

O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos

Pedro Reis¹ e Cecília Galvão²

¹Escola Superior de Educação de Santarém & Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Portugal. E-mail: PedroRochaReis@netcabo.pt ²Departamento de Educação & Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Portugal. E-mail: cgalvao@fc.ul.pt

Resumo: Neste artigo recorre-se à análise qualitativa do enredo de histórias de ficção científica sobre o trabalho de um grupo de cientistas, redigidas por três alunos portugueses da disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano, e à realização de entrevistas semi-estruturadas, com o objectivo duplo de diagnosticar concepções sobre os cientistas e discutir as potencialidades desta metodologia na investigação e na educação em ciência.

A metodologia utilizada revelou-se bastante adequada ao diagnóstico de concepções dos alunos sobre as características dos cientistas, a actividade científica e as interacções entre ciência, tecnologia e sociedade. Entre os participantes, foi notória a falta de conhecimentos processuais e epistemológicos sobre a ciência, bem como a existência de diversas concepções estereotipadas e deturpadas sobre as características e a actividade dos cientistas. Diversos factores parecem contribuir para esta situação, nomeadamente, as práticas de sala de aula utilizadas pelos seus professores, as imagens de ciência veiculadas pelos meios de comunicação social e a ausência, nas aulas de ciências, de qualquer tipo de reflexão crítica sobre essas imagens.

Palavras-chave: educação em ciência, natureza da ciência, concepções dos alunos, histórias de ficção científica.

Title: Diagnosing conceptions about scientists through the analysis and discussion of science fiction stories written by students.

Abstract: This study resorts to a qualitative analysis of the plot of science fiction stories about a group of scientists, written by three 11th grade Earth and Life Science students (aged 17), and to semi-structured interviews, with the double purpose of diagnosing their conceptions about scientists and discussing the potentialities of this methodology in science education and as a research tool.

The adopted methodology proved particularly effective in diagnosing the students' conceptions of scientists' characteristics, scientific activity and interactions between science, technology and society. Among the students, a

certain lack of knowledge concerning the processes and the epistemology of science and several stereotypical conceptions about scientists' characteristics and activity were evident. Several factors seem to contribute to this situation, namely teachers' classroom practices, the images about science depicted in the media and the absence of a critical debate about these images in science classes.

Keywords: science education, nature of science, students' conceptions, science fiction stories.

Enquadramento teórico

A aprendizagem acerca da natureza da ciência e da sua relação com a sociedade e a cultura constitui um aspecto importante da maioria dos currículos de ciências actuais (Jenkins, 1996; McComas, 2000). Geralmente, 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 compreensão do empreendimento científico constitui um eixo fundamental da literacia científica, indispensável ao envolvimento activo dos cidadãos em processos decisórios relacionados com questões sociocientíficas. Existe a convicção de que o conhecimento da natureza da ciência (especialmente dos enquadramentos sociais, institucionais e políticos no interior dos quais a ciência opera) encoraja os alunos a apreciarem a ciência como um empreendimento humano com história, aventuras, personalidades, dramas, disputas, controvérsias, criatividade, normas e princípios éticos (Driver, Leach, Millar, e Scott, 1996).

Na opinião de Cachapuz, Praia, Paixão e Martins (2000), o grande objectivo da aprendizagem em ciência deverá consistir na familiarização do aluno com as características do trabalho científico, ajudando-o a compreender os seus percursos, bem como as suas múltiplas facetas, colocando-o numa situação de cidadão activo apto a decidir em situações pluridisciplinares, nas quais a ciência é uma entre as várias vozes da sociedade. Freire Jr. (2003) está convicto de que o desenvolvimento de uma imagem mais real e multifacetada da ciência (atenta às reflexões críticas da filosofia, da história e da sociologia sobre este empreendimento) poderá contribuir para a melhoria da relação entre a ciência e a sociedade, representando o "melhor antídoto contra tendências irracionistas contemporâneas" (p. 482). Em sociedades científica e tecnologicamente avançadas, o exercício da cidadania e a democracia só são possíveis através de uma compreensão do empreendimento científico (nomeadamente da actividade dos cientistas) e das suas interacções com a tecnologia e a sociedade que permita, a qualquer cidadão, participar em processos decisórios sobre questões sociocientíficas (Millar e Osborne, 1998).

Contudo, a maioria dos cidadãos não possui uma compreensão elementar do funcionamento do empreendimento científico (McComas, Clough e Almazroa, 2000; Miller, 1991). A escola e os agentes de educação não-formal partilham responsabilidades nesta situação. Diversos estudos têm revelado que muitos

professores possuem concepções deturpadas acerca do empreendimento científico e dos cientistas (Lederman, 1992; McComas, 2000; Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz e Praia, 2002) e não abordam questões de natureza da ciência nas suas aulas (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 1998; King, 1991; Lakin e Wellington, 1994; Reis e Galvão, 2004a). Durante a sua formação inicial e contínua, os professores raramente têm oportunidade de reflectir sobre aspectos da natureza da ciência e, conseqüentemente, tendem a sub-valorizá-los na sua prática de ensino (Lakin e Wellington, 1994; McComas, Clough e Almazroa, 2000; Mellado, 1997). Por isto mesmo, não serão de estranhar as concepções estereotipadas sobre os cientistas diagnosticadas em diversos estudos realizados com alunos dos diferentes níveis de ensino (Chambers, 1983; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996; Fort e Varney, 1989; Mead e Métraux, 1957; Reis, Rodrigues e Santos, aceite para publicação).

Simultaneamente, os agentes não-formais de educação científica, nomeadamente a televisão e os jornais, transmitem uma imagem distorcida da ciência e ideias estereotipadas acerca dos cientistas e da sua actividade, com um impacto considerável nas concepções e na confiança do público acerca dos empreendimentos científico e tecnológico (Nelkin, 1995; Reis e Galvão, 2004b). A investigação científica é muitas vezes apresentada como uma actividade misteriosa e extremamente complexa, realizada por um número restrito de iluminados, absorvidos em práticas nem sempre muito éticas. Frequentemente, estas notícias ignoram o processo de produção do conhecimento científico e reforçam sentimentos de assombro e de desconfiança que perpetuam o distanciamento dos cidadãos relativamente à ciência (Nelkin, 1995). Esta situação é particularmente grave pelo facto da actualização científica da população depender, maioritariamente, da informação veiculada pelos meios de comunicação social (Lewenstein, 2001; Pellechia, 1997).

Problema e metodologia

Neste artigo recorre-se à análise de três histórias de ficção científica, sobre o trabalho de um grupo de cientistas, redigidas por três alunos do 11º ano, e à realização de entrevistas semi-estruturadas com o objectivo duplo de: a) obter indícios das suas concepções sobre a natureza da ciência, nomeadamente acerca da actividade do cientista; e b) discutir as potencialidades desta metodologia na investigação e na educação em ciência. Estas três histórias foram redigidas como parte de um projecto mais amplo, de índole qualitativa e baseado essencialmente em estudos de caso, que envolveu o estudo do impacto das questões sociocientíficas recentes, divulgadas pelos meios de comunicação, nas concepções acerca da natureza da ciência de um grupo de alunos portugueses da disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 11º ano (Reis, 2004). Para o presente artigo, seleccionaram-se aleatoriamente os dados referentes a três participantes desse estudo mais alargado.

As histórias de ficção científica foram redigidas a pedido dos investigadores, mas solicitadas aos alunos como um trabalho de casa inserido nas actividades previstas pelas suas professoras. Foi pedido a cada um dos alunos que

escrevesse uma história de ficção científica imaginando um grupo de cientistas a trabalhar numa situação concreta à sua escolha. Estas histórias representaram uma forma de aceder a eventuais concepções dos sujeitos sobre os assuntos em estudo, proporcionando o pretexto para uma discussão aprofundada durante as entrevistas. Acredita-se que os enredos das histórias de ficção científica elaboradas reflectem uma combinação de vários elementos, nomeadamente: a) das ideias e dos sentimentos dos alunos acerca da ciência; b) dos valores dos alunos; c) de imagens provenientes dos meios de comunicação social, de filmes e de livros de ficção científica; d) de representações sociais relativamente aos cientistas e à actividade científica; e e) do conjunto de elementos que os alunos identificam como parte integrante de uma boa história de ficção científica. Logo, a análise dos enredos destas histórias não proporcionou um retrato directo e nítido das concepções dos alunos acerca do empreendimento científico e das características dos cientistas, funcionando, fundamentalmente, como um catalizador de discussão (estabelecida durante a entrevista) sobre os diferentes aspectos das histórias. Desta forma, as histórias apenas permitiram obter alguns eventuais indícios passíveis de clarificação, aprofundamento e discussão através de entrevista. A discussão da história assumiu um papel preponderante na distinção dos elementos que correspondiam a pensamentos reais sobre a ciência e os cientistas de outros elementos simplesmente ficcionados. Provavelmente, a tarefa teria sido facilitada se tivessem sido solicitadas "histórias" em vez de "histórias de ficção científica" sobre o trabalho dos cientistas. Contudo, optou-se pelo elemento de ficção em virtude do interesse que suscita nos alunos.

Depois de uma leitura inicial das histórias pelos investigadores, os seus autores foram entrevistados na escola com o intuito de esclarecer, aprofundar e discutir algumas ideias incorporadas nesses textos. As entrevistas foram gravadas em audio e transcritas na sua totalidade. Este registo permitiu o acesso posterior à totalidade do discurso e não apenas a notas parcelares manuscritas.

Posteriormente, as histórias de ficção científica e as transcrições das entrevistas foram sujeitas a uma análise categorial que procurou extrair as concepções implícitas acerca do aspecto em estudo. De acordo com Bardin (1977), trata-se de um tipo de análise que envolve a classificação dos elementos de significação, constitutivos de um texto, de acordo com determinadas categorias susceptíveis de introduzir ordem na aparente desordem dos dados em bruto. As categorias são definidas de acordo com o 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 por diversos aspectos como, por exemplo, os objectivos e o enquadramento teórico do estudo, as concepções e os conhecimentos do investigador. Envolve a comparação das diferentes unidades de informação com o objectivo de se detectarem regularidades recorrentes entre os dados disponíveis (Bardin, 1977; Bogdan e Biklen, 1994).

A análise das diferentes fontes de informação foi efectuada colaborativamente pelos investigadores. As diferentes interpretações e as poucas discrepâncias que emergiram durante o processo de classificação foram discutidas entre os dois investigadores.

A leitura repetida e a análise aprofundada dos enredos das histórias de ficção científica e das transcrições das entrevistas 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 de natureza temática (ainda mais específicas) que emergiram durante este processo. A cada uma destas categorias e sub-categorias foi atribuído um título conceptual, descritivo ou interpretativo dos excertos nela agrupados. De acordo com um processo de codificação indutiva (Gil Flores, 1994), o conjunto das categorias foi sucessivamente redefinido de forma a permitir a acomodação de excertos que não se enquadravam nas classes já existentes. Depois de uma primeira fase de classificação, o conteúdo incluído em cada categoria foi analisado tendo em vista a fusão de categorias afins ou de fraca representatividade, a subdivisão de categorias demasiado grandes e de conteúdo excessivamente heterogéneo e a avaliação da adequação dos títulos conceptuais ao conteúdo de cada categoria.

Resultados: os casos de Jaime, Rosa e Sofia

Apresentam-se de seguida três estudos de caso centrados nos três alunos (Jaime, Rosa e Sofia) cujos dados foram seleccionados para este artigo. Conforme já foi referido, a selecção destes três alunos foi efectuada aleatoriamente a partir do conjunto de participantes do estudo mais alargado (Reis, 2004). Os estudos de caso foram construídos a partir da análise e da triangulação de informações recolhidas através da história de ficção científica e da entrevista semi-estruturada (EA). Cada caso apresenta uma breve descrição do respectivo aluno, algumas das suas concepções sobre a educação em ciência, a versão integral da história de ficção científica por ele redigida e algumas evidências das suas concepções sobre os cientistas e o empreendimento científico obtidas através da discussão, durante as entrevistas, dos diferentes aspectos do enredo da história.

O caso de Jaime: "Deve haver cientistas assim, um pouco... fora do normal"

Jaime fez 17 anos durante o ano lectivo em que decorreu o estudo. Concluiu o 11º ano sem qualquer classificação inferior a 10, obteve 11 valores (em 20 possíveis) à disciplina de Ciências da Terra e da Vida e uma média geral de 10,9 valores. De acordo com as suas próprias palavras, a dedicação completa do seu tempo livre ao treino e à prática do *decatlo* não lhe permite obter classificações mais elevadas. Quase todas as suas energias são canalizadas para a actividade desportiva, onde tem obtido bons resultados, tanto no papel de atleta como no papel de juiz em provas nacionais e internacionais. Espera conseguir ingressar na Faculdade de Motricidade Humana através do

contingente reservado aos atletas de alta competição. Logo, acredita que o seu futuro profissional estará, de alguma forma, associado ao desporto.

O seu gosto especial pelo filme Dr. Jekyll e Mr. Hyde levou-o a incluir elementos deste enredo na sua história de ficção científica. Não obstante, apesar de ter recorrido a estes elementos com o objectivo de criar um clima de terror, este aluno admite na entrevista a possibilidade de serem realidade. Logo, como se verá de seguida, alguns dos elementos utilizados na sua história não são simples ficção anedótica, correspondendo a opiniões reais sobre os cientistas e a sua actividade.

Jaime considera que as disciplinas de ciências naturais permitem: a) a aprendizagem de conhecimentos “básicos” necessários à compreensão “do mundo em que vivemos”; e b) a motivação dos alunos para carreiras profissionais na área da ciência. Avalia as suas aulas de ciências naturais em função dos temas abordados e das actividades propostas pelos professores, atribuindo uma avaliação positiva às actividades laboratoriais (nomeadamente, com recurso ao microscópio) ou de discussão sobre temas de Biologia e uma avaliação negativa às aulas de Geologia ou baseadas exclusivamente no discurso do professor. Sente que o teor dinâmico das actividades laboratoriais e das discussões tem um impacto positivo na sua motivação e, conseqüentemente, na aprendizagem dos temas em questão.

Aprecia os professores de ciências exigentes, dinâmicos e com sentido de humor, que apresentam os conteúdos programáticos de uma forma interessante e em constante diálogo com os alunos. Pelo contrário, não gosta dos professores que se limitam a “despejar a matéria como se chegassem à aula e ligassem um gravador”. Reconhece, com algum pesar, que muitos professores remetem os alunos para um papel passivo, de simples ouvintes de um discurso centrado em conteúdos de interesse ou aplicação pouco evidentes.

A História de Ficção Científica: “O Monstro”

Esta história passa-se nos nossos tempos. E é baseada na ciência de clonar, ou seja, clonagem. Também é baseada na transferência de informação genética.

Numa noite chuvosa um cientista chamado Franklin fazia uma experiência longe dos olhos da sociedade e dos seus outros colegas de trabalho. Franklin era conhecido como um cientista excêntrico e talvez até um pouco maluco. A sua experiência consistia na transferência do seu código genético para uma criatura inanimada. Esta experiência era muito perigosa, podendo pôr em risco a vida de Franklin.

Passados três dias nada se ouvia de Franklin, nem no trabalho nem em casa da sua mãe onde ele ainda vivia com 48 anos. Sua mãe preocupada vai ao sítio onde ele costumava refugiar-se quando ficava melancólico, triste ou zangado. Para espanto da mãe apenas viu uma criatura horrível no chão e uma grande máquina completamente destruída.

Semanas depois, andava uma criatura meio voadora e meio homem a matar gente na rua. O cientista Franklin tinha-se cruzado com um morcego e tinha-se transformado numa coisa aterradora. Por fim, para proteger os

cidadãos, esta criatura foi abatida pelo exército português. Nunca iremos saber se Franklin era a criatura que foi abatida, a que estava morta no seu laboratório ou se era as duas em simultâneo.

As concepções sobre os cientistas e o empreendimento científico

Quando questionado acerca do enredo da sua história de ficção científica, Jaime admite a possibilidade de existirem cientistas loucos e excêntricos que trabalham “longe dos olhos da sociedade e dos seus colegas de trabalho”: “cientistas assim um pouco... fora do normal”. Acredita e concorda que o Estado financie e mantenha o secretismo de projectos de investigação perigosos e eticamente questionáveis:

“É que se o Estado também dissesse tudo a toda a gente, era um bocado chato, podia haver revoltas, os apoiantes dos animaizinhos... assim dessas coisas.” (EA)

No entanto, considera que, “na maior parte dos casos, os cientistas não são loucos, nem excêntricos”, apenas “gostam de procurar coisas novas e, por vezes, podem ser vistos como pessoas estranhas” (EA). Está convencido que os cientistas se preocupam em “ajudar o ambiente, ajudar o ser humano, e não em destruí-lo”; logo, na sua opinião, um cientista:

“é uma pessoa que procura coisas novas, que tenta ajudar acima de tudo, e que não se deixa ficar pelas aparências, tenta ir até ao pormenor. (...) Não pode ser superficial, tem que ser um pouco lutador e um pouco casmurro também para não se deixar ficar pelas aparências”. (EA)

Embora tivesse sido solicitada a redacção de uma história que retratasse a actividade de um grupo de cientistas, Jaime compôs um enredo sobre o trabalho individualista e isolado de um único cientista. Quando convidado a explicar esta opção, confessa que a mesma se deveu à sua falta de imaginação e à consequente adopção de um enredo semelhante ao do filme *Dr. Jekyll e Mr. Hyde* exibido pela televisão. Reconhece que muitos avanços científicos e tecnológicos só são possíveis graças às ideias e às propostas de muitos cientistas.

Na descrição das metodologias utilizadas pelos cientistas, este aluno evidencia uma concepção experimental-indutiva da investigação científica, limitando-a a uma actividade repetitiva de pesquisa faseada, envolvendo análise de observações, formulação de hipóteses, experimentação e obtenção de conclusão, que tem por objectivo “o conhecimento absoluto de algo” (conforme refere durante a entrevista). Esta ideia é frequentemente veiculada nas aulas de CTV e de Técnicas Laboratoriais de Biologia, onde esta estrutura algorítmica é proposta para a realização de actividades laboratoriais e a estruturação dos respectivos relatórios. A associação da actividade científica à experimentação também é evidente quando Jaime define teoria como uma hipótese ou uma opinião, reconhecida como plausível depois de aprofundada e testada experimentalmente, mas passível de reformulação mediante o aparecimento de novos dados. De acordo com McComas (2000), os alunos são encorajados, ao longo da escolaridade, a associar a ciência à experimentação:

quase todas as actividades práticas realizadas nas aulas de ciências são designadas “experiências”, mesmo quando deveriam ser denominadas, de forma mais correcta, “procedimentos técnicos”, “explorações” ou “actividades”. No entanto, as verdadeiras experiências envolvem procedimentos cuidadosos, acompanhados de grupos experimentais e de controlo, tendo como principal finalidade o estabelecimento de uma relação de causa-efeito. McComas (2000) reconhece a verdadeira experimentação como uma ferramenta útil em ciência, mas realça a existência de outros caminhos para o conhecimento. Para reforçar a sua ideia, identifica alguns cientistas de renome cujo trabalho se baseou em técnicas não-experimentais, nomeadamente Copérnico, Kepler e Darwin.

Durante a entrevista, reflectindo sobre o futuro da ciência e da tecnologia, Jaime manifesta-se confiante mas cauteloso. Reconhece a contribuição valiosa destes empreendimentos, em constante evolução, para a resolução dos problemas que afectam o planeta Terra mas alerta para a necessidade de se evitarem alguns erros do passado, relacionados com efeitos colaterais imprevistos de grave impacto ambiental. À semelhança de outros alunos de vários países e níveis de ensino, Jaime possui uma concepção utilitária da ciência: identifica o objectivo da ciência mais com a produção de artefactos destinados a resolver problemas da Humanidade do que com a produção de conhecimento (Aikenhead, 1987; Driver, Leach, Millar e Scott, 1996).

O caso de Rosa: “Não foi por querer que escrevi acerca de um cientista homem. Calhou... Geralmente, ouve-se isso”

Rosa fez 18 anos durante o ano em que decorreu a investigação (ficou retida um ano no 11º ano por ter reprovado a Ciências da Terra e da Vida). Terminou o ano escolar com duas classificações inferiores a 10 (uma das quais à disciplina de Ciências da Terra e da Vida: 9 valores) e uma média global de 10,7 valores. Nos seus tempos livres prefere ouvir música, jogar *corfball* e ler. Gostaria de vir a ser farmacêutica, mas receia não conseguir média para ingressar nesse curso. O seu interesse por OVNI's (Objectos Voadores Não Identificados) levou-a a seleccionar este tema para a sua história de ficção científica. Para a construção do enredo baseou-se “em filmes e informações recolhidas na *Internet*” (EA).

De acordo com a aluna, a utilidade das disciplinas de ciências naturais consiste na aprendizagem de conhecimentos interessantes e úteis sobre a vida e o planeta Terra. No entanto, durante a entrevista, foi incapaz de exemplificar ou explicar a utilidade desses conhecimentos, o que poderá indiciar alguma falta de preocupação dos seus professores em evidenciarem a relevância social dos conteúdos abordados nas aulas.

Na opinião de Rosa, as actividades mais adequadas à aprendizagem desses conteúdos são: “fazer exercícios, observar experiências e ver acetatos para que os alunos possam visualizar melhor os assuntos que estão a ser estudados” (EA). Ao longo da entrevista, depreende-se que esta aluna não conhece outro tipo de actividades: as suas aulas de ciências naturais têm-se restringido ao discurso do professor, à leitura do manual escolar, à resolução de questionários e, muito raramente, à observação de algum fenómeno ou

estrutura. Logo, é incapaz de sugerir qualquer tipo de metodologia alternativa. Na melhor das hipóteses, espera que os seus professores tenham “muitos conhecimentos” e consigam “dar aulas dinâmicas” com “exemplos lógicos” e “sínteses no final (...) para que os alunos captem bem a matéria”. De acordo com Lock (2002), a utilização excessiva de aulas expositivas pelos professores induz os alunos a associarem as aulas de ciências a estilos particulares de ensino e de aprendizagem, considerados adequados à “transmissão” de grandes quantidades de informação. Também a forma restrita como o trabalho prático é utilizado, envolvendo a utilização de um único método na obtenção da “resposta certa” (ou seja, na “confirmação” de conteúdos previamente abordados), contribui para a construção de uma imagem de aprendizagem das ciências limitada à memorização de conteúdos. O referido autor considera que os professores de ciências se preocupam mais em dizer aos alunos o que devem saber e pensar do que em proporcionar-lhes oportunidades para pensar e discutir.

Rosa avalia positivamente o trabalho dos seus professores, atribuindo a responsabilidade do seu actual insucesso na disciplina de Ciências da Terra e da Vida exclusivamente a si própria. Uma ideia negativa acerca das suas capacidades intelectuais leva-a a excluir a possibilidade de vir a ser cientista. O facto das suas aulas de ciências naturais nunca terem divergido de um padrão meramente expositivo (independentemente dos professores, dos níveis de escolaridade e das disciplinas), induz esta aluna a aceitar, como perfeitamente natural e adequado, este tipo de abordagem.

A história de ficção científica: “O que será?”

Era eu pequeno e gostava muito de ouvir histórias. Mais tarde, quando comecei a interessar-me pela leitura e a entender melhor determinados assuntos, adorava ouvir e ler histórias de ficção científica, principalmente sobre OVNI's [Objectos Voadores Não Identificados] e Extraterrestres. Assim, comecei a estudar sobre este assunto com a intenção de mais tarde vir a ser cientista.

Uma vez, houve um amigo do meu Pai que contou que um certo dia em que ele se deslocava para o Porto, já um pouco tarde, deparou com um foco de luz branca muito intensa, do lado esquerdo da sua viatura a qual seria de um objecto que se movia de um lado para o outro e que o perseguiu cerca de 50 kms. Este amigo do meu Pai ficou muito assustado com o que tinha visto.

Ao ouvir esta história, apesar de ser real, não acreditei muito, mas acabei por me interessar, pelo facto desta falar sobre um assunto que me dizia algo, e por estar a ouvir o testemunho de uma pessoa que me fazia lembrar os livros que lia. O tempo foi passando, eu cresci, estudei e acabei por tirar um curso de investigação científica que era o meu grande desejo.

Entretanto, estudo e investigo todos os problemas relacionados com OVNI's, leio muito sobre esta matéria, vou a debates, conferências, faço pesquisas sobre o assunto, falo com pessoas que entretanto passaram por experiências idênticas à do amigo do meu Pai, e penso que começo a

acreditar um pouco em todas as histórias que contam. Agora que investigo todas estas situações um pouco estranhas que se passam um pouco por todo o mundo, quando me desloco a certos locais, com um grupo de colegas de profissão, onde se deparou com uma situação deste tipo, tento ter muito cuidado com tudo o que me rodeia, para que nenhum pormenor por muito pequeno que seja me escape. Tudo isso é registado através de uma máquina fotográfica, no bloco de apontamentos, que é algum do material que nos acompanha nessas pesquisas, assim como uma fita métrica, binóculos, caixas para recolha de amostras, algumas máquinas muito caras e sofisticadas.

Certo dia tive de me deslocar aos Açores para investigar mais uma situação relacionada com OVNI's. Ia no avião a caminho do arquipélago dos Açores, lendo um livro cuja história se baseava em factos reais: 'em 31 de Janeiro de 1968, um homem de 36 anos encontrava-se de guarda a instalações militares, a ouvir um relato de futebol, quando, de repente, o rádio deixou de transmitir o que o levou a desligar o aparelho. Entretanto, ouviu um zumbido cujo som vinha do local onde estivera anteriormente e ao olhar para o mesmo avistou um "veículo" de aspecto estranho a aproximar-se, com uma intensa claridade. Muito assustado, pediu ajuda pelo intercomunicador. De seguida foi buscar uma lanterna e reparou que, a luminosidade saía de um veículo oval metálico que culminava numa torre de vidro com pequena balaustrada onde se encontravam dois seres. Assim que o homem aproximou o foco para os seres que lá se encontravam, o veículo moveu-se muito rapidamente, e nesse momento o homem teve uma estranha sensação, como que uma poeira descera sobre ele, e desmaiou.'

Ao acabar de ler a história, preparava-me para dormir um pouco, quando de repente através da janela vejo na minha direcção um foco de luz branca. O piloto que tinha presenciado o mesmo pensou tratar-se de um avião em rota de colisão, gritando para a torre de controlo: "Vem um avião contra nós". De pronto, iniciou uma volta para a direita, afastando-se do objecto. Entretanto, os controladores do aeroporto observaram através de binóculos e constataram tratar-se de um OVNI. Os tripulantes tiveram a sensação de que este esteve parado em frente do avião cerca de 2 a 3 minutos. Após ter cruzado a rota do avião, da direita para a esquerda, constatou-se que se dirigia no sentido sul para norte, era escuro, emitindo das extremidades luzes intermitentes do tipo "flash", enquanto a parte frontal tinha a forma mais ou menos de um dedo, ligeiramente curvado, possuindo no rebordo uma espécie de dentes e nesse momento a sua coloração era amarela-avermelhada.

Neste momento de susto e de grande emoção para mim, tirei imensas fotografias, o que foi esplêndido para o trabalho que ando a efectuar e também para a minha carreira. Esta irá certamente ser a minha primeira história, entre outras que se seguirão, que com mais experiência irei observar.

Como cientista e investigador, coube-me estudar os solos onde estes objectos não identificados terão estado, as zonas mais propícias para estes factos poderem acontecer e a partir destes conhecimentos que se vão

obtendo, começo a ter a percepção dos locais onde poderei encontrar os sítios certos para a minha investigação. O meu objectivo como cientista e investigador é procurar e obter novas situações, para além de identificar os locais mais propícios onde os OVNI's andam, principalmente encontrar algo que nunca tenha sido visto e com tais coisas fazer experiências acerca do assunto.

Um facto curioso é que, após a observação do OVNI retratado anteriormente, o campo magnético terrestre sofreu variações sensíveis, como pude constatar no Instituto de Geofísica. E é este tipo de informações que eu como cientista devo procurar saber cada vez mais.

As concepções sobre os cientistas e o empreendimento científico

Um aspecto interessante desta história de ficção científica é o facto de, apesar de ter sido escrita por uma rapariga, o seu enredo se centrar num cientista do sexo masculino. De acordo com Rosa, esta opção não foi propositada e acabou por reflectir uma ideia frequentemente utilizada em argumentos de filmes de ficção científica: "Não foi por querer (...). Calhou... Geralmente, ouve-se isso". Mais uma vez se obtêm evidências da importância dos *media* na construção de uma concepção estereotipada relativamente ao género dos cientistas. No entanto, a responsabilidade por esta concepção deverá ser, forçosamente, partilhada com a escola: a quase totalidade dos cientistas referidos nos currículos, nos manuais escolares e nas aulas de ciências naturais em Portugal é do sexo masculino.

Rosa considera que o cientista distingue-se do resto da população por demonstrar maior interesse e trabalhar árdua e meticulosamente em áreas relacionadas com "as novas tecnologias". Identifica, frequentemente, a ciência com a produção tecnológica e associa a actividade do cientista à recolha cuidadosa de pormenores (sobre as questões em estudo), através da utilização de maquinaria e instrumentos diversos, por vezes, extremamente caros e sofisticados. Afirma que dificilmente conseguiria ser cientista porque se considera incapaz de tamanha dedicação. Todas estas ideias acerca do cientista e da sua actividade integram um conjunto de estereótipos comum entre os alunos e veiculado pelos meios de comunicação social, nomeadamente por filmes e desenhos animados (Fort e Varney, 1989).

Ao longo da entrevista, esta aluna revelou poucos conhecimentos sobre o empreendimento científico, nomeadamente dos contextos e dos processos de produção e validação da ciência. Esta situação poderá evidenciar um ensino das ciências naturais que, centrado quase exclusivamente nos produtos da ciência, remete para um plano insignificante qualquer tipo de reflexão sobre a natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Quando os alunos aprendem sobre o que se conhece, sem aprenderem também como se chegou a esse conhecimento, elimina-se a oportunidade dos alunos compreenderem as dinâmicas sociais, cognitivas e epistémicas da ciência (Duschl, 2000).

Rosa descreve a investigação científica como um processo de pesquisa interessante e complexo, que conduz à construção de teorias através da

acumulação de evidências experimentais (resultantes de observação): a recolha e a análise de vários dados isolados permitem que as hipóteses assumam o estatuto mais “fixo” de teorias. No entanto, acredita que as teorias podem sofrer alterações, em consequência da obtenção de novas evidências de natureza experimental. Esta opinião é coincidente com a da maioria dos participantes de outros estudos, segundo os quais aquelas alterações resultam da obtenção de novos dados através da utilização de mais e melhores instrumentos de observação e medida (Acevedo, 1992; Aikenhead, 1987). Relativamente ao futuro da ciência e da tecnologia, admite a possibilidade de surgirem aspectos positivos (“descobertas” com impacto na melhoria das condições de vida) e negativos (poluição e outros efeitos colaterais adversos), tudo dependendo das opções efectuadas pelos cientistas e pelos cidadãos.

O caso de Sofia: “A ciência não é uma exclusividade dos cientistas, afecta toda a sociedade e, portanto, as pessoas têm que estar bem informadas para poderem fazer uma opção”

Sofia fez 17 anos durante o ano em que decorreu a investigação. Concluiu o 11º ano com a classificação de 18 valores na disciplina de Ciências da Terra e da Vida e com 17,2 valores de média geral. Nos seus tempos livres gosta de ler, de ver televisão e de ir ao cinema. Até há um ano atrás, pertenceu a um agrupamento de escuteiros mas teve de abandonar esta actividade por falta de disponibilidade de tempo. Não sonha com profissão alguma; apenas pretende que, de algum modo, o seu futuro profissional se relacione com matemática. Também não consegue identificar as razões da opção pelo tema ou pelo enredo da sua história de ficção científica: “Não foi por nenhuma razão em especial. Não sei explicar... Saiu e pronto” (EA). Contudo, são perceptíveis semelhanças com filmes exibidos pela televisão portuguesa.

Sofia atribui um papel de relevo ao ensino das ciências na formação de todos os cidadãos. Considera que os conhecimentos de ciências naturais são indispensáveis à compreensão do mundo e ao funcionamento e desenvolvimento da sociedade e, como tal, devem integrar a cultura de qualquer pessoa.

Ao longo da sua escolaridade, tem apreciado as suas aulas de ciências naturais em consequência, fundamentalmente, da diversidade e da relevância dos temas abordados. Avalia positivamente os seus professores de ciências naturais mas lamenta o carácter exclusivamente expositivo e muito repetitivo das aulas implementadas por alguns deles. Na sua opinião, a aula de ciências ideal resulta da combinação de componentes teóricas e práticas e de vários factores, nomeadamente: “o professor saber cativar os alunos; haver um certo ritmo na aula; não ser muito monótono; não ser só despejar matéria” (EA). Acredita que aprende melhor quando os professores: (1) utilizam uma metodologia diversificada integrando “aulas teóricas e aulas práticas como, por exemplo, aulas experimentais, actividades de discussão sobre temas controversos e visitas de estudo”; e (2) explicam a “aplicação” e a relevância dos conteúdos abordados. Sente que as actividades práticas facilitam a

aprendizagem pelo facto de “serem mais interessantes” e permitirem a visualização dos conteúdos programáticos.

Apesar de ter pouca experiência na discussão de assuntos controversos nas aulas de ciências naturais, Sofia tem uma opinião muito favorável acerca destas actividades. Na disciplina de CTV, do 11º ano, realizou, pela primeira vez, uma actividade de pesquisa e discussão em grupo acerca de um tema controverso relacionado com genética. Para além de ter apreciado bastante a forma como decorreu a actividade, atribui-lhe potencialidades: (1) na aprendizagem de conhecimentos relacionados com as temáticas em discussão; (2) na construção de opiniões sobre esses temas; e (3) na promoção de capacidades de pensamento necessárias à avaliação crítica das propostas de investigação e desenvolvimento provenientes da comunidade científica.

“Eu pessoalmente gosto muito, são as minhas aulas preferidas! (...) Acho que para além de desenvolver a nossa capacidade argumentativa, faz-nos pensar sobre os assuntos, e isso também é importante. Permite-nos pensar e também entrar em diálogo uns com os outros, e também desenvolver o nosso espírito crítico acerca dos assuntos. (...) Foi um trabalho interessante com o qual aprendi muito e que gostei de fazer.” (EA)

Sofia lamenta que, até ao 11º ano de escolaridade, a reflexão sobre temas controversos se tenha limitado às aulas de filosofia, restringindo a quantidade e a qualidade de informações disponíveis acerca de questões actuais, como a clonagem ou a engenharia genética. Nos anos anteriores, os seus professores de ciências nunca propuseram a discussão de qualquer tema polémico.

Na opinião da aluna, a televisão e as revistas representam as principais fontes de informação sobre estas temáticas. No entanto, afirma que a informação disponibilizada pelos meios de comunicação social nem sempre é esclarecedora e, por esse motivo, realça a importância das aulas de ciências naturais no esclarecimento dos alunos acerca de temas polémicos actuais relacionados com ciência e tecnologia. Sofia está convicta da importância do ensino das ciências na promoção dos conhecimentos, das capacidades e das atitudes necessários à participação dos cidadãos em processos decisórios sobre questões científicas e tecnológicas.

A história de ficção científica: “Viagem ao futuro”

Muitos dos erros que o homem tem cometido ao longo da sua existência foram causados pela sua falta de bom senso e pela sua excessiva ambição. E se o homem conseguisse viajar no tempo e observar no futuro, quais os efeitos e consequências dos seus actos? Que impacto teve determinada decisão? Como fomos todos nós afectados por ela? Certamente que não me refiro a questões pessoais mas sim universais. Talvez assim o homem não cometesse erros que nos afectam a todos no presente ou talvez futuramente.

Estamos no ano 2902, onde questões como o aborto, alimentos transgénicos, etc, foram completamente ultrapassadas e de um certo modo esquecidas pois tornaram-se factores presentes na nossa sociedade.

Estamos numa era em que os computadores tomam quase por completo o lugar do homem.

Hoje em dia a clonagem humana também é utilizada não só para transplantes de órgãos mas também para a clonagem de seres humanos fortes e capazes de vigiar e deter os criminosos actuando assim como uma verdadeira força policial pública, assegurando a paz e o sossego de algumas cidades. Os autores desta ideia foram quatro conceituados cientistas que vivem nos Estados Unidos da América. Esta equipa sempre se dedicou a utilizar a ciência para benefício da sociedade. Eles chamam-se Paul, James, Robin e Mary (é verdade... uma mulher). Esta brilhante equipa inicialmente começou por clonar para esta missão pessoas que de algum modo se distinguiram por coragem e bravura. Seguidamente a ambição falou mais alto e o desejo de criar um ser em tudo superior levou os cientistas a conduzirem uma meticulosa pesquisa e estudo sobre a melhor forma de conseguirem atingir o seu objectivo. Após muito tempo de investigações e de morosas, complicadas e perigosas experiências os cientistas conseguiram chegar a um processo que realizado com o devido material futurista à disposição conduziria à criação de uma força especial. A questão foi debatida mundialmente pois sem a aprovação de entidades superiores nomeadamente o governo e outros não se poderia avançar com a proposta. Felizmente (ou não) a proposta foi aprovada e os cientistas deitaram mãos à obra e concretizaram a sua tarefa.

Inicialmente tudo corria muito bem pois finalmente, após muitos séculos de esperança para que tanta violência parasse, o homem conseguiu criar alguma ordem nas cidades. As pessoas voltavam então a sair à rua sem medos. O ser humano coexistia com a máquina de uma forma assustadoramente natural.

Tudo isto aconteceu até ao dia em que os seres criados por esse grupo de cientistas se viraram contra o ser humano! Alguns cientistas juntaram-se imediatamente de modo a tentarem encontrar uma solução para a catástrofe que estava a acontecer mas em vão. A ambição dos cientistas não permitiu que se certificassem que se algo do género acontecesse eles estariam prevenidos com alguma solução. Estes, depois de muito pensarem, embora estando sob pressão, chegaram a uma conclusão: a única solução para ultrapassar esta calamidade e salvar a espécie humana seria introduzir no seu DNA genes de forma a se tornarem mais fracos e assim mais facilmente poderiam ser eliminados. E foi o que toda a equipa de cientistas fez e felizmente de uma forma bem sucedida. Desta forma, as forças de protecção especiais da cidade tinham desaparecido. O homem conseguia agora voltar à sua vida normal.

Assim, só nos resta esperar que questões como a clonagem sejam bem ponderadas e que reflectamos muito bem sobre elas, pois são questões polémicas onde as vantagens podem não compensar as desvantagens e vice-versa. Não devemos deixar que a ambição do homem fale mais alto, pois não devemos esquecer que existe certo poder que se cai nas mãos erradas poderá ter consequências muito graves no destino da humanidade.

As concepções sobre os cientistas e o empreendimento científico

Tanto o enredo da história de ficção científica redigida por Sofia como o teor da sua entrevista evidenciam uma grande preocupação com os efeitos catastróficos resultantes de eventuais utilizações irreflectidas ou abusivas da ciência e da tecnologia, motivadas pela “falta de bom senso” e pela “excessiva ambição” dos seres humanos. De acordo com esta aluna, tanto a ciência como a tecnologia apresentam duas faces: uma “benéfica”, contribuindo “para o nosso bem-estar e, por vezes, para o nosso desenvolvimento como seres humanos” (EA); outra “prejudicial”, desencadeando efeitos indesejáveis e imprevistos no ambiente e na sociedade.

“Quanto à tecnologia e à ciência penso que tanto são benéficas como prejudiciais: há aspectos em que a sua utilização é necessária, há outros em que elas nunca deveriam ter sido usadas.” (EA)

Relativamente ao futuro dos empreendimentos científico e tecnológico, Sofia manifesta-se, simultaneamente, confiante e receosa:

“Acho que as coisas estão a progredir cada vez mais, mas tenho um bocado de receio até onde é que o homem pode avançar, sinceramente. Mas acho que vai trazer coisas muito boas, claro que sim. Vai melhorar as nossas condições de vida, até a nível de doenças e não só. Estamos a descobrir muitas curas, e nesse campo pode melhorar significativamente. Agora noutros campos como, por exemplo, a clonagem, embora eu não tenha assim uma opinião muito definida, acho que temos que pensar muito bem antes de avançar.” (EA)

Perante as fortes repercussões sociais suscitadas por alguns avanços científicos e tecnológicos recentes (como, por exemplo, a clonagem), esta aluna considera indispensável a participação dos cidadãos na avaliação das potencialidades e dos perigos associados às opções de investigação e desenvolvimento. Acredita que todos os cidadãos, sem excepção, devem estar suficientemente informados sobre estas temáticas de forma a poderem reflectir e tomar decisões informadas e conscientes. Na sua opinião, as opções científicas e tecnológicas afectam toda a sociedade e, como tal, não devem ser da responsabilidade exclusiva dos cientistas (apesar de lhes atribuir um papel relevante, em virtude dos conhecimentos especializados sobre estas questões):

“Só nos resta esperar que questões como a clonagem sejam bem ponderadas e que reflectamos muito bem sobre elas, pois são questões polémicas onde as vantagens podem não compensar as desvantagens e vice-versa.” (HFC)

“Hoje em dia a ciência não é uma exclusividade dos cientistas, afecta toda a sociedade, e portanto acho que isso não é uma decisão que tenha que partir só deles. Eu acho é que as pessoas têm que estar bem informadas acima de tudo para poderem fazer uma opção. Porque nós, sem sabermos aquilo que estamos a escolher, não faz sentido nenhum estarmos a votar. (...) Claro que as pessoas que entendem mais do assunto devem ter um voto mais

forte. Mas acho que toda a gente deve ter a sua opinião acerca do assunto, como no caso do aborto, por exemplo.” (EA)

Vários autores (Duschl, 2000; Millar e Osborne, 1998) acreditam que a participação dos cidadãos em processos decisórios relacionados com questões científicas e tecnológicas depende da compreensão das dinâmicas sociais, cognitivas e epistémicas da ciência. Logo, consideram imprescindível um ensino das ciências que promova a reflexão sobre a natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. No entanto, este tipo de reflexão parece não ter ocorrido nas aulas de ciências naturais de Sofia. Ao longo da entrevista, esta aluna reconheceu falta de conhecimentos sobre a natureza da ciência, nomeadamente sobre os processos de produção e de validação da ciência (temas que afirma nunca terem sido abordados nas suas aulas de ciências). Consequentemente, sente bastante dificuldade em pronunciar-se acerca destes assuntos.

Descreve a investigação científica como um processo que permite o “avanço da tecnologia e do conhecimento acerca do mundo e dos seres humanos” e define teoria como “uma hipótese elaborada por alguém acerca de um determinado assunto” (EA) que, apesar de “fundamentada”, pode ser refutada. Acredita que o carácter provisório das teorias impede o seu reconhecimento como lei ou conhecimento científico. À semelhança de muitas pessoas de diferentes idades e nacionalidades (McComas, 2000; Ryan e Aikenhead, 1992; Vázquez e Manassero, 1997), Sofia pensa que só através da acumulação de evidências (na sua maioria, provenientes de experimentação) as hipóteses poderão ascender ao estatuto de leis estabelecidas, mais fiáveis. Esta aluna desconhece que teorias e leis são tipos diferentes de conhecimento e não diferentes formas do mesmo conhecimento: as leis constituem generalizações ou padrões detectados na natureza; as teorias são explicações dessas generalizações. Apesar da relação existente, umas não se transformam nas outras, independentemente da quantidade de evidências empíricas acumuladas.

Na opinião de Sofia, os cientistas evidenciam diversas qualidades: objectividade, humildade, espírito crítico e metódico. A noção do cientista como pessoa extremamente objectiva é uma concepção frequente entre os alunos e a população, em geral (McComas, 2000).

“Um cientista, é uma pessoa que investiga certos fenómenos que nos rodeiam, ou tenta procurar explicação para alguns fenómenos. Tem que ter um espírito objectivo, tem que ser crítico em relação àquilo que descobre, metódico acima de tudo, e também tem que ser humilde porque tem que ter capacidade para ver que aquilo que descobre, se calhar não está assim tão certo como ele pensa.” (EA)

Contudo, os cientistas não são diferentes de outros profissionais no que respeita ao seu nível de objectividade. Como todas as pessoas, possuem uma constelação de ideias prévias acerca do mundo que afectam a forma como eles observam e interpretam os fenómenos. Para além disso, os cientistas de cada área disciplinar partilham uma tradição investigativa (designada paradigma)

que (1) proporciona indicações sobre as questões dignas de serem investigadas, (2) determina os dados considerados admissíveis e (3) prescreve as metodologias consideradas aceitáveis (Kuhn, 1970). Este paradigma fornece orientação para a investigação, confinando-a a determinadas práticas consideradas aceitáveis e, conseqüentemente, limitando a objectividade. Geralmente, as ideias exteriores ao paradigma são consideradas pouco científicas e, como tal, rejeitadas.

Esta ideia de ciência como empreendimento objectivo continua a ser veiculada nas aulas de ciências. Frequentemente, os professores ignoram os conhecimentos prévios dos alunos e pretendem que as suas conclusões, obtidas a partir de determinadas observações, sejam, simultaneamente, evidentes e coincidentes. Contudo, isto só aconteceria se todos partilhassem exactamente as mesmas concepções prévias e os mesmos esquemas de observação, o que é completamente impossível.

A história de ficção científica redigida pela aluna evidencia, ainda, a concepção de uma actividade científica dominada por cientistas do sexo masculino e de nacionalidade americana. No enredo da história, o facto da equipa de cientistas integrar um elemento do sexo feminino é apresentado como algo invulgar. Quando questionada acerca deste aspecto do enredo, Sofia confirma a sua convicção numa ciência dominada por homens e justifica-a com a inexistência de referências a cientistas do sexo feminino nas aulas de ciências e em muitos filmes de ficção científica. Várias investigações têm: (1) revelado a frequência desta concepção entre os alunos de diferentes idades e nacionalidades; e (2) evidenciado o papel relevante dos meios de comunicação social e da escola na veiculação desta ideia (Aikenhead, 1988; Matthews e Davies, 1999). Contudo, conforme referido pela própria aluna, não se podem ignorar as grandes responsabilidades do ensino das ciências na veiculação deste estereótipo. Por exemplo, o manual escolar de CTV utilizado por Sofia, não faz qualquer referência a cientistas do sexo feminino.

Quanto à opção por um enredo centrado numa equipa constituída exclusivamente por cientistas de nacionalidade americana, Sofia aponta-a como involuntária; refere que o facto da maioria dos filmes de ficção científica retratarem cientistas americanos poderá tê-la influenciado inconscientemente. Contudo, apesar do reconhecimento da existência de cientistas de muitas nacionalidades (nomeadamente, portugueses), parece evidente a ideia implícita de que Portugal está longe de ser um país associado à investigação científica (ao contrário dos Estados Unidos da América).

Considerações finais

O presente estudo ilustra as potencialidades da utilização conjunta de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos e de entrevistas na identificação e discussão de concepções dos alunos acerca do empreendimento científico e da actividade e características dos cientistas. As histórias de ficção científica redigidas pelos alunos proporcionaram bastantes indícios relativos a concepções dos alunos e às suas possíveis origens. Durante a entrevista, a

discussão dos vários pormenores e indícios, incluídos em cada história, permitiu a distinção entre os elementos ficcionados e as opiniões reais dos alunos, facilitando o diagnóstico das concepções sobre as características dos cientistas (cognitivas, morais e éticas), a actividade científica (objectivos; locais onde decorre; metodologias e instrumentos utilizados; relações entre cientistas) e as interacções entre ciência, tecnologia e sociedade (impacto social da ciência e da tecnologia; controlo da investigação pela sociedade; relações entre ciência e tecnologia; receio de eventuais efeitos secundários indesejados decorrentes da inovação científica e tecnológica; entre outros aspectos). Neste estudo, foi notória a satisfação dos alunos pelo facto de lhes ter sido solicitada a redacção de uma história de ficção científica; algo que dificilmente aconteceria com a aplicação de um questionário ou a realização isolada de uma entrevista. As histórias desempenharam um papel fortemente estimulador de discussão sobre os assuntos em estudo durante as entrevistas.

Constata-se que os alunos participantes neste estudo possuem uma opinião favorável acerca dos empreendimentos científico e tecnológico e das características e actividade dos cientistas. Acreditam que a grande finalidade da ciência consiste na resolução dos problemas da humanidade e descrevem os cientistas como pessoas dedicadas à evolução do conhecimento e à melhoria das condições de vida da população. Contudo, manifestam-se apreensivos relativamente a eventuais efeitos colaterais adversos das inovações científicas e tecnológicas, realçando a necessidade da sociedade proceder à avaliação das potencialidades e dos riscos dessas inovações. Temem que utilizações irreflectidas ou pouco éticas do conhecimento científico e tecnológico, por parte dos cientistas, possam desencadear catástrofes ambientais. Logo, apelam ao envolvimento da população e do Estado na avaliação das diferentes linhas de investigação e desenvolvimento propostas.

Este trabalho de investigação baseou-se no pressuposto de que a escola pode e deve desempenhar um papel decisivo na promoção das competências necessárias à participação activa dos cidadãos em processos decisórios relacionados com opções de investigação e desenvolvimento. Tanto o exercício da cidadania como a democraticidade da sociedade dependem do envolvimento da população na avaliação das propostas de desenvolvimento científico e tecnológico e das suas eventuais implicações sociais, económicas, políticas, ambientais e éticas. Logo, pretende-se que a escolaridade básica proporcione a qualquer cidadão os conhecimentos processuais e epistemológicos necessários à compreensão da natureza e das dinâmicas da ciência. Contudo, conforme se constatou através deste estudo, este objectivo não é alcançado em várias aulas de ciências. Entre os alunos participantes, foi evidente a falta de conhecimentos processuais e epistemológicos sobre a ciência, bem como a existência de diversas ideias estereotipadas e deturpadas sobre as características pessoais e a actividade dos cientistas. Esta situação parece ser influenciada por diversos elementos, nomeadamente: a) as imagens estereotipadas sobre os cientistas veiculadas pelos media; b) a ausência, nas aulas de ciências, de qualquer tipo de reflexão crítica sobre as imagens de

ciência divulgadas pelos meios de comunicação social; e c) as práticas de sala de aula utilizadas pelos seus professores.

Algumas das concepções dos alunos sugerem influências de estereótipos e cenários catastróficos (o cientista louco; o cientista perigoso e pouco escrupuloso que trabalha, isolado e imerso no seu laboratório, em projectos secretos e controversos; o cientista incapaz de controlar o resultado do seu trabalho; e o cientista como profissional extremamente objectivo e dedicado) divulgados por filmes, programas de televisão e livros, evidenciando, simultaneamente, algumas limitações dos meios de comunicação social na divulgação de temas científicos e tecnológicos e a ausência de discussão crítica destes estereótipos nas aulas de ciências (confirmada pelos alunos durante a entrevista). Estas influências dos *media* realçam a necessidade de realização de actividades de discussão crítica, nas aulas de ciências, dos estereótipos sobre a ciência e a tecnologia divulgados pelos meios de comunicação social. Cabe aos professores assumirem um papel de medição entre os *media* e a educação que permita: a) aproveitar as potencialidades educativas dos *media*, motivando os alunos para questões científicas e tecnológicas, disponibilizando informação socialmente contextualizada e promovendo a reflexão sobre as interacções entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; b) minimizar efeitos adversos resultantes da veiculação de imagens estereotipadas e/ou deturpadas acerca da actividade científica; e c) ajudar os seus alunos a assumirem-se como espectadores críticos perante as propostas mediáticas a que são expostos.

Da análise de algumas afirmações dos alunos durante as entrevistas, depreende-se que a maioria das suas aulas de ciências naturais assume um carácter expositivo, factual e monótono, sendo marcada pela ausência de discussão sobre questões sociocientíficas recentes ou de outras actividades práticas. Esta prática de sala de aula, para além de não incluir a abordagem explícita de aspectos da natureza da ciência, acaba por veicular uma imagem da ciência como conjunto de conhecimentos estáticos e definitivos onde não existe lugar para a dúvida, a incerteza e a discussão.

Entre os alunos participantes foi notória a existência de conhecimentos bastante rudimentares e muito pouco claros acerca da actividade científica, o que evidencia a falta de intervenção da escola no ensino explícito de aspectos processuais da ciência. O conjunto de concepções estereotipadas e a falta de conhecimentos sobre os contextos e os processos de produção e validação da ciência, evidenciados pelos alunos, salientam a necessidade de uma educação científica menos factual e mais contextualizada – que não isole a ciência, a tecnologia e os contextos sócio-culturais da sua produção – onde se possa discutir criticamente a produção da ciência contemporânea com os seus diferentes aspectos processuais e questões políticas, económicas, sociais, ambientais e éticas que suscita.

A discussão em contexto de sala de aula dos enredos de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos – envolvendo perspectivas diversificadas sobre a actividades científica – poderá constituir um catalizador bastante eficaz de

reflexão sobre o empreendimento científico e de aprendizagem dos processos e da epistemologia da ciência. Esta actividade poderá representar um elemento importante num ensino que não se restrinja aos aspectos factuais e que inclua os aspectos sociais da ciência associados a temas que os alunos consideram actuais, interessantes e relevantes. Simultaneamente, as concepções identificadas através da redacção e discussão de histórias de ficção científica assumem uma relevância didáctica considerável, permitindo aos professores: a) detectar as dimensões que devem ser tratadas de forma explícita e com maior persistência nas aulas de ciências naturais; e b) seleccionar actividades específicas que contrariem os estereótipos através do contacto directo com uma maior diversidade de cientistas e metodologias de investigação.

Agradecimentos

Este estudo foi desenvolvido com o apoio do Programa PRODEP (Medida 5). Os autores agradecem aos alunos e professores que participaram neste estudo.

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.
- Acevedo, J. (1992). Cuestiones de sociología y epistemología de la ciencia. La opinión de los estudiantes. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 6, 167-182.
- Aikenhead, G. (1987). High school graduates' beliefs about science-technology-society. 3: Characteristics and limitations of science knowledge. *Science Education*, 71, 459-487.
- 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. (1977). *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.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. & Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual: Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13(2-3), 117-137.
- Chambers, D. (1983). Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-Scientist test. *Science Education*, 67, 255-265.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leach & J. Osborn (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 187-206). Buckingham: Open University Press.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

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

Freire Jr., O. (2003). O debate sobre a imagem da ciência – a propósito das ideias e da acção de E. P. Wigner. In B. S. Santos (Ed.), *Conhecimento prudente para uma vida decente: 'Um discurso sobre as ciências' revisitado* (pp. 481-506). Porto: Edições Afrontamento.

Gil Flores, J. (1994). *Análisis de datos cualitativos. Aplicaciones a la investigación educativa*. Barcelona: PPU.

Jenkins, E. (1996). The 'nature of science' as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 137-150.

King, B. (1991). Beginning teachers' knowledge of and attitude toward history and philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 135-141.

Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.

Lakin, S. & Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science?': Teachers views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16, 175-190.

Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.

Lewenstein, B. V. (2001). Who produces science information for the public? In J. H. Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 21-43). New York: Teachers College Press.

Lock, R. (2002). Ethics and evidence. In J. Wallace & W. Louden (Eds.), *Dilemmas of science teaching: perspectives on problems of practice* (pp. 179-182). London: Routledge/Falmer.

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.

Mellado, V. (1997). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science Education*, 6(4), 331-354.

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

Miller, J. (1991). *The public understanding of science and technology in the US: Report to the USNSF*. Dekalb: National Opinion Research Center, University of Chicago.

Nelkin, D. (1995). *Selling science: How the press covers science and technology*. New York: W. H. Freeman and Company.

Pellechia, M. (1997). Trends in science coverage: a content analysis of three US newspapers. *Public Understanding of Science*, 6, 49-68.

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. e Galvão, C. (2004a). The impact of socio-scientific controversies in portuguese natural science teachers' conceptions and practices. *Research in Science Education*, 34(2), 153-171.

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

Reis, P, Rodrigues, S. e Santos, F. (aceite para publicação). Concepções sobre os Cientistas em Alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico: "Poções, Máquinas, Monstros, Invenções e outras Coisas Malucas". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Disponível em <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

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

Vázquez, A. & Manassero, M. (1997). Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. Memoria final de investigación. Madrid: MEC/CIDE.