

IMAGENS DE ALUNOS DO 8º ANO DE ESCOLARIDADE SOBRE A CIÊNCIA, OS CIENTISTAS E O TRABALHO CIENTÍFICO

Carvalhinho, C.¹; Cunha, J.²; Gomes, C.²

¹Escola Básica e Secundária Dr. Manuel de Arriaga.

²Departamento de Ciências da Educação, Universidade dos Açores.

Introdução

A formação para uma cidadania num mundo cada vez mais globalizado, influenciado pela ciência e tecnologia e influenciando estas, passa necessariamente pelo ensino das ciências que se faz nas nossas escolas. Por isso, tem sido advogado por diferentes autores e instituições uma educação científica para todos, que permita aos alunos, futuros cidadãos, a participação responsável num mundo onde grande parte das decisões envolvem questões científicas e tecnológicas (Yager (1990; Fensham, 1992; Fourez *et al.*, 1994; Jenkins, 1994, entre muitos outros). Emergem na literatura educacional conceitos como os de alfabetização científica, literacia científica ou cultura científica, defendendo uma educação científica que faculte ao cidadão comum capacidades para entender os processos de investigação científica, as normas e os métodos da ciência, os temas científicos básicos e a consciência do impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade. Um indivíduo científica e tecnologicamente alfabetizado é, segundo diferentes autores (Solomon, *et al.*, 1995, Millar, 1996, Martins, 1999, entre outros), aquele que é capaz, de forma consciente, de apresentar uma postura crítica em relação a assuntos que envolvam a ciência, tecnologia e a sociedade e de entender que a interação entre ciência, tecnologia e sociedade envolve aspectos morais, éticos, sociais e ambientais

Esta postura crítica requer, entre outras aprendizagens, a construção de imagens adequadas da ciência, dos cientistas e do trabalho científico. No entanto, a investigação educacional tem sugerido que o ensino das ciências praticado por muitos professores teve como consequência a construção, por parte dos alunos, de imagens pouco adequadas sobre os cientistas, a natureza ciência e o modo como se constrói o conhecimento científico (Meichtry, 1993; Woolnough, 1994; Monk e Osborn, 1997; McGinn e Roth, 1999...). Para que tal não aconteça é necessário uma nova abordagem aos currículos de ciência que contemple a sua dimensão epistemológica e que os

professores utilizem materiais curriculares alternativos, que tenham em conta essa dimensão, dado que os utilizados habitualmente são inadequados para aproximar os alunos da natureza da ciência e dos processos de construção do conhecimento científico (Cachapuz, 1995; Barros *et al.*, 1995; Praia 1995; Coelho e Praia, 1999).

Neste sentido, este trabalho insere-se num projecto de investigação mais vasto que teve como principais objectivos: i) a utilização de materiais curriculares já existentes, divulgados pela investigação educacional, no sentido de identificar imagens que os alunos têm da ciência, dos cientistas e do trabalho científico e ajudá-los na (re)construção de imagens compatíveis com quadros epistemológicos pós-positivistas veiculados pela Nova Filosofia da Ciência (Abimbola, 1983); ii) analisar a adequação dos referidos materiais a uma turma do 8º ano de escolaridade de uma escola portuguesa e propor eventuais reformulações, de acordo com os resultados obtidos, uma vez que os materiais originais foram concebidos para o contexto norte americano.

Nesta comunicação iremos apenas apresentar e discutir as imagens de um grupo de alunos do 8º ano de escolaridade sobre a ciência, os cientistas e o trabalho científico

Metodologia:

A metodologia de trabalho foi, na sua essência, a proposta por Sthal e Sthal (1995), sendo utilizados os materiais didácticos elaborados por esses autores relativos ao episódio 18, “Scientists – They’re Everywhere!” (pp. 229-238). Esses materiais foram traduzidos em português e aplicados numa turma do 8º ano de escolaridade, de Física e Química, de uma escola da Horta, Açores. Assim, a metodologia utilizada foi a seguinte:

- i) Inicialmente, foi passada aos alunos uma ficha de trabalho com questões para reflexão individual, relacionadas com imagens de ciência, dos cientistas e do trabalho científico. Após a reflexão individual, as diferentes ideias foram apresentadas ao grupo-turma. Uma vez que foi verificado, como era esperado, respostas divergentes, alertámos os alunos para a necessidade de se discutirem as diferentes ideias apresentadas. Deste modo, pretendíamos proporcionar situações de conflito cognitivo que promovessem uma reconstrução dessas ideias.
- ii) Ainda com a finalidade de auscultar as ideias dos alunos sobre os cientistas e o trabalho científico e promover a sua discussão, foi realizado um jogo, o qual não consta das estratégias originais

propostas por Sthal e Sthal (1995). O jogo consistia em colocar nas costas de um aluno um papel com uma determinada profissão. Esse aluno ia questionando os colegas sobre a mesma com questões cuja resposta era apenas sim ou não. Quando achava que tinha as informações necessárias para adivinhar a profissão, o aluno sentava-se. Terminado o jogo, foi pedido aos alunos que, face às informações recolhidas indicassem, fundamentando a sua opinião, se a profissão que lhes calhou podia ser ou não considerada como a de um cientista. As ideias apresentadas relativamente a cada profissão foram discutidas com o grupo-turma.

- iii) Apresentação aos alunos de uma situação problema. Essa situação problema consistia, em termos resumidos, em terem uma semana para escolherem, de entre um conjunto de nove hipóteses fornecidas, três cientistas para virem falar com a turma sobre questões relacionadas com futuro da humanidade que afectassem a ilha onde viviam. Os alunos foram alertados que, para que a escolha fosse a mais adequada e devidamente fundamentada, teriam de rever alguns aspectos relacionados com a ciência, os cientistas e o trabalho científico.
- iv) Após a leitura e análise de um texto, “Os cientista estão em todo o lado”, os alunos preencheram fichas de pré-decisão e de decisão relativamente à escolha dos cientistas a convidar para virem falar à turma. Todos os argumentos apresentados a favor ou contra a escolha de determinados cientistas foram registados e discutidos a nível da turma.
- v) Por consenso, a escolha dos alunos recaiu sobre um cientista que estivesse ligado ao estudo do mar, por consideraram que, pelo facto de viverem numa ilha, era a pessoa mais indicada para lhes falar sobre o futuro da humanidade, bem como sobre o seu trabalho. Assim, foi convidado um biólogo marinho do Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores que, entre outros aspectos, falou sobre o seu trabalho, motivações e imagens da ciência. A questões levantadas pelos alunos durante essa conversa, foram registadas pela professora para posterior análise.

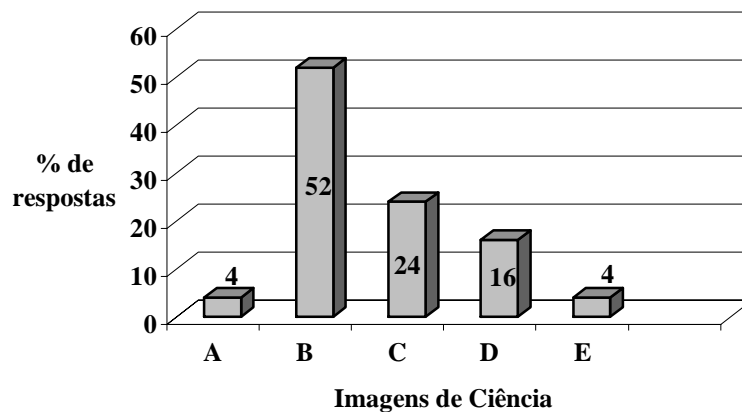
Todas as respostas fornecidas pelos alunos nas fichas de trabalho supra referidas foram objecto de análise de conteúdo, sendo neste trabalho apenas apresentados resultados parciais dessa análise, nomeadamente os relativos às imagens de ciência expressas no questionário inicial (anexo 1) e na ficha de pré-decisão 1 (anexo 2).

Apresentação e análise dos resultados:

Uma vez que se trata de um estudo exploratório e de uma amostra de dimensões reduzidas, os resultados apresentados são de natureza essencialmente descritiva e qualitativa, servindo as frequências relativas (%) apenas para proporcionar uma visão mais global desses resultados. Na apresentação que se segue, o texto em itálico refere-se a exemplos de transcritos das respostas dos alunos.

1. Imagens dos alunos sobre a ciência:

Como se pode ler no gráfico 1, a ausência de respostas foi relativamente baixa (4%), estando as respostas iniciais dos alunos relativas à definição de ciência maioritariamente relacionadas com o estudo do mundo que nos rodeia (52%), apontando, sobretudo, objectos de estudo da ciência como, por exemplo: *estuda os tipos de materiais que nos rodeiam*, ou *estuda os seres vivos e o corpo humano*, ou ainda *estuda tudo no universo*.



Legenda

A-Não respondeu

B-Imagens associadas ao estudo do mundo

C-Imagens associadas à descoberta de algo novo

D-Imagens associadas a uma metodologia de investigação

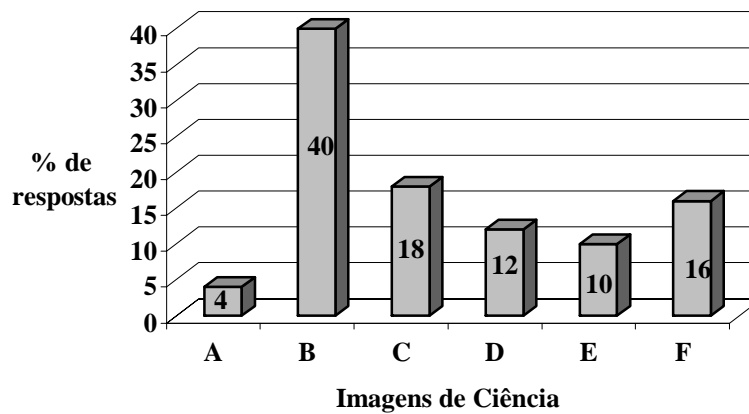
E-Outras imagens

Gráfico 1- Imagens iniciais dos alunos sobre a ciência

Uma grande parte das respostas relaciona a ciência com a descoberta de algo de novo no mundo circundante (24%): *é descobrir coisas novas*, ou *é descobrir coisas que não se vêem mas sabe-se que existem*, ou então *é o que o homem descobre através da natureza*.

Ainda com alguma expressão, aparecem resposta que relacionam a ciência com métodos de investigação (16%), aparecendo respostas do seguinte teor: *é uma maneira ou método de estudar e perceber as coisas à nossa volta*.

É de sublinhar que, após a discussão das diferentes ideias apresentadas e a leitura e discussão do texto “*Os cientistas estão em todo o lado*”, houve alguma evolução nas imagens dos alunos sobre a ciência. Assim, quando numa segunda fase se pediu novamente aos alunos para, na ficha de pré-decisão 1, indicarem as suas definições de ciência, as respostas dos alunos são mais elaboradas e qualitativamente diferentes. Como se pode verificar pela análise do gráfico 2, a maioria das respostas (40%) associa a ciência a um modo de pensar diferente e a uma atitude de interrogação como tentativa de resposta para determinados problemas.



Legenda

A-Não respondeu

B-Imagens associadas a um modo diferente de pensar como tentativa de resposta a problemas.

C-Imagens associadas a uma metodologia de investigação

D-Imagens associadas a um corpo de conhecimentos

E- Imagens associadas à solução de todos os problemas

F-Outras imagens diversificadas

Gráfico 2- Imagens de ciência dos alunos expressas na ficha de pré-decisão 1

As respostas fornecidas por esse grupo de alunos são do seguinte teor: *uma maneira de pensar, uma atitude perante a pesquisa e a investigação*; ou então *o acto de perguntar e responder a questões sobre qualquer assunto ou acontecimento no universo*. Um grupo de alunos com alguma expressão (18%), sensivelmente idêntica ao que aconteceu no questionário inicial, associa a ciência ao método científico, sendo exemplo dessas respostas: *um conjunto de passos que se seguem para obter e verificar factos, respostas e explicações*. Para outros alunos (12%), a imagem de ciência está associada a um corpo de conhecimentos, como se exemplifica pelo transcrito seguinte: *conjunto de factos organizados e investigações sobre objectos ou acontecimentos (...)*.

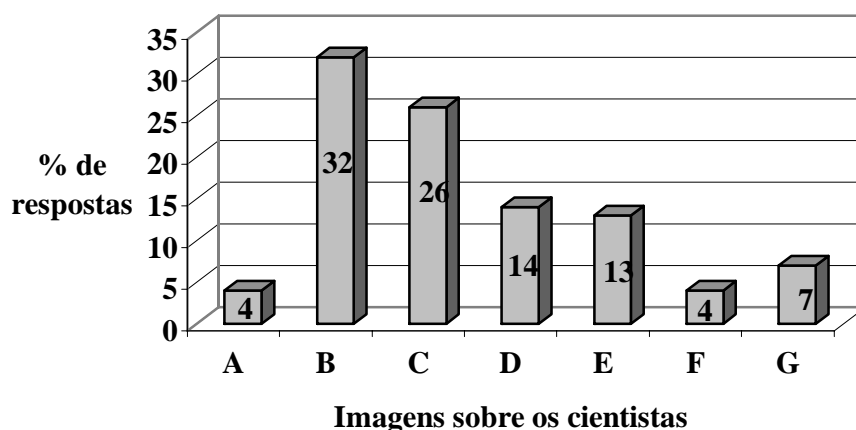
As restantes respostas são bastante diversificadas, persistindo nalgumas delas (10%) uma imagem mítica da ciência como a solução para todos os problemas ou questões, como por exemplo: *define soluções para*

tudo; ou responde a todas as perguntas que se pretende, ou ainda explica tudo o que acontece.

Algumas das respostas são interessantes na medida em que veiculam uma imagem acerca das relações entre ciência e religião, como por exemplo: *a ciência é o pior inimigo da Igreja Católica*.

2. Imagens dos alunos sobre os cientistas:

Como se pode constatar no gráfico 3, ao descreverem o cientista, a maior parte dos alunos (32%) veicula uma imagem de alguém que estuda o mundo à nossa volta, de alguém que se preocupa em conhecer o que se passa, sendo frequente o aparecimento de transcritos como *estuda coisas* ou *estuda as ciências*.



Legenda

- A- Não responderam
- B- Imagens associadas a alguém que estuda o mundo que nos rodeia
- C- Imagens associadas a características físicas dos cientistas
- D- Imagens associadas a alguém que faz experiências
- E- Imagens associadas a alguém que descobre/inventa coisas novas
- F- Imagens associadas a alguém alienado do mundo real
- G- Outras respostas diversificadas

Gráfico 3- Imagens iniciais dos alunos sobre os cientistas

Um conjunto de respostas também expressiva (26%) está basicamente relacionado com a imagem física do cientista, revelando alguns

estereótipos semelhantes aos divulgados por outros trabalhos de investigação. No entanto as respostas são bastante diversificadas, referindo-se algumas a *cabelos brancos*, outras a *óculos e luvas e bata* e até algumas a uma suposta baixa estatura. É interessante verificar que um dos alunos, embora se refira às características físicas do cientista, tenta destruir esses mesmos estereótipos veiculados por parte dos seus colegas: *Todos acham que o cientista é baixo, de cabelos brancos e óculos, mas eu acho que pode ser qualquer pessoa (...)*. Algumas das respostas associam ainda, este estudo à construção de um corpo de conhecimentos, como por exemplo: *um cientista estuda ciências e através delas possui teorias (...)*.

A imagem do cientista está fortemente associada à experimentação por uma boa parte de alunos (14%), sendo frequentes aparecerem respostas que incluem a frase *faz experiências*. Ainda com alguma expressão (13%) encontram-se as respostas que associam o cientista a um contexto de descoberta, como por exemplo: *descobre coisas novas* ou *descobre novas formas de viver* ou ainda *inventa coisas novas*.

Com pouca expressão (4%) surgem imagens do cientista como alguém alienado do mundo real, *que pode esquecer-se de comer com o entusiasmo das descobertas* como alguém que *é um louco* ou então *explode com o laboratório*.

Uma das respostas fornecidas pelos alunos revela uma imagem negativa das motivações dos cientistas: *descobre novas formas de viver para ser famoso e raramente faz alguma coisa de útil*.

Quando questionados sobre os procedimentos e atitudes que esperavam dos cientistas, as respostas dos alunos ao questionário inicial são bastante diversificadas, sendo, por vezes, difícil encontrar um padrão para a sua inclusão nas categorias de análise. A maior parte dos comportamentos esperados dos cientistas, está em congruência com a imagem do cientista como alguém que descobre ou inventa coisas novas veiculada nas respostas à questão anterior, pois os comportamentos mais esperados são, por exemplo: *que descubra coisas* ou então *ir à procura de coisas novas*. Algumas das respostas são mais específicas, mencionando, por exemplo: *previsão de sismos* ou *formas de viajar no espaço*.

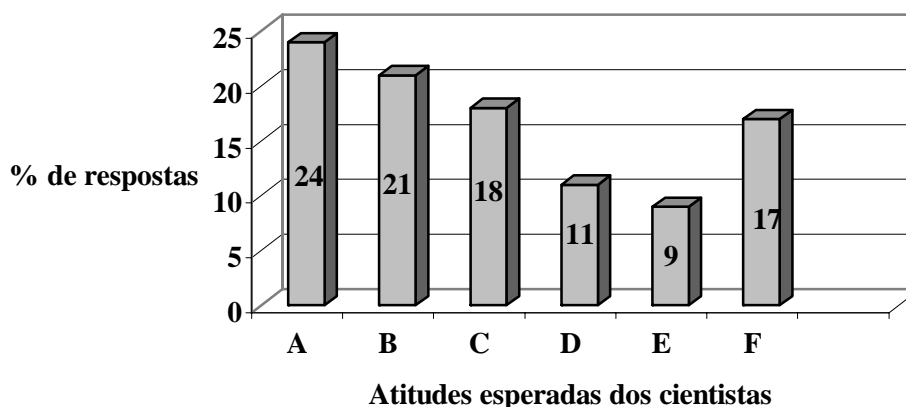
Dos outros comportamentos esperados com maior expressão estão os relacionados com a experimentação, pois é manifestamente esperado do cientista *que faça experiências*.

Um grupo igualmente expressivo de respostas revela expectativas face à resolução de problemas concretos do mundo actual, como por exemplo: *acabem com o buraco do ozono* ou *que consigam acabar com a fome no mundo* ou ainda *descobrir a vacina contra a sida*.

Uma das repostas aponta, inesperadamente, como principal expectativa a necessidade de articulação entre o mundo da ciência e o cidadão comum, ao referir que se espera que os cientistas *misturem o universo deles com o nosso*.

Em relação à ficha de pré-decisão 1, verifica-se novamente alguma mudança qualitativa nas respostas dos alunos, uma vez que as atitudes mais esperadas não estão tão fortemente relacionadas com a solução de problemas práticos, mas com questões deontológicas, uma vez que, como se pode constatar no gráfico 4, a maioria das respostas (24%) aponta para aspectos como: *apresentar os factos com precisão e honestidade* ou então *não tirar conclusões precipitadas e ser honesto*.

Legenda



- A- Atitudes relacionadas com honestidade e precisão nos dados e conclusões apresentadas
- B- Atitudes relacionadas com o questionamento e cepticismo em relação ao que já existe
- C- Atitudes relacionadas com a mudança e aceitação de ideias novas
- D- Atitudes relacionadas com o respeito por uma metodologia de investigação
- E- Atitudes relacionadas com a admissão e procura de alteração de erros cometidos
- F- Outras respostas diversificadas.

Gráfico 4- Atitudes/comportamentos esperados dos cientistas expressos pelos alunos na ficha de pré-decisão 1.

Temos também um número expressivo de respostas (21%) que espera dos cientistas essencialmente um atitude de constante questionamento e de cepticismo em relação às respostas já existentes, como por exemplo: *questionar factos e acontecimentos existentes e as suas explicações* ou então *manter um grande cepticismo em relação aos factos aparentes* ou ainda *procurar respostas correctas para o que já existe*.

As respostas que a seguir têm maior expressividade (18%) estão relacionadas com atitudes de aceitação de ideias novas e de mudança das teorias já existentes, aparecendo transcritos como: *aceitar ideias novas* ou então *aceitar a hipótese de mudança em teorias*.

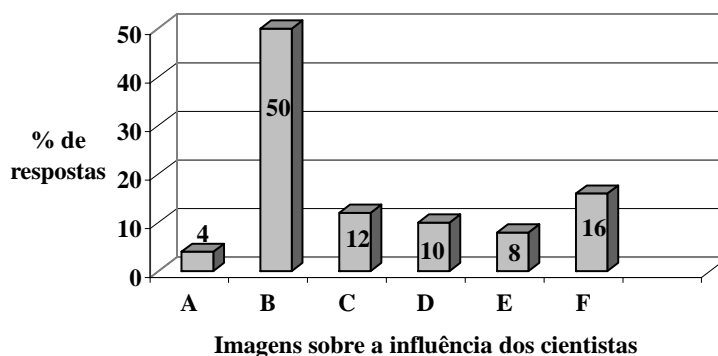
Um grupo de alunos (11%) revela maiores preocupações com o correcto seguimento por parte dos cientistas de uma metodologia de investigação, como por exemplo: *seguir passos organizados nas suas experiências*. Existem também respostas que estão relacionadas com a atitudes dos cientistas face ao erro (9%), como por exemplo: *procurar erros e omissões* ou então *admitir os seus erros*.

Temos ainda um conjunto de respostas muito diversificado (17%) essencialmente relacionado com outras atitudes ou características dos cientistas, como por exemplo: *serem observadores* ou *serem justos* ou então *serem calmos* ou ainda *encorajarem os outros*.

No que diz respeito ao modo como os alunos consideram que os cientistas podem influenciar o futuro da humanidade, as respostas ao questionário inicial veiculam, como se pode observar no gráfico 5, exclusivamente uma visão positiva da actividade científica e dos cientistas, estando a maior parte delas (50%) relacionadas com a descoberta de soluções para problemas, como, por exemplo: *descobrir curas para doenças* ou então *melhorar o nosso modo de vida*.

Um número de respostas com alguma expressividade (12%) está relacionado com a invenção e criação de novas técnicas e tecnologias enquanto outras (10%) se limitam a mencionar que os cientistas podem influenciar o futuro ao *realizar experiências*, sem no entanto adiantarem algo de mais concreto. Alguns alunos (8%) assinalam o contributo da ciência na previsão de fenómenos, referindo que a influência dos cientistas no nosso futuro está na possibilidade de *prever o futuro*.

As outras repostas fornecidas (20%) são mais curtas e genéricas e, por isso, difíceis de enquadrar nas categorias anteriores, sendo do seguinte teor: *Continuar o estudo do ambiente* ou *Estudo do planeta*.



Legenda

- A- Não responderam
- B- Imagens associadas à solução de problemas práticos da humanidade
- C- Imagens associadas à invenção de novas técnicas/tecnologias
- D- Imagens associadas à realização de experimentações
- E- Imagens associadas à previsão de fenómenos
- F- Outras imagens diversificadas

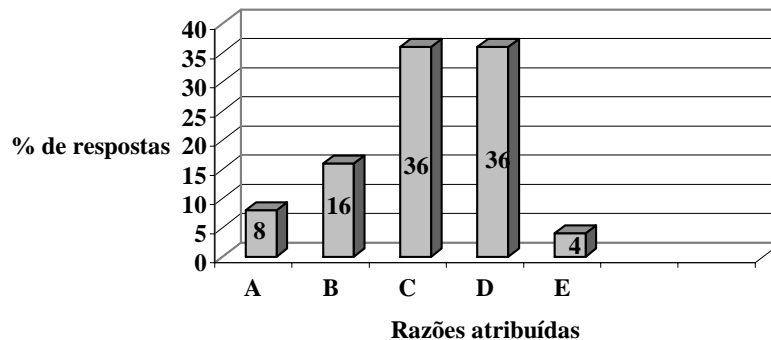
Gráfico 5- Imagens iniciais dos alunos sobre como os cientistas podem influenciar o nosso futuro

Nenhuma das respostas ao questionário inicial, demonstra uma atitude mais crítica sobre as possíveis influências dos cientistas e da ciência na sociedade, mencionando as suas limitações, aspectos negativos ou controversos, o que revela imagens da ciência que tendem para algum “cientismo” e para uma crença excessiva nas capacidades da ciência para resolver positivamente os problemas da humanidade.

3. Imagens dos alunos sobre o trabalho científico

Os resultados apresentados dizem apenas respeito às respostas fornecidas na ficha de pré-decisão, uma vez que no questionário inicial não foram incluídas questões sobre esta dimensão em análise. Embora esses aspectos tenham sido discutidos com os alunos na primeira fase, não existe um suporte escrito para a análise das suas ideias prévias, sendo este um dos aspectos a reformular futuramente aquando a aplicação dessa estratégia com outros alunos.

Quando, na segunda fase do estudo, se questionou os alunos como explicavam que pudesse existir mais do que um método para se conduzir uma pesquisa científica, a maior parte das respostas aproximam-se de concepções pós-positivistas do trabalho científico, uma vez que, como está expresso no gráfico 6, uma boa parte das respostas (36%) associa a existência de diferentes metodologias a diferentes modos de pensar e igual número (36%) aponta para um pluralismo metodológico, referindo a possibilidade de se obterem resultados semelhantes com métodos diferentes. Assim, encontramos no primeiro grupo de respostas transcritos do seguinte teor: (...) *os vários métodos dependem das pessoas que os fizeram* (...) ou então (...) *dependem da maneira de agir e de pensar*. No segundo grupo de respostas, temos como exemplo: *há várias maneiras de chegar a uma conclusão*.



Legenda

- A- Não responderam
- B- Respostas descontextualizadas da questão formulada
- C- Imagens que associam diferentes metodologias a diferentes modos de pensar
- D- Imagens associadas à possibilidade de se obterem resultados semelhantes com metodologias diferentes.
- E- Imagens que associam a existência de diferentes metodologias ao acaso.

Gráfico 6- Imagens dos alunos sobre o trabalho científico

Apenas um grupo restrito de respostas (4%) associa a existência de diferentes métodos *ao acaso que pode conduzir à descoberta*. No entanto, um número relativamente expressivo de alunos ou não respondeu (8%) ou forneceu respostas descontextualizadas da questão formulada (16%).

Ao ser solicitado aos alunos que indicassem alguns passos que integram um dos possíveis métodos de pesquisa científica, 22% dos alunos forneceram respostas descontextualizadas, a maior parte delas mais centradas em características dos cientistas do que no(s) método(s) por estes utilizados, como por exemplo: *ter paciência e espírito de aventura*; ou *estar organizado*; ou ainda *estudar as respostas para as perguntas*.

No entanto, a maioria das respostas dos alunos (48%), coloca o problema num lugar de destaque nos métodos de pesquisa científica, fornecendo respostas como: *recolher dados, a partir de experiências pessoais, pesquisar, determinar problemas ou questões (...)* ou ainda (...) *recolher dados conhecidos, analisar informação e determinar o problema em questão*.

Apenas 17% se aproximam dos passos típicos de “o método científico”, como exemplifica o transcrito seguinte: *observação, hipótese, experimentação e conclusão*. Uma outra parte (13%) também considera a observação como ponto de partida para a pesquisa, como por exemplo: *observação, estudo, pesquisa e investigação*.

Conclusões e implicações educacionais

Os resultados acabados de apresentar são semelhantes a outros já divulgados pela investigação educacional, sugerindo que os alunos possuem imagens distorcidas da ciência, dos cientistas e do trabalho científico. Estes resultados sugerem, ainda, que é possível, pela reflexão e utilização de estratégias e materiais didáticos alternativos aos habitualmente utilizados pelos professores, a modificação dessas ideias apresentadas inicialmente pelos alunos.

Assim, parece-nos necessário apostar na criação utilização e/ou de estratégias e materiais curriculares alternativos já divulgados pela investigação educacional, de modo a que as ideias dos alunos sobre a ciência, os cientistas e o trabalho científico se possam aproximar das veiculadas pela Nova Filosofia da Ciência, como tem sido defendido por inúmeros investigadores para a educação científica dos alunos.

No entanto, estamos conscientes que a (re)construção de imagens adequadas por parte dos alunos não é possível apenas com a utilização episódica dessas estratégias e materiais. Torna-se necessário uma prática pedagógica que contemple reiteradamente a dimensão epistemológica dos currículos de ciências já existentes e que os novos currículos possam incluir, de um modo articulado e explícito para os professores, elementos de história

e filosofia da ciência, assim como das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Referências bibliográficas:

- Abimbola, I. (1983). The relevance of "new" philosophy of science for the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 83 (3), 181-193.
- Barros, S., Martínez, M. e Mondelo, M. (1995). El trabajo Práctico. Una Intervención para la Formación de Profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 203-209.
- Cachapuz, A. (1995a). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In A.D. Carvalho (Org.), *Novas Metodologias em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Coelho, J. e Praia, J. (1999). "A Origem da Vida": A Epistemologia e a História como Fundamentos para a Acção Didáctica. In V. Trindade (Coord.), *Metodologia do Ensino das Ciências - Investigação e Práticas dos Professores*, pp. 123-142. Évora: Departamento de Pedagogia e Educação - Universidade de Évora.
- Fensham, P. (1992). Science for All. In J. Hassard, *Minds on Science. Middle and Secondary School Methods*, pp.423-424. New York: Harper Collins.
- Fourez, G., Englebert-Lecompte, V., Grootaers, D., Mathy, P. e Tilman, F. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique-Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: DeBoeck.
- Jenkins, E. (1994). Public Understanding of Science and Science Education for Action. *Journal of Curriculum Studies*, 26 (6), 601-611.
- Martins, I. (1999). Literacia Científica: dos mitos às propostas. Conferência proferida no âmbito do VII Encontro Nacional de Educação em Ciências, na Escola Superior de Educação da Universidade do Algarve no dia 29 de Outubro de 1999.
- McGinn, M e Roth, W-F. (1999). Preparing Students for Competent Scientific Practice: Implications of Recent Research in Science and Technology Studies. *Educational Researcher*, 28 (3), 14-24.
- Meichtry, Y. (1993). The Impact of Science Curricula on Student Views About the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (5), 429-443.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77 (280), 7-18.
- Monk, M. e Osborne, J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- Praia, J. (1995). *Formação de Professores no Ensino da Geologia: Contributos para uma Didáctica fundamentada na Epistemologia das Ciências. O caso*

- da Deriva Continental*. Tese de Doutoramento (não publicada). Universidade de Aveiro.
- Solomon, J. et al. (1995). *Science education: A case for european action? – A whiter paper on science education in Europe (preliminary draft)*. European Comission & Fundação Calouste Gulbenkian.
- Stahl, N. e Stahl, R. (1995). *Society and science. Decision-Making Episodes for Exploring Society, Science, and Technology*. New York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Woolnough, B. (1994). *Effective Science Teaching*. Buckingham: Open University Press.
- Yager, R. (1990). STS: Thinking over the Years. *The Science Teacher*, March, 52-55