

CONTRIBUTOS DA INTERACÇÃO ENTRE PARES, EM AULAS DE CIÊNCIAS, PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DE ARGUMENTAÇÃO

Paulo Almeida

Escola Secundária de Santa Maria – Sintra
pjca@hotmail.com

Margarida César

Universidade de Lisboa,
Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências
macesar@fc.ul.pt

Resumo

Numa época em que se defende a “cientifização” da cidadania (Santos, 2005), é essencial que se promovam práticas de sala de aula que desenvolvam competências diversas, como a argumentação. Dessa forma, o sistema educativo estará a contribuir para desenvolver nos cidadãos a capacidade de avaliação crítica, através da análise de diferentes argumentos apresentados em relação a questões científicas controversas, permitindo-lhes tomar posições de uma forma democrática, responsável e cientificamente sustentada. Consideramos que a implementação de práticas de trabalho colaborativo envolvendo, nomeadamente, a interacção entre pares, em sala de aula, poderá ser um contributo importante para o desenvolvimento deste tipo de competências.

O presente trabalho insere-se no âmbito do projecto *Interacção e Conhecimento*, que integra turmas de diferentes disciplinas (Matemática, Filosofia, Ciências) e procura, através de implementação de práticas pedagógicas inovadoras – trabalho colaborativo – compreender a realidade complexa e dinâmica das interacções sociais em sala de aula. Havendo um carácter interventivo subjacente a este estudo, optámos por realizar um projecto de investigação-acção, seguindo uma abordagem historico-culturalmente situada, de inspiração etnográfica. Este estudo foi desenvolvido numa turma de 10º ano de escolaridade, com 22 alunos, numa escola dos arredores de Lisboa, na disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Os dados foram recolhidos através de observação (vários observadores, que elaboraram relatórios das



observações; incluindo gravação áudio de interações entre pares de alunos ao longo de várias aulas), entrevistas a informadores privilegiados, questionários e análise documental.

Da análise qualitativa/interpretativa dos dados pudemos compreender que: (1) numa fase inicial, os alunos apresentavam competências de argumentação pouco desenvolvidas; (2) as interações entre pares contribuíram para o desenvolvimento da argumentação, ainda que esse mesmo contributo fosse configurado pelas dinâmicas interactivas que emergiram; (3) os alunos foram desenvolvendo competências de argumentação, ao longo do ano, ainda que com níveis de competência muito diversificados, o que ilumina a importância de se implementarem actividades de discussão nas aulas de ciências.

Palavras-chave: Interações entre pares, Trabalho colaborativo, Educação científica, Argumentação.

Abstract

Nowadays societies claim for a citizenship supported on science knowledge (Santos, 2005). Though, the promotion of classroom practices designed to develop competencies as argumentation are a must. Those practices are a contribution from the educational system to develop the citizens' critical evaluation through the analysis of several arguments presented by different parts and concerning socio-scientific issues. This competency allows the citizens to assume democratic and scientifically supported positions concerning those issues. The implementation of collaborative work, namely peer interactions, in the classrooms, seems to be an important contribution to the development of those kinds of competencies.

This work is part of the *Interaction and Knowledge* project. This project includes several classes from different subjects (Mathematics, Philosophy, and Science). The main goal of the I&K project is to understanding the complex reality and social interactions dynamics in the classes through the implementation of innovating pedagogical practices – collaborative work. Due to the intervention scope of this work we implemented an action-research project, assuming a historic-cultural and situated approach, inspired by ethnographic methods. This study was developed in the Earth and Life Sciences classroom at a 10th grade class with 22 students from a secondary school around Lisbon. Data were collected by several observers who elaborated



observation reports, and also including audio taped peer interactions from several classes, interviews to privileged informers, questionnaires and documents.

Qualitative/interpretative data analysis illuminates that: (1) at an initial stage, the students are only able to mobilise poor argumentative competencies; (2) peer interactions contributed to develop argumentative competencies, although this is shaped by characteristics of the interactions; and (3) students developed argumentative competencies through all the school year although they showed a high level of diversity. This empirical evidence illuminates the importance of implementing discussions on social-scientific issues in the sciences classes.

Key Words: Peer interactions, Collaborative work, Science education, Argumentation.

Introdução

Se recuarmos a meados do mês de Agosto, do ano de 2006, poderemos recordar uma polémica que surgiu no seio da comunidade científica de astrónomos e que se tornou tema central da maioria dos órgãos de comunicação social nacional e internacional naquela data: o estatuto astronómico de Plutão. Até aqui considerado um planeta principal, a comunidade científica reuniu, em Praga, para requalificar o estatuto daquele astro. Em alternativa a essa requalificação de Plutão, havia também a possibilidade de acrescentar à lista de planetas principais, outros astros – como Ceres e Caronte – tendo sido, para o efeito criado um Comité para a Definição de Planeta, que estabeleceu os critérios que um determinado astro deveria cumprir para ser classificado como planeta. Para tal, no seio dessa mesma comunidade foram apresentados argumentos diversos, que contribuíram para a decisão final. Para espanto de uns e aplausos de outros, Plutão foi “despromovido.” Este acontecimento foi, na nossa óptica, essencial para relançar a problemática sobre a natureza do conhecimento científico, no seio da sociedade.

De acordo com a Nova Filosofia da Ciência, o conhecimento científico é provisório e não dogmático, não existindo verdades absolutas. Se pretendemos que os alunos apropriem esta concepção, os professores de ciências devem fomentar, através de práticas de sala de aula, experiências educativas que promovam a discussão de questões sociocientíficas controversas (Reis, 2004, 2006), utilizando, nomeadamente, questões como a referida anteriormente, entre outras. Diversas



questões sociocientíficas têm emergido nos últimos anos, como as relacionadas com a clonagem humana, produção de produtos alimentares transgênicos, a co-incineração, o aquecimento global ou o ordenamento do território das zonas costeiras, que podem e devem ser abordadas nas aulas de ciências. Assim, os professores estarão a contribuir para desenvolver nos alunos concepções mais adequadas em relação à natureza do conhecimento científico, bem como para o desenvolvimento de competências diversas, entre as quais, a argumentação, com a apresentação e discussão de critérios divergentes que levam ao estabelecimento de pontos de vista diferentes sobre as referidas problemáticas.

Não deixamos de ressaltar que a sociedade actual é chamada a pronunciar-se, com frequência, sobre temáticas que implicam directamente os avanços tecnocientíficos, sobre os quais os cidadãos devem estar informados, de modo a permitir-lhes desenvolver uma postura interventiva, crítica e sustentada em argumentos considerados válidos, sob o ponto de vista científico. Pensamos que a educação é a base de sustentação do desenvolvimento deste capital humano (Figueiredo, Almeida, & César, 2004), baseando-se numa perspectiva de respeito pela riqueza da diversidade cultural (Aikenhead, 2006; Praia, Edwards, Gil-Pérez, & Vilches, 2001) e respeitando as diferentes formas de construção do conhecimento.

De acordo com Roth e Désautels (2004), a educação em ciência está frequentemente associada à educação para o desenvolvimento sustentável e à educação para a cidadania. A ciência e a tecnologia, como domínios que fazem parte das nossas vidas, devem ser objectos legítimos de reflexão, por parte de sociedades pós-modernas. Estes autores defendem uma educação em ciência problematizadora dos avanços tecnocientíficos, que predisponha a uma discussão argumentada de diferentes perspectivas, no respeito pelas divergências apresentadas. Parece-nos, assim, defensável que o ensino das ciências se baseie em práticas pedagógicas pluralistas e de princípios inclusivos que promovam a formação de cidadãos activos e participativos, contribuindo para a construção de uma sociedade sustentável (Roodman, 1999, citado em Praia et al., 2001).

Enquadramento Teórico

O socioconstrutivismo e o ensino das ciências

Várias têm sido as finalidades apresentadas para a educação científica. Há



quem advogue que é uma forma de compreender melhor o mundo que nos envolve, permitindo estruturar o pensamento e a acção ou, ainda, que o ensino das ciências contribui, entre outras finalidades, para uma compreensão crítica de notícias de imprensa relacionadas com assuntos científicos e tecnológicos, ou de programas televisivos específicos sobre temáticas científicas (Millar, & Osborne, 1998). No entanto, com o incremento recente de questões sociais controversas que têm uma elevada componente científica e tecnológica, uma das principais finalidades da educação em ciências, defendida por diversos autores tem sido a de desenvolver competências nos indivíduos, que lhes permitam tomar decisões responsáveis e conscientes (Acevedo, 2004; Caraça, 2002; Costa, Ávila, & Mateus, 2002; Millar, & Osborne, 1998; Osborne, 2000).

Nos últimos anos, a sociedade tem-se confrontado com questões controversas de natureza sociocientífica (Reis, 2004, 2006), que exigem fundamentação para a tomada de posição por parte dos cidadãos. No entanto, nem sempre estes estão à altura de responder aos desafios que lhes são colocados, devido ao seu baixo nível de literacia científica. É um direito de cidadania ser ouvido sobre questões de natureza social e ética que implicam a mobilização de competências que nem sempre foram desenvolvidas durante a escolarização, nomeadamente as relacionadas com a argumentação. Desta forma, esta torna-se uma das exigências de uma educação científica de qualidade, quando se pretende que o exercício de poder dos cidadãos, em momentos de incerteza, seja desempenhado de forma crítica e consciente, tornando-o credível e aceitável (Caraça, 2002). Assim, o ensino das ciências deve centrar-se no desenvolvimento da literacia científica para um público informado (Aikenhead, 2002).

Nessa perspectiva, o Ministério da Educação envidou esforços no sentido de rever as orientações curriculares de disciplinas da área das ciências, dos ensinos básico e secundário. Estas orientações sublinham as intencionalidades relacionadas com a formação de cidadãos intervenientes, críticos e responsáveis. O currículo encontra-se estruturado em torno do desenvolvimento de competências, no sentido de permitir que os cidadãos possam agir perante uma realidade em constante mudança, na qual se incluem os desenvolvimentos científicos e tecnológicos na área da biologia e da geologia. As finalidades constantes das referidas orientações incluem a consciencialização e reflexão críticas sobre os desafios colocados pelas referidas mudanças e baseiam-se em princípios socioconstrutivistas, referindo explicitamente que deverão ser os alunos os agentes principais do processo de construção dos seus



conhecimentos e salientando a relevância e influência que os conhecimentos prévios dos alunos têm nas aprendizagens. Ao professor é atribuído o papel de organizador e facilitador do processo de ensino-aprendizagem (Ministério da Educação, 2001a, 2001b)

Se queremos uma educação científica mais de acordo com a natureza da ciência, que permita a formação de cidadãos mais participativos, deveremos fomentar práticas pedagógicas que sejam coerentes com as perspectivas assumidas pela Nova Filosofia da Ciência. Assim, as tendências actuais para o ensino da ciência devem fundamentar-se numa filosofia de cariz socioconstrutivista, que atribui ao aluno o papel mais relevante nos processos de ensino e de aprendizagem e, ao professor, um papel de mediador e orientador. Salienta-se, assim, a importância do paradigma socioconstrutivista, tendo por base o pressuposto de que cada indivíduo é um construtor activo do seu conhecimento (Leach, & Scott, 2000; Parkinson, 2004). Cabe ao indivíduo agir sobre o meio de forma a (re)construir estruturas que cognitiva, social e emocionalmente tenham significado para si. Defendemos, de acordo com esta perspectiva, a necessidade de um papel activo dos indivíduos na construção do seu mundo, através do estabelecimento de interacções sociais promotoras do confronto e da co-construção dos saberes, mediante processos de discussão e reflexão participada. Como refere Pontecorvo (2004), aprender no século XXI, não está apenas relacionado com o desenvolvimento de capacidades e/ou com mudanças nas estruturas cognitivas dos alunos, mas também com o saber actuar perante situações com que nos confrontamos no quotidiano, saber trabalhar colaborativamente com os outros e participar activamente em comunidades de prática que favoreçam o desenvolvimento de competências, capacidades, atitudes e valores.

A implementação de trabalho colaborativo em aulas de ciências tem sido defendida por autores como Solomon (1987), Roth (1993) ou Wellington e Osborne (2001), entre outros. Em Portugal, têm sido realizados alguns estudos, em cenários de educação formal, que têm vindo a iluminar o papel das interacções sociais entre pares para a apropriação de conhecimentos matemáticos e científicos dos alunos e para a promoção do seu desenvolvimento cognitivo e sócio-afectivo (Almeida, 2004; César, 1994, 2003; Correia, 2001). Estes e outros estudos realizados dentro da abordagem socioconstrutivista têm-se fundamentado em diversos constructos, nomeadamente no de conflito sócio-cognitivo (Perret-Clermont, 1995). Este baseia-se num conflito de ideias entre os indivíduos, que se gera durante um processo interactivo. É um constructo de fundamental importância na medida em que envolve uma dimensão

interpessoal, por levar o sujeito a gerir a relação social com o outro e a efectuar acções de descentração, para compreender outros pontos de vista, e envolve também uma dimensão intrapessoal, por existir uma necessidade de reajustamento das suas acções face a mudanças de posição que possam ter tomado, decorrentes do processo de interacção. Consiste, portanto, numa forma particular de confronto, que conduz a reestruturações das operações mentais (Perret-Clermont, & Nicolet, 1988/2001). A gestão do social com o cognitivo atribui um significado à interacção social que está longe de ser uma simples interacção entre o sujeito e o meio físico (Mugny, & Doise, 1978), já que o conflito entre o ponto de vista de um sujeito e o dos seus pares incita-o a uma reestruturação cognitiva, a partir das coordenações realizadas colectivamente.

Para que o conflito sócio-cognitivo possa ser eficiente na promoção do progresso cognitivo individual dos sujeitos, deve satisfazer duas condições (Gilly, 2001): uma respeitante aos pré-requisitos individuais, que se traduzem na caracterização dos níveis operatórios iniciais dos sujeitos, por referência aos estádios da teoria operatória da inteligência; e outra respeitante à dinâmica interactiva que os sujeitos constroem na situação social de co-resolução da tarefa, já que se deve desenvolver uma oposição de resposta entre os sujeitos.

Alguns autores socioconstrutivistas têm salientado a importância da dinâmica interactiva para que o conflito sócio-cognitivo se possa gerar, fazendo depender dela a sua eficácia. Para que seja eficiente, a dinâmica do conflito sócio-cognitivo deve gerar um envolvimento activo dos sujeitos, num confronto cognitivo e, neste confronto, deve haver ocasião para se manifestarem diferenças e oposições em relação à realização de tarefas (Gilly, Fraisse, & Roux, 2001). Assim, a dinâmica não se pode efectuar de um modo puramente relacional, em que seja facilmente aceite o ponto de vista de um dos sujeitos, que adopta o papel de líder. É fundamental que os sujeitos aceitem colaborar de uma forma activa, tentando procurar uma solução conjunta e ultrapassar as suas divergências, a fim de encontrarem uma resposta satisfatória para ambos, pelo que o conflito meramente relacional se torna pouco benéfico quando se pretende gerar um conflito sócio-cognitivo. Precisamente com a finalidade de promover conflitos sócio-cognitivos e não apenas relacionais, as díades devem ser constituídas por pares de alunos, na medida em que as crianças confrontam mais facilmente as suas estratégias de resolução e as suas respostas, numa estrutura horizontal, em que existe uma reciprocidade de estatuto social na interacção (Gilly, 2001).



A argumentação como competência essencial no ensino das ciências

Ao nível das competências específicas para a literacia científica, no final do Ensino Básico, encontramos a menção à promoção do pensamento de uma forma crítica e criativa, no domínio do raciocínio, e a referência a experiências educativas como o debate, no domínio da comunicação, com a finalidade de levar os alunos a argumentar as suas posições, nomeadamente recorrendo a evidências científicas. No novo programa de Biologia e Geologia do ensino secundário (Ministério da Educação, 2001b), refere-se também que se deve fomentar a participação activa dos alunos em discussões que envolvam problemas da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), bem como o desenvolvimento de capacidades de selecção, análise e de avaliação crítica de informação científica. Quer o desenvolvimento do pensamento crítico quer o desenvolvimento da argumentação têm sido referidos como competências fundamentais numa educação científica, que pretenda promover a educação para a cidadania (Erduran, & Osborne, 2005). Numa sociedade plural e democrática os cidadãos são confrontados com situações em que têm de tomar posições fundamentadas sobre problemáticas que envolvem os avanços científicos e tecnológicos, pelo que se devem desenvolver as competências de argumentação e o pensamento crítico dos alunos.

A implementação de experiências educativas dialógicas, como o debate e a discussão, são essenciais no actual ensino das ciências. Investigações recentes sobre a natureza da construção do conhecimento científico têm evidenciado a importância dos debates e discussões entre cientistas para o processo de construção do conhecimento científico (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Newton, Driver, & Osborne, 2004). Nesses debates são apresentadas diferentes perspectivas em relação a problemáticas de investigação diversas e a respectiva argumentação em defesa dessas perspectivas, mostrando o quão importantes são as práticas discursivas na construção do conhecimento científico. A ciência é o produto de uma comunidade em que as novas conjecturas científicas são debatidas, no seio dessa mesma comunidade, através da apresentação de argumentos e de evidências científicas. Assim, a realização de debates e outros tipos de discussão na sala de aula permite desmistificar a ideia da ciência como corpo de conhecimentos que interpreta a realidade directamente observável, através de investigações apoiadas na realização de actividades experimentais, fazendo salientar antes uma perspectiva do

conhecimento científico enquanto conjunto de factos, leis, princípios e teorias socialmente construídos e provisórios.

O padrão de Toulmin (1958, citado em Cappechi, 2004) identifica os elementos essenciais que constituem um argumento, estabelecendo a relação entre eles, conforme esquematizado na Figura 1. Para esta autora, os elementos essenciais que constituem um argumento são os dados, a justificação e a fundamentação. Assim, de acordo com este modelo, partindo de “*dados obtidos ou fenómenos observados, justificados de uma forma relevante em função de razões fundamentadas no conhecimento científico, pode-se estabelecer uma afirmação ou conclusão*” (Sarda, & Sanmartí, 2000, p. 408, itálico no original). Uma afirmação produzida pode ser apoiada pelos qualificadores modais, que correspondem a especificações das condições necessárias para tornar válida a justificação. É possível, também, apresentar situações específicas em que a justificação não é válida ou suficiente para suportar a conclusão, sendo apresentada uma refutação da justificação. Apesar de continuar a ser utilizado na análise de textos argumentativos, este modelo tem sido criticado por apresentar o discurso argumentativo de uma forma descontextualizada, sem ter em conta o receptor, a situação ou a finalidade com que ele é produzido. É, no entanto, útil para tomarmos consciência da estrutura de uma argumentação, enquanto processo verbal, intelectual e social, que serve para justificar ou refutar uma opinião (Driver *et al.*, 2000).

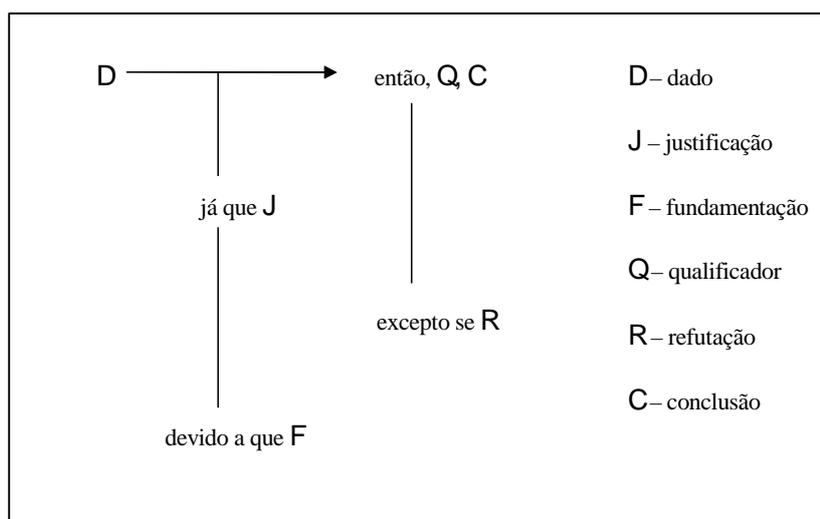


Figura 1 - Padrão de argumentação, segundo Toulmin (Cappechi, 2004; Sardà & Sanmartí, 2000)



A forma como a ciência escolar é apresentada aos alunos leva a que estes assumam o processo de construção do conhecimento científico como aproblemático (Driver *et al.*, 2000; Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz, & Praia, 2002), em que as respostas às questões científicas são encaradas como certas ou erradas, não existindo lugar para a dúvida ou a incerteza, sendo a observação e a experimentação as principais actividades dos cientistas. Além de promover o desenvolvimento de concepções alternativas em relação à natureza da Ciência, um ensino da ciência aproblemático e positivista dificulta que os alunos desenvolvam o pensamento crítico, essencial na análise de questões sociais que envolvem tomadas de decisão por parte dos cidadãos. Assim, não devemos assumir um ensino de ciências sem atribuir à argumentação e à discussão de questões científicas e tecnológicas um papel central, atendendo a que se trata de uma das actividades principais em que se fundamenta a construção do conhecimento científico.

Tendo em conta estas considerações, alguns investigadores da área da didáctica das ciências têm tentado promover uma reconceptualização do ensino das ciências através de implementação de práticas pedagógicas de cariz socioconstrutivista, atendendo ao papel fulcral que atribuem à discussão nas aulas de ciências (Driver *et al.*, 2000; Reis, 2004; Wellington, & Osborne, 2001). Para além disso, nelas os alunos desempenham um papel activo na construção do seu conhecimento, através do confronto de opiniões divergentes que os leva à apresentação dos respectivos argumentos, baseados em evidências científicas, em defesa dos seus pontos de vista. Simultaneamente, é também desenvolvido o pensamento crítico, porque ao colocar-se no papel do outro para conseguir compreender a sua perspectiva, os alunos vão desenvolver o pensamento divergente, através de um processo de argumentação dialógica, na medida em que estão envolvidos vários alunos que poderão ter desenvolvido diferentes pontos de vista sobre as mesmas questões (Garcia, Dominguez, & Garcia-Rodeja, 2002; Newton, *et al.*, 2004).

É através da oposição explícita de respostas divergentes que se pode gerar um conflito sócio-cognitivo, seguido de uma negociação em que a argumentação tem um papel fundamental. Este processo pode permitir alcançar uma coordenação individual de centrações, que tende a promover o progresso sócio-cognitivo dos alunos (Blaye, 2001). A argumentação dialógica entre alunos, na sala de aula de ciências, assume particular importância pois as relações tradicionais de poder entre professor e alunos atribuem àquele o papel de autoridade científica inquestionável. Se se implementarem

práticas pedagógicas fundamentadas no socioconstrutivismo, em que as interações aluno-aluno são valorizadas e incentivadas, há oportunidades para eles dialogarem entre si e argumentarem a favor das suas posições, apresentado justificações e fundamentações baseadas em evidências científicas, desenvolvendo desta forma a sua compreensão sobre a construção dos conhecimentos científicos (Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001). Com este tipo de experiências educativas poderão ser estabelecidas relações entre a construção de conhecimento dos alunos e a construção do conhecimento no seio da comunidade científica, existindo uma coerência de práticas que contribui para uma conceptualização mais adequada sobre a natureza da ciência, na qual a argumentação tem um papel fulcral, apesar de não ser puramente objectiva, pois os cientistas são seres humanos e, como tal, são influenciados por diversos elementos, como os valores, as culturas ou os compromissos sociais que assumem. Assim, se pretendemos fazer salientar a construção social dos conhecimentos científicos temos que dar maior prioridade a práticas pedagógicas que preconizam experiências educativas relacionadas com a discussão, em geral, e com a argumentação, em particular.

As aulas de ciências que fomentam a discussão e a troca de opiniões entre alunos sobre assuntos científicos e tecnológicos facilitam não só o desenvolvimento de competências argumentativas, como o desenvolvimento do pensamento crítico, uma vez que a análise de argumentos é uma capacidade de pensamento crítico que envolve, nomeadamente, identificar razões ou conclusões, bem como procurar a estrutura de um argumento.

Parece-nos que a ocorrência de discussões entre alunos e entre estes e o professor, nas aulas de Ciências, é de primordial importância. As estratégias de discussão levam os alunos a verbalizar o seu pensamento e as reflexões que vão fazendo, a concretizá-lo através da utilização de palavras, sendo uma oportunidade para desenvolver e empregar a linguagem científica (Cappechi, 2004). Autores como Wellington e Osborne (2001) afirmam que, através da discussão, os alunos desenvolvem o seu sentido crítico, ao analisarem os pontos de vista dos outros, sendo envolvidos no processo de construção da ciência escolar, desenvolvendo, entre outras, competências de argumentação.

Neste projecto de investigação-acção, e através do recurso às diferentes tarefas académicas propostas ao longo de todo o ano lectivo, pretendemos envolver os alunos em actividades de discussão, que promovessem competências ligadas à



argumentação. Alguns autores, como os anteriormente citados, ou ainda Newton e seus colaboradores (2004), têm defendido as práticas argumentativas na educação em ciências. Segundo eles, “pedagogias que promovem a argumentação permitem uma efectiva educação em ciência” (Newton *et al.*, 2004, p. 97), pois a argumentação desempenha um papel fundamental na construção das ligações plausíveis entre as conjecturas dos cientistas e as evidências empíricas recolhidas (Jimenez, 2003).

Daqui ressalta, mais uma vez, a importância da linguagem e, nomeadamente, da apropriação da linguagem social da ciência escolar para a educação em ciências. Alguns estudos, como os efectuados por Kuhn, Shaw e Felton (1997), foram realizados com o objectivo de compreender os efeitos da discussão, em díade, de determinados assuntos e, posteriormente, avaliar a qualidade do raciocínio argumentativo de cada um dos elementos das diferentes díades. Através das investigações realizadas estes autores recolheram evidências empíricas das potencialidades das interações em díade na melhoria qualitativa do raciocínio argumentativo.

Metodologia

O presente trabalho insere-se no projecto *Interação e Conhecimento*. Este projecto, que teve a duração de doze anos (1994/95 a 2005/06), tinha por principal objectivo estudar e promover as interações entre pares, em cenários de educação formal. O seu objectivo último consistia em promover ambientes de aprendizagem mais inclusivos (Ainscow, 1991; César, 2003), que permitissem a todos os alunos encontrar a sua voz (Wertsch, 1991), encarando a diversidade como uma riqueza educacional e social. Trata-se de um projecto com dois níveis, um de estudos *quasi experimentais* e outro de investigação-acção, no qual este trabalho se integra, pois procura responder a um problema identificado através das práticas lectivas quotidianas – a necessidade de promoção da qualidade do ensino e da literacia científica – e tem um nítido carácter de intervenção, ao procurar alterar as práticas de sala de aula. Integravam o projecto docentes de diferentes disciplinas, como a Matemática, a Filosofia e as Ciências, do 5º ao 12º ano de escolaridade, bem como docentes do ensino superior e alguns do 1º ciclo, que procuravam, através da implementação de práticas inovadoras e do trabalho colaborativo, compreender a realidade complexa e dinâmica do fenómeno em estudo, através de estudos de índole qualitativa/interpretativa, de inspiração etnográfica (van der Maren, 1996).



Nesta investigação-acção levantámos as seguintes questões de investigação gerais, que depois se desdobraram em questões mais específicas: Como implementar práticas pedagógicas inovadoras em aulas de ciências? De que forma contribuem as interacções sociais entre os alunos para fomentar a argumentação em aulas de ciências? Como evoluem as competências argumentativas dos alunos ao longo da implementação do projecto de investigação-acção?

Participantes no estudo

Este estudo foi desenvolvido numa turma de 22 alunos, do 10º ano de escolaridade, numa escola do distrito de Lisboa, no âmbito da disciplina de Ciências da Terra e da Vida, com a estrutura curricular anterior à que se encontra actualmente em vigor. Desses 22 alunos, 13 eram do género feminino e 9 do masculino, com idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos, sendo a moda os 15 anos. A turma e a disciplina em que foi aplicado o projecto estavam atribuídas, em termos de leccionação, a um dos co-autores da presente comunicação que, por isso mesmo, desempenhou o duplo papel de professor e investigador.

Instrumentos

Os dados foram recolhidos através de uma diversidade de instrumentos, para triangularmos os processos de recolha de informação (van der Maren, 1996). Assim, recorreremos à observação participante (vários observadores, incluindo dois observadores externos), ao longo do ano lectivo; gravação áudio de todas as interacções estabelecidas entre os elementos das diferentes díades, das aulas correspondentes a uma das unidades de ensino do programa da disciplina, designada por *Origem da vida*; entrevistas semi-estruturadas, realizadas no final do ano lectivo, a alguns alunos que foram seleccionados como informadores privilegiados; aplicação, a todos os alunos, de dois questionários, um deles para recolha de informação (interesses, projecto de vida, percurso académico), aplicado no primeiro dia de aulas e outro, de avaliação do projecto, no final do ano lectivo; aplicação de um instrumento de inspiração projectiva, no primeiro dia de aulas, para conhecermos a representação social que os alunos tinham de Ciência; aplicação de um instrumento de avaliação de competências (Reis *et al.*, 2002), usado também na primeira semana de aulas; recolha de alguns protocolos elaborados pelos alunos; e análise de alguns documentos



relevantes, como o projecto educativo da escola e as pautas referentes a esta turma e ano lectivo.

Procedimento

O projecto foi implementado desde o início do ano lectivo. Na primeira semana de aulas os alunos sentaram-se com os pares que desejaram e foram aplicados instrumentos que nos permitiam conhecer melhor os seus interesses, projectos de vida e competências. Após a primeira semana de aulas foi elaborada uma planta de sala de aula, com o cuidado de sentar os alunos de forma a constituir díades (2 alunos) não aleatórias, tendo por base a análise de um instrumento de inspiração projectiva, um questionário e de um instrumento de avaliação de competências. Optámos por formar díades assimétricas, apresentando, sempre que possível, complementaridade de competências desenvolvidas e personalidades que possibilitassem um maior desenvolvimento cognitivo e sócio-emocional dos alunos. A análise que foi sendo efectuada ao longo do ano lectivo, no que diz respeito à avaliação qualitativa e quantitativa, levou à alteração de algumas díades constituídas no início do ano lectivo, por se considerar que, naquele momento, outros pares poderiam potencializar mais o desenvolvimento de competências, bem como a apropriação de conhecimentos. Estas alterações permitiam evitar a dependência excessiva que poderia ocorrer se um par se mantivesse durante todo o ano lectivo e, além disso, foram implementadas na base da procura dos maiores benefícios possíveis para todos os alunos, em termos de desenvolvimento emocional, social e cognitivo.

Assim, durante todo um ano lectivo, os alunos realizaram diversas actividades de discussão (fichas de trabalho, actividades laboratoriais e/ou experimentais, mini-testes de avaliação), que eram inicialmente discutidas entre os elementos de cada par e, mais tarde, eram objecto de uma discussão geral, no grupo-turma. No entanto, os dados foram recolhidos com maior sistematização no decorrer da unidade de ensino relativa ao estudo da *Origem da vida*. Estes dados foram recolhidos através da observação participante e registados num diário de bordo do professor/investigador, bem como através de relatórios escritos produzidos pelos outros observadores. As interacções entre pares, gravadas durante a unidade de ensino seleccionada, foram posteriormente, objecto de uma transcrição integral.

Os dados recolhidos através da observação foram confrontados e complementados com os que foram obtidos através dos restantes instrumentos de

recolha de dados acima citados, procurando-se dar voz aos diversos participantes através de instrumentos de recolha de dados de natureza diferente, que por isso mesmo permitem ter acesso a aspectos diversos do processo de ensino e de aprendizagem, bem como a reflexões, sentimentos, opiniões, argumentações, entre outras formas de expressão dos participantes, o que nos permite fazer descrições densas e, além disso, enriquecer as interpretações que fomos realizando ao longo do processo de investigação, como recomendam diversos autores (Kumpulainen, Hmelo-Silver, & César, in press).

Os dados foram objecto de uma análise de conteúdo detalhada e sucessiva, que visava fazer emergir categorias indutivas de análise, que permitissem iluminar, através das evidências empíricas encontradas, o fenómeno em estudo. Assim, os dados recolhidos com os diversos instrumentos foram objecto de diversas leituras, sendo tratados com um sistema de cores que permitia identificar facilmente as categorias indutivas encontradas. Estas foram discutidas pelos dois autores, sendo objecto de várias leituras e tentativas de interpretação dos fenómenos em estudo, antes de chegarem à sua forma actual.

Por motivos de ordem ética, todos os materiais divulgados foram autorizados a ser divulgados pelos diversos participantes do estudo. Além disso, optámos por atribuir nomes fictícios aos alunos e não divulgar o nome da escola onde o estudo decorreu, para proteger a confidencialidade das informações recolhidas.

Análise e Discussão de Resultados

Os resultados obtidos na presente investigação permitem corroborar as evidências empíricas obtidas por Kuhn e seus colaboradores (1997). No início do ano lectivo apercebemo-nos que uma grande maioria dos alunos apresentava raciocínios argumentativos pouco elaborados, sem justificações ou com justificações pouco fundamentadas. No entanto, através dos dados registados ao longo do ano lectivo, pudemos constatar que, na generalidade, a qualidade argumentativa foi sofrendo melhorias sucessivas, o que vem corroborar que se trata de um processo relativamente longo e lento, ou seja, mediado pelo tempo. Para que os alunos possam melhorar as suas competências argumentativas devem ser-lhes proporcionadas oportunidades para elaborarem conjecturas e argumentações, durante diferentes actividades de discussão (Wellington, & Osborne, 2001).



Em seguida, iremos apresentar três excertos de interações, para as analisarmos sob a perspectiva das competências de argumentação. Os três excertos apresentados foram seleccionados atendendo às características particulares das díades, que permitiram criar diferentes dinâmicas argumentativas. Estes excertos dizem respeito a interações decorridas na sequência da realização da tarefa *Os pressupostos das 3 hipóteses explicativas da Origem da Vida*. Esta tarefa, que foi adaptada de uma outra, originalmente concebida por Praia e Coelho (1999), teve por objectivo criar confrontos, entre os elementos de cada díade, e levar os alunos a defender, através da argumentação, “um determinado modelo e a respectiva hipótese explicativa (heterotrófica, autotrófica e cosmozóica)” (p. 207) para a origem da vida, em detrimento das outras.

Vamos começar por apresentar uma interação que decorreu entre o Gonçalo e a Liliana. Estes alunos, com 15 anos, fizeram toda a escolaridade anterior sem qualquer retenção. Os pais do Gonçalo exerciam as profissões de carpinteiro – pai (6º ano), e de empregada de balcão – mãe (9º ano). As disciplinas que ele mais apreciava eram a Educação Física, o Inglês e as Ciências Naturais, por serem aquelas em que “*me sinto mais à vontade*” e as que de que menos gostava estavam ligadas à área das Humanidades – Francês e História – porque eram “*as que eu tenho mais dificuldades*”. O Gonçalo gostaria de ser biólogo marinho, por gostar do mar e dos animais e, por isso mesmo, gostava muito da disciplina de Ciências, na qual se considerava um aluno razoável, “*porque as notas que eu tive sempre foram médias*”.

No início do ano lectivo, e através da análise às respostas dadas ao instrumento de avaliação de competências (Reis *et al.*, 2002), o Gonçalo revelou que era capaz de analisar, interpretar e avaliar informações, comunicava as suas ideias de uma forma lógica e clara, mostrando saber expressar-se, por escrito, ainda que utilizando uma linguagem simples. Apresentava, no entanto, algumas dificuldades em defender ou argumentar os seus pontos de vista, tendo também mostrado algumas dificuldades em fazer inferências e na elaboração de raciocínios lógico-dedutivos. Ao longo do ano, foi revelando maior confiança nas suas capacidades e empenhou-se mais nas tarefas realizadas com o seu par. No entanto, foi um aluno que revelou algumas dificuldades na apropriação de conhecimentos, com repercussões na classificação atribuída no final do ano lectivo – dez valores – e na prova global realizada a nível de escola – oito valores, tendo transitado para o 11º ano de escolaridade, apesar de não ter progredido na disciplina de Matemática e ter obtido um nível inferior a dez valores na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

A Liliana vivia com os pais, que exerciam as profissões de marceneiro (pai) e auxiliar de serviços gerais (mãe), e que apresentavam como habilitações académicas o 4º e o 6º ano, respectivamente. Era uma aluna com uma elevada auto-estima académica pois terminou o Ensino Básico com classificações finais elevadas, razão pela qual não tinha disciplinas de que gostasse menos. Como ela própria referiu, “*nos anos anteriores, tive sempre interesse logo percebia bem a matéria e gostava de aprender, o que me fazia ter boas notas*”. Gostaria de vir a ser pediatra, por gostar muito de crianças, e as suas disciplinas preferidas eram a Matemática e o Inglês, porque “*gosto muito de fazer cálculos e de raciocinar e porque o Inglês é uma língua muito importante...*”. Dizia gostar muito de investigar, de descobrir coisas novas e de comunicar com outras pessoas para conhecer outras culturas. Achava a disciplina de Ciências muito interessante porque “*estamos sempre a descobrir novas justificações relacionadas com a vida (o porquê das coisas funcionarem e existirem)*”.

A Liliana mostrou, no início do ano, que apesar de ser pouco criativa, utilizava um raciocínio lógico-dedutivo elaborado, conseguindo levantar hipóteses e emitir juízos de valor sobre elas, utilizando argumentações fundamentadas. Nas respostas ao instrumento de avaliação de competências, recorria a uma linguagem clara, bem como a um vocabulário rico e variado. Ao longo do ano, revelou ser uma aluna aplicada, empenhada nas tarefas académicas propostas, tendo tido uma participação activa nas aulas, quer na colaboração com o seu par quer em termos de intervenção ao nível das discussões gerais.

O Gonçalo e a Liliana constituíram uma díade desde o início do ano lectivo pelo que, quando esta interacção foi gravada, já estavam a trabalhar juntos há 5 meses.

383 Gonçalo (G) – *Bem, então 'bora lá!*

384 Liliana (L) – *E então o que é que tu achas? Qual delas te parece a que explica melhor?*

385 G – *Olha antes... O que quer dizer trófico?*

386 L – *É o nível que ocupa na cadeia alimentar...*

387 G – *Hã?*

388 L – *Por exemplo, as plantas são autotróficas.*

389 G - *...são auto...*

390 L – *Sim, as plantas... São elas que fabricam o seu alimento.*

400 G – *Ah sim, lembro-me de ter estudado isso...*

401 L – *Sim, por isso estão no primeiro nível trófico, entendes?*



- 402 G – *Sim, sim...*
- 403 L – *Bem, mas voltando à questão: “Seleccione a hipótese explicativa (teoria) com a qual mais se identifica”. Qual é que te parece?*
- 404 G – *Então é a primeira... A cosmozóica!*
- 405 L – *É a primeira?*
- 406 G – *É.*
- 407 Professor (P) – *Não se esqueçam de escrever os argumentos que vos levam à escolha da opção que para vocês melhor responde aos problemas levantados ...[Dirigindo-se a toda a turma.]*
- 408 L – *Bem, até podemos escolher a primeira, mas temos que arranjar bons motivos para ter escolhido essa e não as outras! Porque escolheste a um?*
- 409 G – *A um?*
- 410 L – *Sim, não disseste que escolhias a um?! Porquê?... Porque achas que foi assim... um... coisinho que veio...?*
- 411 G - *...não gosto das outras!*
- 412 L – *Não? Não gostas das outras? E achas que dessa forma podes arranjar argumentos? [Risos.]*
- 413 G – *Pois....eu acho que a vida veio de outro planeta...*
- 414 L – *Mas que provas é que tens disso?*
- 415 G – *Não sei se existem...*
- 416 L – *Mas achas que se não existissem provas científicas que não se tinha já descoberto a existência de vida fora da Terra?*
- 417 G – *Achas que não existe vida noutros planetas? Eu acho que sim!*
- 418 L – *Pois...então foram os extraterrestres que vieram cá pô-la...*
- 419 G – *Não estou a dizer isso....mas é uma hipótese, não achas? Vá, acho todas as hipóteses bastante importantes... Por exemplo, a última...*
- 420 L – *Porquê?*
- 421 G – *Sei lá...*
- 422 L - *Pois, mas temos que justificar, que argumentar... como vamos fazer? Como é que uma coisa complexa... Como é que surgiu uma coisa complexa assim de repente? Não é... do mais simples para o mais complexo?*
- 423 G - *...ou então veio do espaço...*

424 L - ...achas que os primeiros seres vivos não teriam sido capazes de sintetizar as substâncias orgânicas?

425 G – Claro que não!

426 L – Porquê?

427 G – Não achas que nessa altura na Terra era tudo muito simples?

428 L – Acho....

429 G – Então, ou veio do espaço, ou então era tudo muito simples no princípio...

430 L – Pois, também acho! Consegui convencer-te, foi?

431 G – Foi! [Risos]

432 L – Afinal a última parece-me ser a mais evidente...

Optámos por transcrever este extracto atendendo ao nível de linguagem utilizado e à perspectiva dialógica que está presente ao longo desta interacção. Começamos por achar interessante ser o elemento da díade que funciona como par mais competente (Vygotsky, 1978) que inicia o processo interactivo (Mortimer, & Scott, 2003) (Fala 383). Está, também, bem patente o interesse da Liliana em saber qual é a opinião do seu par e em tentar compreender os seus argumentos para a opção por ele tomada. A Liliana começa precisamente por perguntar ao Gonçalo: “*E então o que é que tu achas? Qual delas te parece a que explica melhor?*” (Fala 384), traduzindo uma adesão ao contrato didáctico que regula o funcionamento das interacções entre pares e que pressupõe a importância de ouvirmos a opinião dos outros e o papel essencial de coordenação e confronto de pontos de vista, numa construção mais rica do conhecimento.

Provavelmente, antevendo que, se expressasse imediatamente a sua opinião o Gonçalo se limitaria a concordar, sem ter ele próprio de assumir uma posição e defendê-la, a Liliana opta por, à semelhança da actuação habitual do professor em cenário de sala de aula, colocar questões ao Gonçalo, dando-lhe uma mensagem indirecta de que ele teria de responder e argumentar. Esta actuação é ressaltada por Kuhn e seus colaboradores (1997), quando referem que o levantamento de questões levam o outro elemento da díade a desenvolver o seu raciocínio argumentativo, pois há uma identificação dos critérios que permitem uma fundamentação da alegação defendida, passando estes novos elementos, por vezes, a integrar novas argumentações futuras.



Achamos também importante o progresso efectuado pelo Gonçalo, desde o início do ano lectivo, pois durante os primeiros meses de aulas (essencialmente, durante o 1º período), este aluno raramente assumia a posição de partilha de opiniões e conhecimento, por ter atribuído o papel de par mais competente à sua colega e, talvez, por ter interiorizado que, tendo ela melhores resultados académicos, não valeria a pena dar a sua opinião sobre os conteúdos científicos tratados na sala de aula.

Depois, talvez por uma crença que ele próprio não soube fundamentar, o Gonçalo acaba por seleccionar a primeira hipótese – hipótese cosmozóica – como a que melhor conseguia responder ao problema da origem da vida. No entanto, e porque a Liliana não estaria de acordo com esta decisão, solicita ao seu colega que argumente, justificando a sua posição. Aparentemente, tem o objectivo dela se poder descentrar do seu próprio ponto de vista e, desta forma, poder apropriar outras maneiras de conceptualizar a origem da vida. Parece-nos que tal se compreende quando a aluna questiona o colega com um “*É a primeira?*” (Fala 405) e quando mais tarde refere “*Bem, até podemos escolher a primeira, mas temos que arranjar bons motivos para ter escolhido essa e não as outras!*” (Fala 408).

Achamos importante que a Liliana tenha compreendido, desde o início, que provavelmente o objectivo da tarefa proposta pelo professor não era tanto a escolha efectuada por cada um, mas antes a capacidade que cada um tinha de argumentar e defender a sua escolha, face às restantes hipóteses. E, constatamos que a resposta dada pelo Gonçalo – “*...não gosto das outras!*” (Fala 411) não satisfaz a colega. De imediato, ela contesta tal fundamentação, questionando-o sobre se é legítimo, em cenário de sala de aula e durante a resolução de uma tarefa académica, considerar a questão do gosto pessoal de cada aluno como um argumento, tendo em consideração que as respostas devem ser sustentadas em conhecimentos científicos. Para ela, um elemento tão subjectivo como “o gosto” não deve estar presente num raciocínio argumentativo científico, apesar de poder ser um critério de selecção.

Esta noção da construção do conhecimento científico como devendo ser algo baseado em evidências empíricas é algo que nos parece estar bem patente na resposta da Liliana, quando pergunta ao colega “*Mas que provas é que tens disso?*” (Fala 414). Portanto, para a Liliana, as evidências empíricas existentes ou ausentes são base de sustentação de uma possível argumentação, naquilo que Toulmin (1958, citado em Cappechi, 2004) denomina como sendo a fundamentação (*backing*) do

raciocínio argumentativo. Posteriormente, o Gonçalo é levado a defender a sua posição de outra forma, afirmando a crença na existência de vida noutras planetas e na possibilidade de contaminação do planeta Terra com vida de origem exógena. No entanto, acaba por ceder à sua fraca argumentação ao não conseguir elaborar uma justificação (*warrants*) clara e que consiga colocar em causa as duas outras hipóteses. Desta forma, chega a afirmar que acha todas as hipóteses bastante importantes (Fala 419), acabando por decidir que a hipótese heterotrófica também lhe parece uma explicação possível. Nesta altura, e porque nos parece que seria talvez a hipótese que mais se adequava à explicação possível da origem da vida para a Liliana, é ela mesma que acaba por tentar argumentar, tentando convencer o seu par através da fundamentação de que a Terra primitiva era um planeta muito simples, o que não seria compatível com a existência de seres que conseguiriam produzir matéria orgânica e que, necessariamente, seriam seres com um certo grau de complexidade interna. Com esta fundamentação, baseada num raciocínio lógico-dedutivo, o Gonçalo acaba por aceitar a opinião da colega, sem qualquer outro tipo de confronto.

A interacção que a seguir se transcreve decorre entre um outro par: a Lígia e o Alexandre. Ela tinha 15 anos e vivia com os pais, que tinham como habilitações académicas o 12º ano e eram empresários, e com um irmão de 4 anos de idade. Nunca tinha ficado retida em anos de escolaridade anteriores e como disciplinas preferidas indicou as Ciências Físico-Químicas, as Técnicas Laboratoriais e a Matemática, porque “*gosto das matérias*”. A Lígia gostaria de vir a desempenhar a profissão de pediatra ou farmacêutica. Considerava-se uma boa aluna na disciplina de Ciências, “*porque até agora tenho compreendido bem as matérias e tido boas notas*”. Em termos de desenvolvimento de competências, mostrou que elaborava textos com encadeamento lógico, com um vocabulário variado e com alguma criatividade. Conseguiu argumentar e defender as suas opções, tendo mostrado menos facilidade em elaborar raciocínios hipotético-dedutivos. As suas respostas estavam, no global, bastante adaptadas aos objectivos das questões do instrumento de avaliação de competências.

O Alexandre pareceu-nos, num primeiro contacto, um aluno simpático mas algo problemático. Desinteressado e com pouca motivação para continuar a frequentar a escola, apenas dava continuidade aos estudos por insistência dos próprios pais, conforme nos confidenciou logo no final da primeira aula. Vivia com os pais e com dois irmãos, de 8 e 14 anos, sendo o filho primogénito. O pai, vendedor de profissão, concluiu o 9º ano, e a mãe, doméstica, concluiu o 10º ano. Confuso e sem grande



informação, refere que não sabe que profissão gostaria de vir a exercer, apesar de gostar da disciplina de Ciências Naturais, “*porque gosto muito do meio ambiente e dos seres vivos*”. Considerava-se, ainda, um *bom* aluno nesta disciplina porque teve uma classificação final de 5 (numa escala de 1 a 5), no final do 8º ano (ano de escolaridade em que a disciplina de Ciências Naturais era terminal, no ano lectivo de 1999/2000). Ao nível das competências, o Alexandre conseguiu efectuar a análise, interpretação e avaliação de informação e defender, argumentando, os seus pontos de vista, apesar de utilizar um vocabulário limitado e pouco variado. No que diz respeito às tarefas executadas no início do ano, mostrou pouca criatividade e algumas dificuldades em elaborar raciocínios hipotético-dedutivos.

O excerto que se segue, tal como já anteriormente referido, diz respeito à discussão da mesma tarefa relativa à interacção anteriormente apresentada do Gonçalo e da Liliana.

350 Lígia (L) – *Como é que escolheste?*

351 Alexandre – *Fiz pim-po-ne-ta e calhou esta (Hipótese heterotrófica)... [Ri-se]*

352 L – *Ó pá... Pára... [Ri-se]... O problema é discutir...*

353 A – *Hã?*

354 L – *Como é que nós vamos... Porque é que escolheste a terceira hipótese?*

355 A - ... *Ó pá... porque escolhi... não sou capaz de...*

356 L – *Hum?*

357 A - *Os organismos simples.... depois foram ficando mais complexos com o tempo... lá com as coisas do ambiente e foram mudando.... é a mais... é a mais...*

358 L - *A que faz mais lógica?...*

359 A - ... *Pois.*

360 L - *De facto, num planeta simples não me parece que tenham aparecido de repente logo seres que sintetizam as substâncias orgânicas!*

361 A – *Pois, por isso a segunda não pode ser...*

362 L – *Ó Alexandre, e a primeira também não, porque senão também existia vida noutros planetas...*

363 A – *Na primeira hipótese?*

364 L – *Sim...*

365 A – *Bem, então, por exclusão de partes!...*

366 L - ... *Por exclusão de partes... fica a terceira.*

Parece-nos que o processo interactivo envolvido neste excerto é manifestamente diferente da interacção anterior. Estes alunos apresentam um nível de linguagem menos elaborado, mas simultaneamente é interessante o processo de selecção da terceira hipótese e a argumentação utilizada. A realização da tarefa é feita, mais uma vez, através de um processo interactivo e dialógico (Mortimer, & Scott, 2003), em que os alunos discutem os seus pontos de vista, ainda que pareça que, para justificar a sua alegação – a de que a hipótese heterotrófica será a mais plausível para compreender a origem da vida, utilizem duas fundamentações baseadas em suposições: a primeira, de que a produção de substâncias orgânicas não seria possível num planeta tão simples como a Terra primitiva; e a segunda, de que não existindo vida noutros planetas será de eliminar qualquer hipótese exógena. Atendendo, no entanto, ao enquadramento teórico elaborado por Toulmin (1958, citado em Cappechi, 2004) para a análise e elaboração de um argumento, parece que estes alunos conseguiram argumentar, eliminando as hipóteses que lhes pareceram menos fundamentadas cientificamente.

O terceiro e último excerto que apresentamos em seguida, ocorreu entre o Artur e a Joana. O Artur tinha 15 anos, o pai era fiscal de leite e a mãe era comerciante, tendo como habilitações académicas os 4^o e 6^o anos de escolaridade, respectivamente. Encontrava-se a frequentar o ensino secundário pela primeira vez. Gostava das disciplinas de Ciências Naturais, Matemática e Ciências Físico-Químicas, tendo referido a disciplina de Inglês como aquela que lhe despertava menos curiosidade “*porque é uma disciplina um pouco chata e que não me dá grande interesse*”. Gostava de vir a ser médico, porque gostava de se relacionar com os outros, tentando ajudá-los e compreendê-los, pelo que ansiava por atingir elevados desempenhos académicos, de forma a poder entrar na universidade, uma vez que a média exigida nas faculdades de medicina é muito elevada. Tinha uma auto-estima académica positiva elevada, considerando-se um aluno “muito bom” na disciplina de Ciências Naturais, atendendo aos resultados obtidos nesta disciplina no ensino básico. Em termos do instrumento de avaliação de competências revelou que era capaz de analisar, interpretar e avaliar informações, comunicando as suas ideias de uma forma clara e lógica, mostrando ser capaz de se expressar, por escrito, utilizando uma linguagem cuidada e elaborada. Apresentou argumentos coerentes e revelou sentido



crítico, apesar de ter tido algumas dificuldades em elaborar hipóteses adaptadas aos dados fornecidos.

A Joana, de 15 anos, vivia com o irmão, de 8 anos e com a mãe, que era empregada de balcão, com o 6º ano de escolaridade. Também frequentava o ensino secundário pela primeira vez e tinha como ambição tirar o curso superior de veterinária, porque “*adoro animais*”. Elegeu as disciplinas de Ciências Naturais e de Ciências Físico-Químicas como as preferidas e a Matemática como a disciplina indesejada porque, apesar de até gostar de compreender Matemática, “*quando não consigo compreender, é um inferno!*”. Referiu que gostava de conviver com os amigos e de ir ao cinema, dormir e estudar. Relativamente ao seu desempenho académico, classificou-o de “bom”, atendendo aos resultados alcançados nos anos de escolaridade anteriores. No instrumento de avaliação de competências revelou dificuldades na expressão escrita (com alguns erros ortográficos frequentes e usando uma linguagem pouco elaborada), revelando dificuldades em mobilizar o pensamento criativo e crítico. No entanto, conseguiu fazer a análise e interpretação de informações, revelando persistência na realização das tarefas propostas. Relativamente a esta díade, podemos afirmar que, atendendo às características dos elementos que a constituem, a dinâmica interactiva apresenta características particulares. O processo de discussão segue uma abordagem comunicativa interactiva e de autoridade (Mortimer, & Scott, 2003; Scott, 2004), visto que o Artur tenta fazer prevalecer, acima de tudo, os seus pontos de vista, não dando particular atenção às fundamentações apresentadas pelo seu par.

450 Artur (A) – *Ó ‘stor, mas aqui não é para escolher das três?*

451 Professor (P) – *O que é que lá diz? Lêem e depois escolhem com base nos argumentos!*

452 Joana (J) – *‘Tás a ver? Eu bem te dizia... Não acreditas em mim...*

453 A – *Cala-te, Joana! Bem, vamos ler.* [Lêem silenciosamente o texto]

[...]

454 A – *Atão vá.... Qual é que escolheste?*

455 J – *Ainda não escolhi!... Ainda não cheguei a essa parte!*

456 A – *Ainda não?*

457 J - *...Deixa-me pensar primeiro...*

[...]

458 J – *Pronto, Artur... Já pus a primeira e agora? Qual é que tu escolheste?*

- 459 A – *Escolhi a terceira!*
- 460 J – *A terceira? Porquê?*
- 461 A – *Não discuto! Eh pá, é a terceira e mais nada...*
- 462 J – *Ó Artur, vamos lá... Sabes bem que temos que fazer isto os dois!*
- 463 A – *Bem, a primeira não pode ser!... A primeira não pode ser porque não estou a ver os esporos a resistirem às condições do espaço!*
- 464 J – *Porque dizes isso? Eu por acaso acho que é a primeira... Os microrganismos podem ter-se formado fora da Terra...*
- 465 A – *Está errado, Joana.... A minha está certa... É essa que pomos e mais nada, já te disse, não sejas teimosa!*
- 466 J – *Porque eu acredito... porque eu acredito que... os seres vivos tenham vindo de outra galáxia, talvez...*
- 467 A - *Não, mas de outra galáxia como? Eu não concordo, porque acho que... Acredito na evolução e acho que é... é pouco provável haver um meteorito ou alguma coisa que tenha transmitido seres e que tenham evoluído na Terra. Acho isto muito pouco provável!*
- 468 J – *É assim... Achas que eu escolhi a primeira?*
- 469 A – *Não, por acaso eu escolhi a terceira*
- 470 J – *Artur, eu acho que a vida teria evoluído de seres mais simples para seres mais complexos, mas fora da Terra.*
- 471 A – *Ah então já concordas comigo... Eu bem te dizia que tinha razão!*
- 472 J – *Não... Eu acho que a hipótese exógena também pode ser bem possível!*
- 473 A – *Ó Joana! Cala-te... Vamos lá responder a isto....*
- 474 J – *Então, mas porque é que não pode ter surgido a vida primeiro noutra planeta e depois tenha vindo para a Terra?*
- 475 A – *Granda carola.... tens cá uma imaginação.... Tu andas a ver é muitos filmes! Andas a sonhar com extraterrestres, pá!*
- 476 J – *Ó, lá estás tu!*
- 477 A – *É a terceira, sem mais discussões... E os argumentos que vamos por é: é a hipótese mais lógica porque se a Terra era primitiva não seria possível terem aparecido logo seres vivos muito complexos...*
- 478 J - *... a não ser que viessem de outro planeta!*
- 479 A – *Oh Joana... não vês que estamos a falar sobre a origem da vida? Assim, não resolves nada porque se ela não surgiu na Terra como*



terá aparecido num outro planeta? Não vês que ainda não se descobriu vida em mais nenhum planeta?

480 J – *O que não quer dizer que não exista...*

481 A – *Nesta díade quem manda sou eu! Fica como eu quero e pronto...*

Neste processo interactivo podemos observar como o Artur tenta convencer o seu par de que a fundamentação para a sua escolha é a melhor, sem levar em consideração o que a sua colega tem para dizer em defesa da opção por si seleccionada. Só na parte final o Artur tenta fundamentar a selecção por ele efectuada (hipótese heterotrófica). Numa fase inicial da interacção, o Artur diz expressamente à sua colega que se recusa a discutir a opção dela ao afirmar, de uma forma bastante autoritária, que *“Não discuto! Eh pá, é a terceira e mais nada...”* (Fala 461). Em seguida, tenta refutar a opção da Joana, mas sem conseguir arranjar fundamentos suficientes que consigam convencê-la de que também pode ter razão ao afirmar: *“...A primeira não pode ser porque não estou a ver os esporos a resistirem às condições do espaço!”* (Fala 463). De tal forma sobressai a forma autoritária (até mesmo, verbalmente agressiva) com que o Artur se dirige à colega que, no final deste excerto, nem ele aceita o ponto de vista dela, nem a Joana abdica dos seus argumentos. Isto faz diminuir a qualidade argumentativa na medida em que não se tem em consideração os pontos de vista em possível conflito, nem se aprende a lidar com eles: uma das grandes potencialidades da argumentação na aula de ciências que permite, nomeadamente, desenvolver o pensamento crítico. No entanto, parece, também, de realçar uma evolução nítida, por parte da Joana, no sentido de uma maior afirmação pessoal (de não se deixar esmagar pelo autoritarismo do Artur), bem como de uma maior persistência na tarefa e nas tentativas de interagir com ele. Assim, do ponto de vista da auto-estima académica positiva e das competências sociais, há um nítido progresso por parte da Joana.

Se explorarem as suas visões e as dos seus parceiros, os alunos podem aprofundar a utilização da linguagem social da ciência escolar e o pensamento autónomo (Wellington, & Osborne, 2001), pelo que uma argumentação dialógica (Newton *et al.*, 2004) pode promover a formação de cidadãos participativos e críticos numa sociedade pluralista, onde todos têm uma voz que merece ser ouvida e respeitada. Como refere Lemke (1997), as aulas devem ser organizadas de forma a dar voz aos alunos, dando-lhes oportunidades para praticarem a elaboração de raciocínios e a argumentação. Isto mesmo se compreende através dos questionários

de avaliação do projecto respondidos pelos alunos quando, relativamente ao trabalho em díade e à oportunidade que têm de ter uma voz na sala de aula, referem que o projecto deveria ter continuação *“para incentivar os alunos a estudarem mais, pois a sua intervenção nas aulas é maior”* (Paulo) ou, *“porque é uma forma menos cansativa de aprender, ao mesmo tempo que falamos, aprendemos”* (Liliana). Por outro lado, sempre que surgiram situações em que os respectivos pares eram menos colaborativos, referem que teria sido importante saber o que eles pensavam, como nos diz a Helena: *“...quando eu fiquei com o Pedro, este por vezes não pensava lá muito, e quando lhe perguntava algo, respondia que o que eu pensava estava bom...! Se é um trabalho em díade devia ser pensado pelos dois.”*

No primeiro exemplo que analisámos ilumina-se, como referem Kuhn e seus colaboradores (1997), que a oportunidade de se poder dialogar tendo por base diferentes pontos de vista contribui para o desenvolvimento das competências argumentativas, pois cada membro da díade fica exposto a novas perspectivas, que podem ser apropriadas e promover, assim, o desenvolvimento das suas competências académicas, sociais e cognitivas. Através deste exemplo, podemos compreender a importância do estabelecimento de interações horizontais para o desenvolvimento de competências através de uma dinâmica de raciocínio gerada por confronto com outros pontos de vista (Carugati, 2004; Staudinger, 2004).

Na generalidade, parece-nos que podemos afirmar que a qualidade das argumentações apresentadas nos excertos transcritos foi diversificada. Alguns autores (Jiménez, Reigosa, & Castro, 2003; Osborne *et al.*, 2001) desenvolveram critérios que permitem avaliar a qualidade das argumentações produzidas em salas de aula de Ciências, considerando que a apresentação de uma alegação simples é a que denota uma argumentação de menor qualidade. As que são fundamentadas em evidências empíricas e em que a refutação (*rebuttal*) está presente, são as que permitem iluminar um nível superior em competências argumentativas. Não nos parece que as argumentações apresentadas anteriormente estejam neste patamar mas, podemos afirmar que uma grande evolução foi conseguida relativamente à maioria dos alunos desta turma, ao longo do ano lectivo (Almeida, 2004). Assim, parece-nos fundamental dar oportunidade aos alunos de, através de experiências educativas que fomentem a discussão, poderem co-elaborar raciocínios argumentativos, que contribuam para o desenvolvimento de competências do pensar.



Considerações Finais

Numa sociedade em permanente mudança, os problemas que se colocam aos cidadãos são complexos e a sua resolução exige, com frequência, a mobilização de competências sócio-cognitivas e afectivas, que ultrapassam em muito os conhecimentos substantivos, habitualmente valorizados pela escola. Como refere Santos (2005), as possibilidades de desenvolver uma educação cidadã “Dependem, também do recurso a conhecimentos argumentativos capazes de potenciar debates socioepistemológicos sobre aspectos sociais e técnicos que influenciam ou são influenciados pela produção de conhecimento tecnocientífico” (p. 62). Parece-nos, pois, que os processos de ensino e de aprendizagem devem contemplar experiências educativas promotoras do desenvolvimento de competências essenciais e específicas da área das ciências, pois a educação científica é “decisiva para a construção de saberes específicos interrelacionados com a vida quotidiana e para o desenvolvimento de competências, valores e atitudes coerentes com a promoção de desenvolvimento sustentável em democracias participativas” (Pedrosa, & Henriques, 2003).

O trabalho colaborativo contribui para a mobilização e desenvolvimento de competências várias, na medida em que permite explorar situações-problema ou questões cuja solução será procurada, através de interacções que favorecem a partilha, a negociação de significados, a interrelação e a mobilização de saberes e saber-fazer. Desta forma, as competências de argumentação poderão ser mobilizadas e desenvolvidas, pois os alunos são levados a ter de decidir quando concordam ou discordam sobre uma proposta de solução. Quando não existe uma convergência, em termos de opinião, sobre uma solução proposta, são confrontados com a necessidade de discutir e apresentar os seus argumentos ou contra-argumentos, que os pode levar a um confronto entre diferentes pontos de vista, e conduzir a uma coordenação de centrações múltiplas, fazendo emergir um conflito sócio-cognitivo. Os especialistas em didáctica das ciências têm clamado por uma educação científica que promova o desenvolvimento de competências de argumentação, através da discussão de controvérsias sociocientíficas que têm emergido na actual sociedade de conhecimento, exigindo a formação de cidadãos mais críticos e esclarecidos.

Para que a discussão seja profícua e permita o desenvolvimento de competências, nomeadamente de argumentação, é necessário atribuir a importância devida à formação das díades pois, como observámos anteriormente, a qualidade da



argumentação não é semelhante em todas elas. O que se pretende, no processo de formação das díades é, por um lado, associar alunos que apresentem uma complementaridade de competências, pois durante o processo de realização das tarefas propostas é necessário mobilizar diferentes competências e, por outro lado, pretende-se que os alunos de uma díade possam funcionar, em momentos distintos, como par mais competente, contribuindo para a promoção da sua auto-estima académica positiva e para o desenvolvimento de competências. Estes aspectos parecem-nos relevantes para um sucesso académico efectivo, para além de fomentarem a partilha de responsabilidades e de autonomia, valores essenciais numa sociedade democrática.

A relevância destes elementos foi iluminada, no trabalho empírico realizado, pela quantidade e a qualidade das interacções nas díades ou nas discussões gerais, ao nível do grupo-turma, que melhoraram significativamente ao longo do ano, conforme a auto-estima académica positiva era desenvolvida, a par com competências como a de argumentação. Os alunos foram criticando posições diferentes das suas, argumentaram sobre as soluções propostas por outros colegas, ou em defesa das suas perspectivas, e contribuíam, em conjunto, para a (co)construção do conhecimento científico que era necessário apropriar, quer para fundamentar posições quer para, num sentido mais académico, conseguirem atingir desempenhos mais conseguidos.

Um dos grandes desafios que se coloca aos professores é a construção de tarefas estimulantes e “não-habituais” (César, 1994) que, permitam a discussão de diferentes pontos de vista, devendo ser promotoras de conflitos sócio-cognitivos, mobilizando conhecimentos e competências, contribuindo para favorecer os progressos cognitivos, sociais e emocionais, fomentadores das aprendizagens. Desta forma, a formação de professores deve ser mais exigente e deve estimular práticas de trabalho colaborativo entre professores, bem como entre professores e investigadores, contribuindo para uma maior autonomia e sentido crítico dos professores, que os habilite a construir tarefas facilitadoras de discussão e de desenvolvimento de competências de argumentação, fundamentadas num paradigma socioconstrutivista.

Referências Bibliográficas

Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre*



Enseñanza de las Ciencias, 1(1), 3-16.

- Aikenhead, G.S. (2002). *Renegotiating the culture of school science: scientific literacy for an informed public*. [Paper presented at the Lisbon's School of Science Conference commemorating its 30 years of teacher training. Lisboa: Universidade de Lisboa. [Retirado em 22 de Fevereiro de 2007, de www.usask.ca/education/people/aikenhead]
- Aikenhead, G.S. (2006). *Science education for everyday life: evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
- Ainscow, M. (1991). *Effective schools for all*. London: David Fulton Publishers.
- Almeida, P. (2004). *Interacção e conhecimento: o trabalho colaborativo em aulas de ciências da terra e da vida, no 10º ano de escolaridade*. Lisboa: DEFCUL. [Dissertação de mestrado, documento policopiado].
- Blaye, A. (2001). Mécanismes générateurs de progrès lors de la résolution à deux d'un produit de deux ensembles par des enfants de 5-6 ans. In A.-N. Perret-Clermont, & M. Nicolet (Eds.), *Interagir et connaître: enjeux et régulations sociales dans le développement cognitif* (2ª ed., pp. 49-62). Paris: L'Harmattan.
- Caraça, J. (2002). *Entre a ciência e a consciência*. Porto: Campo das Letras.
- Cappechi, M.C.M. (2004). Argumentação numa aula de Física. In A.M.P. Carvalho (Ed.), *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 59-76). São Paulo: Thomson.
- Carugati, F. (2004). Learning and thinking in adolescence and youth: how to inhabit new provinces of meaning. In A.-N. Perret-Clermont, C. Pontecorvo, L.B. Resnick, T. Zittoun, & B. Burge (Eds.), *Joining society: social interaction and learning in adolescence and youth* (pp. 119-140). Cambridge: Cambridge University Press.
- César, M. (1994). *O papel da interacção entre pares na resolução de tarefas matemáticas: trabalho em díade vs. trabalho individual em contexto escolar*. Lisboa: DEFCUL [Dissertação de doutoramento, documento policopiado]
- César, M. (2003). A escola inclusiva enquanto espaço-tempo de diálogo de todos e para todos. In D. Rodrigues (Ed.), *Perspectivas sobre a inclusão: da educação à sociedade* (pp. 117-149). Porto: Porto Editora.
- Correia, H. (2001). *Aprender a interagir/interagir para aprender: o trabalho colaborativo na disciplina de ciências da terra e da vida, com alunos do 11º Ano*. Lisboa: DEFCUL. [Dissertação de mestrado, documento policopiado]

- Costa, A.F., Ávila, P., & Mateus, S. (2002). *Públicos da ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Erduran, S., & Osborne, J. (2005). Developing arguments. In S. Alsop, L. Bencze, & E. Pedretti (Eds.), *Analysing exemplary science teaching* (pp. 106-115). London: 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.
- Figueiredo, O., Almeida, P., & César, M. (2004). O papel das metaciências na promoção da educação para o desenvolvimento sustentável. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3). [Retirado em 17 de Janeiro de 2007, de <http://www.saum.uvigo.es/reec/index.htm>]
- García de Cajén, S., Domínguez Castiñeiras, J.M., & Garcia-Rodeja Fernández, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las ciencias*, 20(2), 217-228.
- Gilly, M. (2001). Interaction entre pairs et constructions cognitives: Modèles explicatifs. In A.-N. Perret-Clermont, & M. Nicolet (Eds.), *Interagir et connaître: enjeux et régulations sociaux dans le développement cognitive* (2^a ed., pp. 21-32). Paris: L'Harmattan.
- Gilly, M., Fraisse, J., & Roux, J.-P. (2001). Résolutions de problèmes en dyades et progrès cognitifs chez des enfants de 11 à 13 ans: dynamiques interactives et mécanismes sócio-cognitives. In A.-N. Perret-Clermont, & M. Nicolet (Ed.), *Interagir et connaître: enjeux et régulations sociaux dans le développement cognitive* (2^a ed., pp. 79-101). Paris: L'Harmattan.
- Jimenez, M.P. (2003). Comunicación y lenguaje en la clase de ciencias. In M.P. Jimenez, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci, & A. de Pro (Eds.), *Enseñar ciencias* (pp. 55-71). Barcelona: Graó.
- Jiménez, M.P., Reigosa, C., & Díaz, J. (2003). Discourse in the laboratory: quality in argumentative and epistemic operations. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos, & M. Kallery (Eds.), *Science education research in the knowledge-based society* (pp. 249-257). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.



- Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.
- Kumpulainen, K., Hmelo-Silver, C., & César, M. (in press). *Investigating classroom interaction: methodologies in action*. Rotterdam: Sense Publishers
- Leach, J., & Scott, P. (2000). Children's thinking, learning, teaching and constructivism. In M. Monk, & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: what research has to say* (pp. 41-56). Buckingham: Open University Press.
- Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciência: language, aprendizaje y valores*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A. [Original publicado em inglês, em 1993]
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. London: King's College, School of Education.
- Ministério da Educação (2001a). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais* Lisboa: DEB.
- Ministério da Educação (2001b). *Programa de biologia e geologia: 10º ou 11º anos*. Lisboa: DES.
- Mortimer, E.F., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Mugny, G., & Doise, W. (1978). Socio-cognitive conflict and structuration of individual and collective performances. *European Journal of Social Psychology*, 8, 181-192.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (2004). The place of argumentation in the pedagogy of school science. In J. Gilbert (Ed.), *The RoutledgeFalmer reader in science education* (pp. 97-109). Londres: RoutledgeFalmer.
- Osborne, J. (2000). Science for citizenship. In M. Monk, & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: what research has to say* (pp. 225-240). Buckingham: Open University Press.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argumentation in school science. *School Science Review*, 82(301), 63-70.
- Parkinson, J. (2004). *Improving secondary science teaching*. London: RoutledgeFalmer.
- Pedrosa, M.A., & Henriques, M.H. (2003). Encurtando distâncias entre escolas e cidadãos: enredos ficcionais e educação em ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(2). [Retirado em 17 de Janeiro de 2007, de www.saum.uvigo.es/reec].

- Perret-Clermont, A.-N. (1995). *Desenvolvimento da inteligência e interacção social*. Lisboa: Instituto Piaget. [Tradução da dissertação de doutoramento, defendida em 1976, na Universidade de Genebra]
- Perret-Clermont, A.-N., & Nicolet, M. (1988/2001). Détour par un rêve. In A.-N. Perret-Clermont, & M. Nicolet (Eds.), *Interagir et connaître: enjeux et régulations sociales dans le développement cognitive* (2ª ed., pp. 7-17). Paris: L'Harmattan.
- Praia, J., & Coelho, J. (1999). A epistemologia, a história e a sociologia da ciência na construção de materiais didácticos: A Origem da Vida. *Revista de Educação*, 8(2), 203 – 220.
- Praia, J., Edwards, M., Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2001). As percepções dos professores de ciências portuguesas e espanholas sobre a situação do mundo. *Revista de Educação*, 10(2), 39-53.
- Pontecorvo, C. (2004). Thinking with others: the social dimension of learning in families and schools. In A.-N. Perret-Clermont, C. Pontecorvo, L.B. Resnick, T. Zittoun, & B. Burge (Eds.), *Joining society: social interaction and learning in adolescence and youth* (pp. 227-240). Cambridge: Cambridge University Press.
- Reis, P. (Coord.), César, M., Carvalho, C., Oliveira, I., Pinto, H., Courel, C., Almeida, P., Borges, M., Correia, H., Figueiredo, O., Raposo, P., Melro, J., Barata, F., & Carvalho, M. (2002). *Trabalho colaborativo e melhoria da qualidade de ensino*. Lisboa: CIEFCUL. [Relatório científico do projecto, documento policopiado]
- Reis, P. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida*. Lisboa: DEFCUL [Dissertação de doutoramento, documento policopiado].
- Reis, P. (2006). Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula. *Revista Interações*, 2(4), 64-107.
- Roth, W.-M. (1993). Construction sites: science labs and classrooms. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education* (pp. 145-169). New Jersey: Hillsdale.
- Roth, W.-M., & Désautels, J. (2004). Educating for citizenship: reappraising the role of science education. *Canadian Journal for Science, Mathematics and Technology Education*, 4(2). [Retirado em 22 de Fevereiro de 2007, de www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/Preprints].
- Santos, M.E. (2005). *Que cidadania? Tomo II*. Lisboa: Santos-Edu.
- Sardà, A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 405-422.



- Scott, P. (2004). Teacher talk and meaning making in science classrooms: a Vygotskian analysis and review. In J. Gilbert (Ed.), *The RoutledgeFalmer reader in science education* (pp. 74-96). Londres: RoutledgeFalmer.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupil's understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Staudinger, U.M. (2004). Interactive minds: a paradigm from life span psychology. In A.-N. Perret-Clermont, C. Pontecorvo, L.B. Resnick, T. Zittoun, & B. Burge (Eds.), *Joining society: social interaction and learning in adolescence and youth* (pp. 252–258). Cambridge: Cambridge University Press.
- van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Paris/Bruxelles: De Boeck Université.
- Vygotsky, L.S. (1932/1978). *Mind and society: the development of higher psychological processes*. Cambridge MA: Harvard University Press. [Original publicado em russo, em 1932]
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Wertsch, J.V. (1991). *Voices of mind. A sociocultural approach to mediated action*. London: Havester Wheatsheaf.