

# **A ARGUMENTAÇÃO SOBRE QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS: PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO NA AULA**

## **ARGUMENTS ABOUT SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES: PROCESSES OF KNOWLEDGE CONSTRUCTION AND JUSTIFICATION IN THE CLASSROOM**

**María Pilar Jiménez Aleixandre**

Depto. Didáctica das Ciências Experimentais, Universidade de Santiago de Compostela (Galicia, Espanha),  
[ddmaleix@usc.es](mailto:ddmaleix@usc.es)

### **Resumo**

A construção do conhecimento científico é uma actividade epistémica, na que são relevantes os critérios acerca de que conhecimento é aceitável. Na perspectiva da cognição situada a aprendizagem é contemplada não como aquisição individual do conhecimento, senão como um processo de participação social. Neste trabalho apresentam-se resultados de pesquisas realizadas no marco do projecto RODA (Raciocínio, Discurso, Argumentação) na Universidade de Santiago de Compostela, no que se estuda o raciocínio argumentativo de alunado de secundária por medio de estudos de aula. Presta-se especial atenção a estas operações de justificação de conhecimento no marco de tarefas relativas a questões sócio-científicas, como a gestão ambiental num paúl ou a maré negra do Prestige. Discutem-se as condições no ambiente de aprendizagem que favorecem o raciocínio, o pensamento crítico e a toma de decisões no marco da racionalidade crítica.

**Palavras-chave:** argumentação, sócio-científico, epistémico, racionalidade crítica.

**Abstract:** The construction of scientific knowledge is an epistemic activity, for which the criteria about which knowledge is acceptable are of relevance. In the situated cognition perspective, learning is viewed not as acquiring individual knowledge, but as a process of social participation. This paper presents results of research carried in the RODA (Reasoning, Discourse, Argumentation), in the University of Santiago de Compostela, exploring the argumentative reasoning of secondary school students through classroom studies. This paper focuses in these knowledge justification practices in the context of tasks related to socio-scientific issues, such as environmental management in a wetland or the oil spill of the *Prestige*. The conditions in a learning environment that promote reasoning, critical thinking and decision making are discussed in the frame of critical rationality.

**Keywords:** Argumentation, socio-scientific, epistemic, critical thinking.

## 1. JUSTIFICAÇÃO, PRÁTICAS ÉPISTÉMICAS E ARGUMENTOS NO MARCO DA COGNIÇÃO SITUADA: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E OBJECTIVOS DO ESTUDO

O objectivo central do projecto RODA (Raciocínio, Discurso, Argumentação), desenvolvido na Universidade de Santiago de Compostela desde 1994, é documentar os processos de raciocínio argumentativo de alunado de secundária por meio de estudos de aula. Estudar os processos de argumentação é relevante para a aprendizagem das ciências, porque a construção do conhecimento científico abrange práticas de justificação, de basear as conclusões em provas. O informe PISA (OECD / INECSE, 2004) define así a competência científica avaliada nel *“a capacidade de empregar o conhecimento científico para identificar perguntas e extraer conclusões baseadas em provas co fim de compreender e poder tomar decisões sobre o mundo natural e os cambios que a actividade humana produce nele”* (op cit p. 125, em espanhol no original). Na introdução ao capítulo das Ciências, estabelecem-se como destrezas importantes *“a capacidade de extraer conclusões apropriadas a partir de feitos e dados recebidos, de criticar os argumentos doutros con base factual e de distinguir entre uma mera opinião e uma afirmação sustentada por feitos.”* (op cit p. 123). Noutras palavras, nesta avaliação internacional sobre a aprendizagem das ciências estas competências definem-se não como aquisição declarativa de conceitos senão em termos de aplicação da forma de razoar própria da ciência.

O nosso interesse centra-se nos processos de raciocínio máis que nos produtos, por acreditar em que o estudo detalhado do discurso da aula oferece a possibilidade de acrescentar o conhecimento da forma em que os alunos e alunas aprendem ciências. Neste projecto estuda-se o raciocínio argumentativo de alunado de secundária no contexto real das aulas e laboratórios de ciências, é dizer por meio de estudos de aula. A pesquisa de processos somente é possível por meio de estudos que envolvem a recolheita de dados nos contextos reais em sala de aula durante períodos relativamente longos e não, como no caso de produtos, mediante respostas a questionários. A escassez de estudos longitudinais na literatura, e as dificuldades de seguir uma turma durante varios anos em secundária (onde os alunos trocam os agrupamentos em cada curso) levou a desenhar dous estudos de tres anos de duração em primária (Jiménez e López, 2001), um deles em curso. Por outra banda a complexidade do tema levou a complementar as pesquisas em secundária num estudo em curso sobre a clonagem (Federico e Jiménez, 2005a) com dados de estudantes universitários.

O objecto deste artigo é *documentar estas operações de justificação de conhecimento e analisar a qualidade da argumentação* no marco de tarefas relativas a *questões sociocientíficas*. Nesta seção resumem-se os pressupostos teóricos da pesquisa, a justificação no marco da cognição situada e na segunda abordam-se o enquadramento das questões sócio-científicas na aula e algumas dimensões da argumentação sobre elas. Em terceiro lugar apresentam-se a metodologia de pesquisa e a seguir alguns resultados de pesquisas levadas a cabo no marco do projecto RODA: argumentos sobre a gestão ambiental num paúl, parte da pesquisa de doutoramento de Cristina Pereiro (2001, Jiménez e Pereiro, 2002) e sobre a maré negra do Prestige, do trabalho de Marta Federico Agraso (2004, Jiménez, Agraso e Eirexas, 2004, Agraso e Jiménez, 2005b). Nas conclusões discutem-se implicações do estudo em quanto as condições no ambiente de aprendizagem que favorecem a argumentação e o pensamento crítico no marco da racionalidade crítica.

A teoria cognitiva actual supõe, como uma das suas ideias centrais, que a aprendizagem é um processo de construção do conhecimento, não de registro, que as pessoas utilizam o seu conhecimento anterior para construir o novo e que a aprendizagem está em sintonia coa situação na que tem lugar (Resnick, 1989). Lave e Wenger (1991) concibem a aprendizagem como uma participação crecente em comunidades de prática, noutras palavras, como uma *aprendizagem situada* en função da actividade, contexto e cultura nos que ocorre. A aprendizagem é contemplada não como aquisição individual do conhecimento, senão como um proceso de

*participação social* no que o contexto e a natureza da situação tenham grande influência. Pode-se dizer que nesta perspectiva os conhecimentos e destrezas não são independentes dos contextos – mentais, físicos ou sociais – nos que se usam. De aí que se proponha um ensino como enculturação do alunado na cultura da comunidade científica (Brown, Collins e Duguid, 1989) no que o conhecimento é considerado como uma caixa de ferramentas (*set of tools*) que não se compreendem por completo até ser usadas, enculturação denominada “aprendizado” (*apprenticeship*) cognitivo, por analogia com o dos aprendizes dum ofício. Os estudantes devem mergulhar na prática científica participando em tarefas desenhadas como problemas *autênticos*.

Esta perspectiva que contempla a aprendizagem como participação social parte dos trabalhos de Vygotski (1979) pioneiros na consideração do papel da linguagem e das interações sociais na construção do conhecimento, e aponta á necessidade de ter em conta os aspectos sociais quando se busca entender os processos na sala de aula (Mortimer, 2000). Para Mortimer e Scott (2003) a elaboração de significados e a compreensão são fundamentalmente processos dialógicos, e propõem que “*se o objectivo do ensino é que os alunos desenvolvam uma compreensão de qualquer tema, então eles devem participar em alguma forma de actividade dialógica*” (op cit, pp 69-70).

A construção do conhecimento científico é uma actividade epistémica, na que são relevantes os *critérios* acerca de que conhecimento é aceitável. No modelo de aprendizado cognitivo, aprender ciências é ser aprendiz das práticas discursivas da comunidade científica. Segundo Duschl (1997) este aprendizado epistémico inclui critérios para avaliar conhecimentos e métodos. Sandoval e Morrison (2003) distinguem entre práticas *epistémicas*, nas que os estudantes participam na geração e avaliação do conhecimento, assim avaliar hipóteses alternativas ou relacionar teorias com provas, e *epistemológicas* relacionadas coa epistemologia ou teorias do conhecimento, por exemplo as suas concepções sobre como se entende a actividade científica, o papel das teorias ou da experimentação. Neste trabalho abordam-se as primeiras, práticas epistémicas de justificação do conhecimento, considerándoas como uma das dimensões da apropriação da linguagem científica (Lemke, 1997), da construção do discurso científico. Kelly (2005) define práticas epistémicas como as formas específicas em que os membros duma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento (*knowledge claims*) num determinado marco disciplinar. Para Kelly e Duschl (2002) as práticas epistémicas son centrais na produção, comunicação e apropriação do conhecimento, e sugerem como questões a investigar no ensino das ciências a representação de dados, a persuasão dos pares e a observação desde um ponto de vista específico. Kelly e Duschl consideram que há um desequilíbrio no ensino das ciências entre as oportunidades fornecidas aos estudantes para utilizar instrumentos científicos e as oportunidade para desenvolver e usar linguagem científica que discrimine ou, em geral, de implicar-se em práticas discursivas. Esta dimensão epistémica da aprendizagem das ciências á que, como se indica em cima, presta particular atenção o informe PISA, é considerada como uma parte da alfabetização científica (Yore, Bisanz & Hand, 2003), relacionada co uso, a avaliação e a crítica das provas. Leach, Hind e Ryder (2003), numa proposta que aborda a epistemologia da ciência na aula, situam a argumentação entre estas práticas.

O conhecimento científico é diferente doutros dominios, entre outros aspectos, porque os enunciados, conclusões, hipóteses ou teorias não constituem meras opiniões, mais devem estar sustentadas em provas, dados empíricos ou respaldo de natureza teórica. Esta justificação do conhecimento científico é também chamada *argumentação*, definida por exemplo como a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos á luz de dados empíricos ou doutras fontes (Kuhn, 1993), como as formas em que as provas (ou evidências) são usadas no razoamento (Kelly, Regev e Prothero, 2005). Kuhn (1992) propõe prestar atenção a este aspecto da aprendizagem das ciências e não unicamente á exploração, e que a capacidade de emitir juízos razoados seja considerada parte de “pensar bem”. Os fundamentos teóricos e

metodológicos da argumentação discutem-se noutro trabalho (Jiménez e Díaz, 2003) e a continuação tratam-se alguns aspectos particulares da argumentação sobre questões sócio-científicas. O raciocínio argumentativo é relevante para o ensino das ciências, pois para construir modelos, explicações do mundo físico e natural e operar com eles, as e os estudantes precisam, ademais de aprender significativamente os conceitos implicados, desenvolver a capacidade de escolher entre distintas opções ou explicações e razoar os critérios que permitem avaliá-las. Seria portanto um dos objectivos do ensino das ciências (Jiménez, Bugallo e Duschl, 2000), mais, como indica Kuhn (1992) o desenvolvimento de destrezas argumentativas não tem lugar em todos os contextos escolares.

## 2 A ARGUMENTAÇÃO SOBRE QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS E A TEORIA CRÍTICA

A perspectiva sociocultural em psicologia contempla os procesos sociais, escolares e mentais em relação ao seu contexto histórico e social. Desde a teoria crítica as escolas são vistas como espaços creativos nos que é possível realizar acções de resistência e transformação, ejercicios de racionalidade crítica (Giroux, 1982). Devemos a Paulo Freire (1970) a ideia de educação problematizadora, um desvelamento da realidade encaminhado ao compromisso social. No caso do ensino das ciências, isto leva a ter em conta o contexto social da ciência, superando a imagem de uma ciência neutra, imparcial e independente, dando passo a outra da ciência determinada em diversas formas pela sociedade na que se desenvolve. Isto significa que a ciência deve ser considerada, ademais de como pesquisa da solução a problemas, ou de construção de conhecimento, como uma actividade humana e como uma construção social, orientação conhecida como C-T-S, ou Ciência – Tecnologia – Sociedade, proposta por Aikenhead (1985) e Gaskell (1982). Levar esta perspectiva à sala de aula, implica segundo Aikenhead, por uma banda capacitar para a toma de decisões, sublinhando que não é somente uma decisão que compete aos técnicos, senão a toda a cidadania, e pela outra o desenvolvimento do pensamento crítico. Por pensamento crítico entendemos a capacidade de desenvolver uma opinião independente, de reflexionar sobre a realidade e de participar nela (Jiménez *et al*, 2004). A teoria crítica opõe esta *racionalidade crítica*, a capacidade de reflexão sobre as situações reais e de emprender acções para modificá-las, à racionalidade instrumental ou tendência a contemplar todos os problemas práticos como questões técnicas, o que leva à crença de que as soluções somente podem ser procuradas no plano técnico e portanto a supor que as pessoas carecem de controlo sobre a realidade (Carr e Kemmis, 1988).

Aikenhead (1985) e Gaskell (1982) consideram que a apresentação da informação científica leva consigo juízos morais e políticos sobre, por exemplo, o que constitui uma interpretação aceitável das provas. Aikenhead assinala os valores éticos, ideológicos e culturais relacionados ao contexto social da ciência, e propõe um espectro ou continuum de questões científicas, mais ou menos carregadas de valores (*value-laden*). Desde os anos 80 a corrente C-T-S no ensino das ciências situa como um dos objectivos da educação científica que os estudantes desenvolvam uma compreensão da interdependência entre ciência e sociedade. Sadler (2004) realizou uma revisão das pesquisas (em inglês) sobre raciocínio e argumentação em relação a questões sócio-científicas.

A solução de problemas sócio-científicos, a argumentação e a toma de decisões sobre eles suscita a pergunta das diferenças aos problemas científicos mais convencionais, entre eles que conhecimentos são necessários nestes temas. Consideramos que devem ser examinados, entre outros, quatro aspectos:

1) A *natureza* das questões ou dilemas sócio-científicos: por exemplo costumam ser polémicas (controvertidas) e interdisciplinares, precisando conhecimentos de distintas disciplinas ou domínios (incluindo às vezes dimensões éticas), estão definidas de forma mais difusa e podem ter mais de uma solução, ou as soluções podem apresentar vantagens e desvantagens.

2) As *pautas e estratégias de argumentação* do alunado sobre elas: semelhanças e diferenças com argumentos sobre questões científicas máis convencionais.

3) O *papel do professorado* nas actividades ou nos debates relacionados com elas: particularmente a questão da neutralidade.

4) Que ambientes de aprendizagem ou que métodos *favorecem* esta argumentação: por exemplo se as destrezas de argumentação devem ser ensinadas.

Sobre a natureza dos dilemas sócio-científicos e os conhecimentos que requerem, Jiménez e Pereiro (2002) discutindo o desenvolvimento de valores ambientais, indicam que os valores são uma base importante para emitir um juízo, mais que também é necessario o conhecimento conceitual, por exemplo da ecologia, para poder comparar as vantagens e desvantagens das diferentes opções; os valores não podem desenvolverse num vazio desconectado do conhecimento escolar. Esta perspectiva é complementar da de Sadler e Zeidler (2004) para quem as dimensões científicas não bastam, senão que devem ser tidas em conta as implicações sociais e morais das decisões relacionadas coa pesquisa científica. No seu estudo, Sadler, Chambers e Zeidler (2004) mostram que os estudantes confiam máis nas informações, provas e dados que confirmam as suas crenças (sesgo de confirmação). Jiménez *et al* (2004) assinalam que para decidir entre predições sobre a maré negra é necessario apelar a conhecimentos, assim conceitos científicos sobre densidade, flutuação e degradação, mais tambem envolve contrastar hierarquias de valores ambientais de face a valores económicos (necessidade ou não de custosas barreiras anti-poluição), avaliar decisões políticas (como afastar o barco da costa), considerar aspectos afectivos (como a identificação dos galegos e galegas com a paisagem da beira-mar), e mesmo situar o accidente no marco de questões globais como a dependência do petróleo.

A argumentação do alunado sobre dilemas sócio-científicos apresenta algumas características particulares, ademais da resistência a abandonar as crenças, mostrada por Sadler *et al* (2004), por exemplo os argumentos combinam justificações de distintos campos, assim na avaliação da gestão ambiental dum paúl (Pereiro, 2001, Jiménez e Pereiro, 2002) de ecologia, de carácter técnico (características técnicas do projecto avaliado) e de impacto na paisagem. Os estudantes com conhecimentos conceituais máis sólidos mostram um raciocínio de melhor qualidade (Sadler e Zeidler, 2005). Num debate sobre peixes transgénicos Simonneaux (2000) mostra que os campos disciplinares nos que se apoiam os argumentos são ciência, economia, ecologia, política e medicina, entanto que estavam ausentes aspectos legais, éticos e genéticos. Outro aspecto importante é a influência dos media e dos debates públicos na argumentação dos estudantes, e as dificuldades para que podam construir o seu proprio discurso. Kelly *et al* (2005) comparam argumentos em informes de 15 estudantes universitarios sobre tectónica de placas e sobre a mudança climática, co resultado de que os argumentos sobre geologia apresentam melhor qualidade que os ambientais e utilizam máis dados.

Em quanto ao papel do professorado e os ambientes de aprendizagem, a posição do professorado nestes debates é abordado por Simonneaux e Simonneaux (2004) que discutem quatro possíveis posturas: neutralidade, parcialidade, imparcialidade neutral e imparcialidade comprometida, sendo esta última aquela na que o docente dá o seu ponto de vista promovendo ao tempo a competência entre distintas posições. Estes autores tambem apresentam os resultados de treinar ao alunado fazendo que praticassem a análise interdiscursiva, mostrando que a argumentação do grupo experimental foi máis sofisticada. Co objectivo de andaimar a escrita de argumentos pelo alunado, Kelly *et al* (2005) descrevem no seu estudo um conjunto de práticas e instrumentos desenhados para ajudar no processo de escrita dos informes. No projecto RODA não se desenha uma instrução explícita da argumentação, e pretende-se promove-la por meio dum ambiente que favoreze o diálogo e de tarefas desenhadas como problemas autênticos (Jiménez e Díaz, 2003).

### 3 METODOLOGIA, AMBIENTE DE APRENDIZAGEM, PARTICIPANTES, ANÁLISE

As pesquisas objecto deste trabalho foram levadas a cabo em aulas de Secundária, correspondentes a o último e penúltimo cursos de Bacharelato. Dous grupos completos (36 e 23 estudantes respectivamente) participaram nas tarefas, como parte das matérias de Ciências cursadas coas súas professoras. A de Cristina Pereiro é pesquisa-acção na que a pesquisadora é a mesma profesora, e os dados tomáronse durante uma unidade didáctica ao longo de dezasete sessões durante mes e meio. A de Marta F. Agraso levouse a cabo no contexto duma unidade didáctica sobre os combustíveis fósseis no mesmo período em que estava ocorrendo a “maré preta” do *Prestige*, e os dados apresentados aquí correspondem somente a uma tarefa de análise de notícias de prensa.

O ambiente de aprendizagem implica que os estudantes participaram em tarefas desenhadas como problemas *auténticos*. Estes são tarefas que 1) têm carácter problemático (é dizer não uma solução obvia), 2) carácter aberto, é dizer máis de uma solução possível, e distintos caminhos para chegar a ela; 3) contexto real, é dizer que o alunado poida percebe-lo como relevantes para ás suas vidas e 4) que o trabalho para resolvelo seja coerente coa forma de trabalhar da comunidade científica, apelando a dados para sustentar enunciados, justificando as hipóteses etc. Nestes dois casos os problemas não somente eram autênticos, senão reais, e no segundo, o vertido do *Prestige*, de grande impacto mediático e social e que supunha uma implicação afectiva do alunado, que participava nese momento na limpeza das praias e nas mobilizações sociais.

A toma de dados realizou-se combinando a gravação em video e audio das aulas e do alunado trabalhando em pequeno grupo, recolhendo os informes escritos e outros produtos do alunado e por meio das notas de campo de observadores. A análise qualitativa realizou-se mediante os esquemas de argumentação de Toulmin e Walton, que se detalham em Jiménez e Díaz (2003).

### 4 RESULTADOS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL: DOMINIOS CONCEITUAL E AXIOLÓGICO

A análise dos argumentos sobre a gestão ambiental num paul formam parte da pesquisa de doutoramento de Cristina Pereiro (2001, Jiménez e Pereiro, 2002). Os estudantes, pertencentes á turma de estudos nocturnos (pelo que a sua idade era não de 16-17 anos, senão até de 21), trabalharam durante um mes e meio na unidade didáctica “O tubo de Budinho”. Solicitou-se por meio duma carta fictícia do departamento de meio ambiente que elaboraram em equipas um informe sobre a conveniência ou não da construcção duma rede de saneamento, coletores (o “tubo”) num paúl de alto valor ecológico. A questão real, que na altura era objecto de controvérsia nos jornais, foi escolhida por apresentar tanto aspectos positivos, eliminar a elevada poluição do rio Louro, como aspectos negativos, ao canaliza-la água, soterrar 90 quilómetros de tubos de quase dois metros de diâmetro baixo uma lagoa, causando a alteração dum habitat moi frágil e pondo em perigo especies de aves e plantas insectívoras pouco frequentes. A avaliação do informe, utilizando os documentos reais, devía ser justificada, e no caso de ser negativa, solicitáva-se que propusessem uma alternativa.

Em quanto ás *pautas de argumentação*, o desenho do problema que não tem uma única solução satisfactória, originou uma variedade de respostas: uma equipa (J3) fez uma avaliação positiva e cinco equipas avaliações negativas, das quais tres propuseram traçados alternativos, por exemplo (J2), desviado ao Oeste para respeitar a lagoa. Das outras duas equipas, uma (J1) propus situar as depuradoras perto das fábricas, e outra uma alternativa menos definida. Na figura 1 represent-se um argumento do grupo J1 durante as duas últimas sessões.

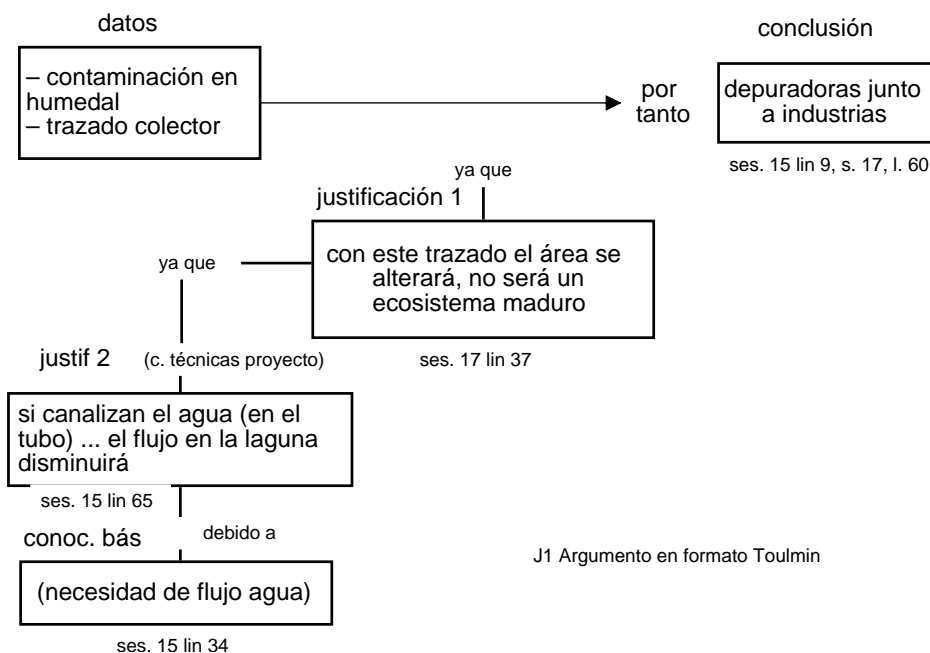


Figura 1 Argumento do Grupo J1 em formato de Toulmin

Em quanto aos *domínios das justificações*: as justificações das seis equipas foram classificadas segundo os domínios conceitual ou axiológico (valores), cos resultados que se resumem na tabela 1

Conclusão e alternativa	Justificações
Não, desviado ao oeste: J2	E: preservar o ecossistema, tempo recuperação, poluição T: tubos enterrados V: valor ecológico e histórico
Não, trajetoria diferente, não especificada, J4	E: destrucção ecossistema, dano a plantas e animais, alteração cadena alimentar, poluição T: tubos enterrados, traçado a través do paul,
Não, trajetoria diferente, não especificada, J6	E: evitar dano ao paul, alteração do hábitat, poluição T: tubos enterrados I: valor estético da paisagem
Não, depuradoras perto industrias, J1	E: dano animais, o ecossistema non chegará a ser maduro, poluição, descenso caudal de água T: tubos enterrados, água canalizada
Não, solução diferente, J5	E. dano á biodiversidade, destrucção de hábitats, poluição T: tubos enterrados, T: ausencia de repoboação V: status de área protegida
Sim, construir colector co mesmo traçado, J3	E: poluição T: tubos enterrados, possível recuperação V: razões económicas: dinheiro; os expertos sabem máis

Tabela 2. Justificações dos 6 grupos E: ecologia; I: impacto sobre a paisagem; T: características técnicas do projecto; V: valores.

Para avaliar a *qualidade dos argumentos* compararam-se os do alunado com os de dois expertos, o engenheiro redactor do projecto e o presidente da associação ecologista “Erva”, que aceitaram serem entrevistados. O objectivo desta comparação é explorar em que medida o alunado, num contexto de resolução de problemas é capaz de actuar como produtor de

conhecimento. Os distintos grupos apoiam as suas diferentes alternativas em grande número de conceitos, não somente os máis obvios como as aves ou a poluição, senão também outros menos imediatos como a maturidade do ecossistema, a necessidade dum aporte regular de água, o impacto das obras ou as características técnicas do projecto, etc. Em geral são de conteúdo similar ás usadas pelo experto (Jiménez e Pereiro, 2002), ainda que podem diferir no peso asignado a cada uma no conjunto do argumento.

A respeito das características técnicas, tanto os alunos e alunas como o experto mencionam o traçado do coleitor e o feito de que os tubos sejam enterrados, assim como a instalação de depuradoras. A escolha entre uma ou várias depuradoras así como o traçado definitivo, que atravessa a lagoa, e causa máis danos comparado co primeiro traçado, ao que fazem referência os alunos da equipa J2, parece condicionada pelo custo económico, ja que o traçado original que rodeava a lagoa e envolvia a instalação duma estação de bombeo, era máis caro.

## 5 RESULTADOS: AVALIAÇÃO DAS PREDIÇÕES DOS EXPERTOS : HÁ MARÉ NEGRA?

A análise dos argumentos do alunado de 2º de Bacharelato (17-18 anos) sobre a maré negra do *Prestige* é fruto da pesquisa de Marta Federico Agraso (2004), formando parte dum trabalho máis extenso sobre a argumentação e as prácticas epistémicas em questões sociocientíficas, no que actualmente está em curso um estudo sobre os dilemas suscitados pela engenharia genética e a clonagem. No estudo aqui apresentado os participantes são un grupo completo de 23 estudantes de (20 raparigas, 3 rapaces) do I.E.S. Arcebispo Xelmírez II, de Santiago de Compostela, que cursavam a matéria de Ciências da Terra e do Medio Ambiente, da que forma parte a unidade sobre o petróleo e os combustíveis fósseis. A unidade comprendia provas escritas sobre os seus conhecimentos previos sobre o fuel e vertidos de petróleo, e instrução sobre o petróleo e os seus usos na produção de energia. Também visitaram a costa danada polo vertido e tomaram parte na limpeza das praias. A actividade analisada é un debate, na última semana de janeiro de 2003, na que a maré negra aínda estava chegando á costa galega. Os estudantes distribuídos em 6 grupos de catro (un de tres), debateram sobre notícias aparecidas na prensa nese mes, que constituíam una controversia entre expertos sobre a possibilidade de degradação do fuel antes de chegar á costa e, no fundo, sobre a existência ou não da maré negra que, na altura, era negada pelo governo.

Cumpre situar a tarefa no seu contexto histórico. O vertido do *Prestige*, a partir do 13 de novembro 2002, é o máis grave sofrido na costa galega, com 64.000 toneladas derramadas; o quinto en tres décadas, depois dos do *Polycommander* (1970), *Urquiola* (1976), *Andros Patria* (1978) e *Aegean Sea* (1992). Além da cantidade, a extensão con 900 km afectados dos 1.121 do litoral galego, máis de 2.000 km en total, e os seus efectos sobre organismos e bancos pesqueiros fazem dela una das catástrofes ambientais máis graves em Europa. As imagens das praias manchadas onde os voluntários caminhavam submergidos no fuel até os joelhos afectaram intensamente á sociedade galega.

A tarefa: Entregaram-se aos estudantes dúas páginas de jornais: una de *O Correo Galego* CG, que sustentava a posição do governo, e outra de *La Voz de Galicia* VG, jornal que realizou una ampla cobertura da maré negra. CG reproduzia as declarações de Kathy Scanzel, identificada como “bióloga, membro de ITOPF” e asesora do governo galego, nas que afirmava que o fuel procedente do barco afundido não alcançaria a costa, porque parte dele se evaporaria e outra parte se romperia en pequenas pingas que seriam degradadas pelos microorganismos. VG reproduzia as afirmações de Guy Herrouin, porta-voz do IFREMER (Institut Français de Recherche pour l’exploitation de la mer), equivalente ao Instituto Oceanográfico, e coordinador das operações do submarino *Nautilo* no lugar do acidente. Herrouin negava que o combustível se evaporasse e o jornal incluía também dados aportados por outros científicos que afirmavam que

somente um 5% do combustível era volátil e que as análises de laboratório mostravam uma biodegradação do 12 % num mes. O jornal CG non informava sobre que era o ITOPF e podia entender-se que se tratava dum Instituto oceanográfico de pesquisa, mais buscando na rede a páxina web deste organismo comprovamos que é a Federación Internacional de Poluição dos Proprietarios de Petroleiros (*International Tanker Owners Pollution Federation*), tradução das siglas que foi compartida cos estudantes. Solicitou-se que resumiram a conclusão de cada um dos expertos e as razões em que se fundamentam, e que dessem a sua opinião sobre o tema, indicando os dados ou razões em que se apoiam.

O objectivo geral do estudo era examinar como interpretam os estudantes de Bacharelato uma questão científica filtrada pelos jornais, em particular:

– identificar as justificações empregadas por eles ao contrastar predições de expertos sobre a maré negra. Em concreto se distinguem conclusões de justificações e os critérios que guiam a súa escolha entre ambas.

– examinar como avaliam a autoridade dos expertos, que peso asignam aos dados empíricos: em que medida era reconhecido o status de experto e em que medida o alunado chegou a considerar que eles e elas eram expertos capazes de participar na toma de decisões.

As discussões dos grupos foram gravadas em audio e os seus informes escritos recolhidos, ademais de contar coas notas de dois observadores

Distinguem *conclusão de justificação*? Estabeleceram-se quatro níveis para a distinção entre conclusões e justificações. Os resultados são diferentes para os dois jornais (tabela 2).

Nível	Descrição N = 23
4	Distinguem entre conclusão e justificação e mencionam tres ou duas justificações: CG 11, VG 5
3	Distinguem entre conclusão e justificação e mencionam uma justificação: CG 6, VG 5
2	Identificam a conclusão, pero não a conectam com as justificações: CG 5, VG 10
1	Confunden conclusão e justificação: CG 1, VG 3

Tabela 2. Categorias para a análise dos enunciados dos expertos por parte dos estudantes

Esta diferença provavelmente está relacionada co formato dos dois textos, que faziam máis fácil a atribuição da fonte no CG, ja que no VG eram vários os autores. Por outra banda na literatura há outros casos de dificuldades na regulação da comprensión leitora. Exemplos:

nível 4, Fani la *conclusión* de Scanzel es que el fuel que aún vierte el Prestige no va a llegar a la costa si las condiciones actuales no cambian. Las principales razones son: Parte del fuel que sale se evapora y otra parte se rompe en pequeñas gotas que forman irisaciones, que son destruidas por microorganismos

nível 1, Andrés: la *conclusión* de Kathy Scanzel es la expansión del fuel al llegar a la superficie, de manera que se forman capas muy finas, que son rápidamente degradadas

Que *cráterios* guiam a escolha? Além da distinção entre conclusão e justificação, tivemos em conta o número (de 3 a 0) e tipo de justificações: magnitude do vertido, evaporação, degradação, apelação á experiência. A avaliação da fiabilidade das fontes não foi solicitada, mais sim realizada por todos os grupos, apelando ao status de experto e á consistência coas provas. Um exemplo é o argumento de Antón, argumento subsecente (a justificação é outro argumento) de alta complexidade, representado na figura 2.

Em quanto aos *cráterios para a avaliação dos expertos* utilizados pelos estudantes são consistentes cos de Walton, tres grupos questionam o status de experto de Skanzel por pertencer ao ITOPF ou por ser consultora do governo, o que é percebido como causa de sesgo. Dois grupos reconhecem a Herrouin ese status pela participação dele no estudo do vertido. Todos os grupos justificam o apoio a Herrouin e a crítica a Skanzel em base ás provas disponíveis e á sua propria

experiência nas praias manchadas. Quatro grupos mencionam anteriores predições cumpridas ou não. Tudos reconhecem que o fundo da controversia é a existência ou não de maré negra.

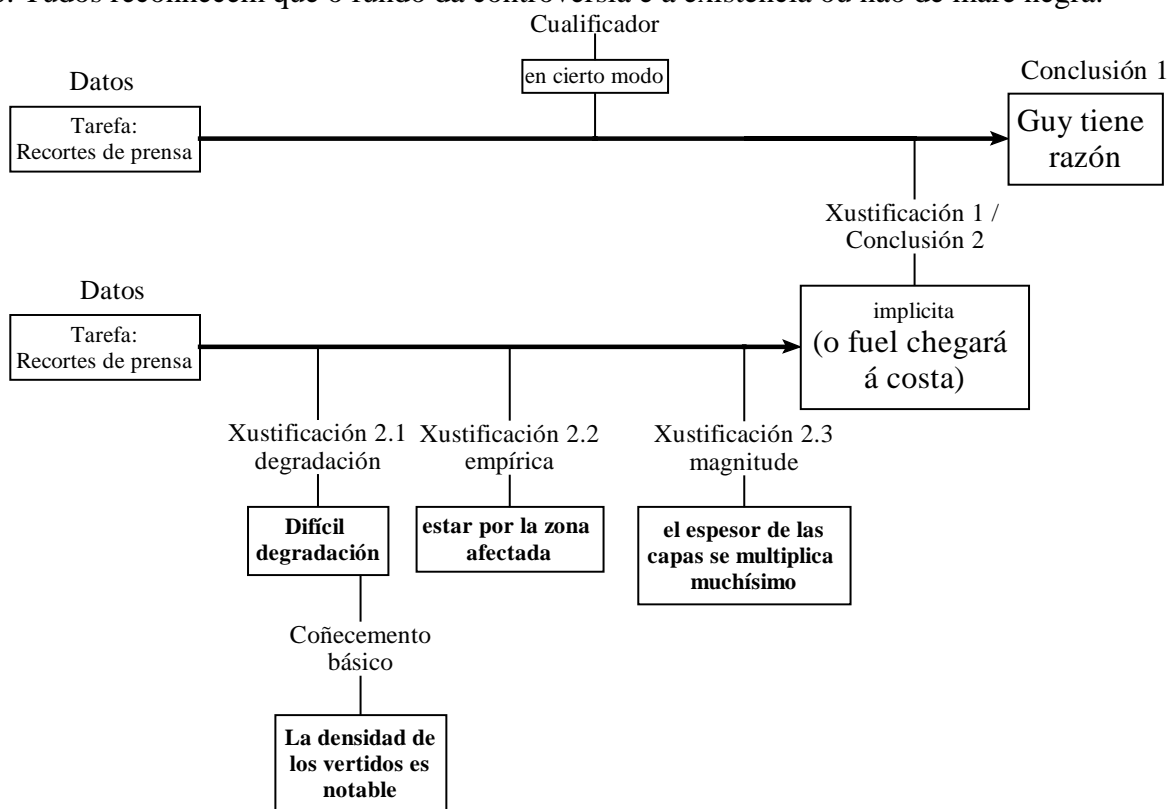


Figura 2 Argumento de Antón

Em resumo, os alunos e alunas são capazes de justificar tanto as suas posições como de assinalar fraquezas nos outros actores sociais, e de considerarem a si próprios como expertos que podem ter uma opinião informada sobre o tema.

## Conclusões

Os resultados que se discutem neste trabalho analisam procesos de toma de decisões sobre questões científicas de impacto social. Os problemas ambientais são exemplos de questões que dificilmente podem ser analisadas fora deste marco social. As duas pesquisas das que formam parte os dados abordam casos reais: a avaliação dun projecto de saneamento na bacia do rio Louro e a evolução do vertido de combustível do Prestige no inverno de 2002-2003. Como indica Aikenhead (1985) o objectivo da toma de decisões na aula não é chegar á unanimidade, pois não sempre un meirande dominio de conceitos leva a ela, senão promover decisões reflexivas “*sendo conscientes dos valores que a guiam e do conhecimento relevante para a questão*” (Aikenhead, op cit pagina 470).

O objectivo fundamental da escola é formar cidadáns preparados para tomar parte nas decisões sociais de relevancia, para criticar as decisões tomadas por outros. Estes objectivos formam parte das competências avaliadas no informe PISA / OCDE, comparação internacional de grande impacto nos media. É importante incluir o desenvolvimento do raciocinio crítico entre os objectivos das ciências. Um problema que enfrentamos cando se trabalham questões de relevancia social é que os valores que sustentam a toma de decisões quedam implícitos, danse por supostos mais não são explicitados, nin se pon de manifesto que decisões diferentes podem deverse, não a distintos conhecimentos, senão a distintas hierarquías de valores (por exemplo ambientais versus económicos). O desenvolvimento destas capacidades na aula require levar a ela problemas auténticos, moitas vezes tirados da vida real e isto, a pesar da súa complexidade, é um reto ao que nos enfrentamos as pessoas implicadas no ensino das Ciências.

**Agradecimentos**

Trabalho financiado polo MCYT, código BSO2002-04073-C02-02 parcialmente financiado con fondos FEDER.

**Referências**

- Aikenhead, G. S. (1985) Collective Decision Making in the Social Context of Science. *Science Education*, 69: 453-475.
- Brown J.S., Collins A. e Duguid P. (1989) Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18: 32 - 42.
- Carr, W. e Kemmis, S. (1988) *Teoría Crítica de la Enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Duschl, R. A. (1990) *Restructuring Science Education: The Importance of Theories and Their Development*. Columbia, N. Y.: Teachers College Press. (Traducido como *Renovar la enseñanza de las ciencias: la importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea, 1997)
- Federico Agraso, M. (2004) Conclusións xustificadas e non xustificadas e criterios de avaliación no Bacharelato: o vertido do *Prestige*. Trabalho de Pesquisa Tutelada, Programa de Doutorado, Universidade de Santiago de Compostela.
- Federico Agraso, M. e Jiménez Aleixandre, M. P., (2005a) Comprensión das noticias científicas: a clonación terapéutica é posible. Comunicación, XVIII Congreso de ENCIGA, novembro.
- Federico Agraso, M. e Jiménez Aleixandre, M. P. (2005b) Apropriación del discurso científico: niveles epistémicos y justificación de enunciados sobre la evolución de la marea negra. Comunicación, Congreso de Investigación Enseñanza de las Ciencias, Granada.
- Freire, P. (1970) *Pedagogía do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Giroux, H. (1992) *Teoría y Resistencia en Educación*. México: Siglo XXI.
- Jiménez Aleixandre, M.P., Agraso, M.F. e Eirexas, F. (2004) Scientific Authority and Empirical data in argument warrants about the *Prestige* oil spill. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching (NARST) annual meeting, Vancouver, Abril.
- Jiménez Aleixandre M.P., Bugallo Rodríguez A. e Duschl R.A. (2000) 'Doing the lesson' or 'Doing Science': Argument in High School Genetics. *Science Education*. 84: 757-792.
- Jiménez Aleixandre M.P. e Díaz de Bustamante, J. (2003) Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias* 21: 359-370.
- Jiménez Aleixandre M.P. e López Rodríguez, R. (2001) Designing a field code: environmental values in primary school. *Environmental Education Research*, 7: 5-22
- Jiménez Aleixandre M.P e Pereiro Muñoz, C. (2002) Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24: 1171-1190.
- Kelly, G.J., (2005, February) Inquiry, Activity and Epistemic Practice. Paper presented at the Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda, sponsored by the National Science Foundation. Rutgers University.  
<http://www.ruf.rice.edu/~rgrandy/NSFConSched.html>.
- Kelly, G. J., e Duschl, R. A. (2002, April). Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Paper presented at the annual meeting of NARST. New Orleans, LA.
- Kelly, G.J., Regev, J. e Prothero, W. (2005, April) Assessing Lines of Evidence with Argumentation Analysis. Paper presented at the NARST Annual Meeting, Dallas, TX.
- Kuhn, D. (1992) Thinking as Argument. *Harvard Educational Review*, 62: 155-178.
- Kuhn, D. (1993) Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education* 77: 319-337.

- Lave, J. y Wenger, E. (1991) *Situated Learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leach, J., Hind, A. & Ryder, J. (2003). Designing and evaluating short teaching interventions about the epistemology of science in high school classrooms. *Science Education*, 87(3), 831-848.
- Lemke, J. (1990) *Talking Science. Language, Learning and Values*. Norwood, NJ: Ablex. (Traducido como *Aprender a hablar Ciencia. Lenguaje, aprendizaje, valores*. Barcelona, Paidós, 1997)
- Lemke, J. (1998) Analysing verbal data: Principles, Methods and Problems. En B. Fraser y K. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education*, pp 1175-1189. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mortimer, E.F. (2000) *Linguagem e Formação de conceitos no Ensino das Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Mortimer, E.F. e Scott, P.H. (2003) *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- OECD / INECSE (2004) *Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de Problemas* (tradução de *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*). Madrid: Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pereiro Muñoz, C. (2001) Desenvolvimento da capacidade de elaborar argumentos sobre impacto ambiental no contexto da aprendizagem da biologia e da geologia no bacharelato. Tese doutoral. Universidade de Santiago de Compostela.
- Resnick, L. (1989) Introduction. En Resnick (ed.) *Knowing, Learning and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp 1-25.
- Sadler, T.D. (2004) Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.
- Sadler, T.D. Chambers, F.W. e Zeidler, D. (2004) Students conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26, 387-410.
- Sadler, T.D. e Zeidler, D. (2004) The morality of socioscientific issues: construal and resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88, 4-27.
- Sadler, T.D. e Zeidler, D. (2005) The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, 71-93.
- Sandoval, W. A. e Morrison, K. (2003) High School Students' Ideas about Theories and Theory Change after a Biological Inquiry Unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40: 369-392.
- Simonneaux, L. (2000) Cómo favorecer la argumentación sobre las biotecnologías entre el alumnado. *Alambique* 25: 27-44.
- Simonneaux, L., Simonneaux, J. (2004). Training students how to argue through comparative analysis of texts giving opposing views of GMOs. Congreso de ERIDOB. Patras.
- Vygotski, L.S. (1979) *Pensamento e linguagem*. Lisboa: Antídoto.
- Yore, L.D., Bisanz, G.L. & Hand, B.M. (2003) Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25, 689-725.
- Zohar, A. e Nemet, F. (2001) Fostering Students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39: 35 – 62