes antigos, mas também exploravam a vida animal, faziam robôs, etc. (...) Quando chegaram de volta [depois de uma viagem no tempo] foram logo trabalhar nas máquinas, usar poções, fazer experiências genéticas, etc." (Nuno, 4º ano)

O teor imaginativo destas ideias contrasta com o carácter prosaico das substâncias utilizadas nessas misturas: lixívia, "baba de bebé", óleo, pasta de dentes, sumo de laranja natural, tomate, hidrogénio, vinagre, *Coca-Cola*, etc. As "experiências" são descritas como uma combinação (tanto aleatória, como propositada), por vezes irreflectida, de substâncias químicas ou de animais (com resultados imprevisíveis e, por vezes, explosivos):

"Um dia estava o cientista Harry [possível influência de Harry Potter?] no seu laboratório a juntar hidróxido de potássio a ácido quando houve uma explosão KABOOOH e apareceu um marciano verde com olhos pretos e patas de dinossauro." (Nuno, 4º ano)

"Eles tentavam tornar um homem invisível. Eles usavam uns copos com umas medidas para juntarem uma data de coisas. Eles usavam um monte de coisas que eu não sei explicar." (Carlos, 4º ano)

A ciência parece, assim, ser entendida como uma actividade excitante, imprevisível e mágica realizada por cientistas (entendidos como inventores ou "magos") com "poderes" e conhecimentos especiais.

Considerações finais

A presente investigação permitiu constatar as potencialidades da articulação de diferentes instrumentos de recolha de dados no diagnóstico das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico. A combinação dos desenhos e das histórias sobre o trabalho dos cientistas proporcionou um conjunto diversificado de evidências, posteriormente aprofundado e clarificado através da realização das entrevistas. As histórias redigidas pelos alunos proporcionaram indícios bastante interessantes relativamente às suas concepções (nomeadamente sobre as características, a actividade e as motivações dos cientistas) e às possíveis origens destas concepções.

Esta investigação revelou, também, algumas potencialidades e limitações dos meios de comunicação social na educação científica das crianças: potencialidades na promoção do fascínio das crianças pela actividade científica e na disponibilização de informação científica e tecnológica; limitações na

veiculação de muitos estereótipos e ideias distorcidas sobre os cientistas e a actividade científica.

Para a maioria das pessoas, a realidade da ciência é o que observam e lêem na televisão, nos jornais, nas revistas e nos livros (Nelkin, 1995). Para a maioria das crianças envolvidas neste estudo, a realidade da ciência é o que observam e lêem nos desenhos animados, na banda desenhada, nos filmes e nos telejornais. Esta situação é particularmente grave quando se verifica, simultaneamente: a) o conjunto de ideias sensacionalistas, pouco rigorosas e estereotipadas sobre a ciência e os cientistas veiculadas por estes programas; e b) a falta de intervenção da escola na análise crítica destas ideias e na discussão de aspectos da natureza da ciência (uma realidade evidenciada por este estudo).

Desde as histórias medievais sobre alquimistas, até aos filmes e desenhos animados actuais sobre clonagem, as narrativas sobre cientistas raramente os retratam de forma positiva, traduzindo o receio do poder e da mudança inerente à ciência e recorrendo a um número restrito de estereótipos: o alquimista diabólico; o cientista como herói e salvador da sociedade; o cientista louco; o investigador desumano e insensível; o cientista como aventureiro que transcende as fronteiras do espaço e do tempo; o cientista louco, mau, perigoso e pouco escrupuloso no exercício do poder; e o cientista incapaz de controlar o resultado do seu trabalho (Haynes, 2003; Weingart, Muhl e Pansegrau, 2003). Portanto, a capacidade de leitura e avaliação crítica das representações da ciência divulgadas pelos *media* é importante para os cidadãos de sociedades democráticas, representando o único antídoto contra eventuais tentativas de manipulação. Torna-se necessário que a escola encare os filmes, os desenhos animados e as notícias divulgadas pelos *media* como uma oportunidade para (1) explorar os conteúdos de ciência envolvidos, (2) reflectir sobre as interações ciência-tecnologia-sociedade, (3) discutir ideias acerca da natureza da ciência e dos cientistas e (4) desenvolver capacidades de análise crítica da informação (Miguéns, Serra, Simões, e Roldão, 1996; Millar e Osborne, 1998). Conforme refere Mariet (1989), compete à escola tornar a televisão educativa. É importante que os educadores reconheçam as mensagens acerca da natureza da ciência e dos cientistas veiculadas pelos meios de comunicação social como um conjunto importante de experiências informais de aprendizagem. Essas mensagens, apropriadas pelos alunos, influenciam e interagem com a aprendizagem da ciência na sala de aula. Logo, a educação em ciência nunca poderá ignorar os efeitos poderosos dos meios de comunicação social nas concepções dos alunos acerca do empreendimento científico.

Cabe aos professores aproveitarem as vias de educação não-formal para despertar nos alunos o gosto e a vontade de aprender ciência. Contudo, para que tal seja possível, torna-se essencial que a formação de professores capacite os docentes para a exploração das potencialidades dessas vias (Martins, 2002).

Os resultados deste estudo sugerem, portanto, a realização de iniciativas futuras centradas:

1) na concepção, implementação e avaliação de actividades de sala de aula (para alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico) destinadas a promover a construção de conhecimentos acerca do empreendimento científico através da análise crítica das mensagens sobre a actividade científica divulgadas por filmes, desenhos animados, banda desenhada e telejornais;

2) na preparação dos actuais e dos futuros professores do 1º Ciclo para o ensino explícito de aspectos da natureza da ciência e para uma mediação eficaz entre os *media* e a educação, no sentido de potenciar os aspectos positivos dos *media* e evitar ou minimizar eventuais efeitos adversos resultantes da veiculação de imagens estereotipadas e/ou deturpadas.

Os professores do 1º Ciclo do Ensino Básico podem desempenhar um papel decisivo na modificação de concepções estereotipadas acerca da ciência e dos cientistas. No entanto, para que este papel possa ser assumido, torna-se indispensável a realização de iniciativas de desenvolvimento pessoal e profissional que promovam um maior conhecimento sobre o empreendimento científico e a construção de uma concepção mais real e humana da ciência (através da modificação das concepções estereotipadas partilhadas pelos próprios professores).

Referências bibliográficas

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. & Lederman, N. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-437.

Aikenhead, G. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.

Bardin, L. (1997). *Análise de conteúdo*. Lisboa. Edições 70.

Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Bowtell, E. (1996). Educational Stereotyping: Children's perceptions of scientists: 1990's style. *Investigating: Australian Primary and Junior Science Journal*, 12(1). Obtido em http://faculty.ncwc.edu/MBrooks/307/perceptions_of_scientists.htm

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional.

Canavarró, J. (1997). *Ciência, escola e sociedade: Concepções de ciência de estudantes portugueses*. Coimbra: Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra. [Tese de doutoramento]

Chambers, D. (1983). Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-Scientist test. *Science Education*, 67, 255-265.

Denzin, N. & Lincoln, Y. (Eds) (1994). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.

Finson, K., Beaver, J. & Cramond, B. (1995). Development and field test of a checklist for the draw-a-scientist test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195-205.

Fort, D. & Varney, H. (1989). How students see scientists: Mostly male, mostly white, and mostly benevolent. *Science and Children*, 26(8), 8-13.

Gago, J. M. (Ed.)(1994). *Science in school and the future of scientific culture in Europe – International conference*. Lisboa: Universidade de Lisboa.

Gil Flores, J. (1999). *Análise los datos cualitativos obtendo mediante grupos de discursos. Una visión crítica*. Comunicação apresentada no seminário Metodologias de Investigação em Educação, Lisboa (Portugal). [Documento Policopiado]

Haynes, R. (2003). From alchemy to artificial intelligence. *Public Understanding of Science*, 12(3), 243-254.

Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Ludke, M., & André, M. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Manassero, M. A., Vázquez, A. & Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura.

Mariet, F. (1989). *Laissez-les regarder la télé*. Paris : Calmann-Lévy.

Martins, I. (2002). Literacia científica: dos mitos às propostas. In A. C. Coelho, A. F. Almeida, J. M. Carmo & M. N. Sousa (Eds.), *Educação em Ciência – VII Encontro Nacional* (pp. 2-10). Faro: Escola Superior de Educação, Universidade do Algarve.

Mason, C., Kahle, J. & Gardner, A. (1991). Draw-A-Scientist Test: Future implications. *School Science and Mathematics*, 91(5), 193-198.

Matthews, B. (1994). What does a chemist look like? *Education in Chemistry*, 31(5), 127-129.

Matthews, B. & Davies, D. (1999). Changing children's images of scientists: can teachers make a difference? *School Science Review*, 80(293), 79-85.

McComas, W. F. (2000). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science*

education: Rationales and strategies (pp. 53-70). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W., Clough, P. & Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Mead, M. & Métraux, R. (1957). Image of the scientist among high-school students: A pilot study. *Science*, 126, 384-390.

Miguéns, M., Serra, P., Simões, H., & Roldão, M. C. (1996). *Dimensões formativas de disciplinas do ensino básico: ciências da natureza*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College.

Monk, M. & Dillon, J. (2000). The nature of scientific knowledge. In R. Millar, J. Leach e J. Osborn (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (pp. 72-87). Buckingham: Open University Press.

Nelkin, D. (1995). Science controversies: The dynamics of public disputes in the US. In S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen & T. Pinch (Eds.), *Handbook of science and technology studies* (pp. 444-456). Thousand Oaks: Sage.

Prewitt, K. (1983). Scientific literacy and democratic theory. *Daedalus*, 96(Spring), 49-65.

Reis, P. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. [Tese de doutoramento, documento policopiado].

Reis, P. & Galvão, C. (2004). Socio-Scientific Controversies and Students' Conceptions about Scientists. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1621-1633.

Ryan, A. & Aikenhead, G. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76(6), 559-580.

Sadler, T. & Zeidler, D. (2004). The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.

Solomon, J. (1994). Pupils' images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, 16(3), 361-373.

Sorsby, B. (2000). The irresistible rise of the nature of science in science curricula. In J. Sears & P. Sorensen (Eds.), *Issues in science teaching* (pp. 23-30). London: Routledge/Falmer.

Weingart, P., Muhl, C. & Pansegrau, P. (2003). Of power maniacs and unethical geniuses. *Public Understanding of Science*, 12(3), 279-288.