

## **D. CARLOS DE BRAGANÇA, UM REI QUE SE TORNOU PIONEIRO DA OCEANOGRAFIA EM PORTUGAL: RECURSOS PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS**

*Cláudia Faria*

*Instituto de Educação, Universidade de Lisboa*

*Isabel Chagas*

*Instituto de Educação, Universidade de Lisboa*

*Gonçalo Pereira*

*Instituto de Educação, Universidade de Lisboa*

### **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, os movimentos de Educação em Ciência têm convergido na necessidade de promover uma maior compreensão acerca da ciência e da tecnologia, de desenvolver conhecimento aplicado acerca de conceitos científicos fundamentais e de apoiar o desenvolvimento de uma maior compreensão acerca dos processos utilizados em ciência e suas relações com outros domínios da sociedade. Numerosos educadores em ciências têm salientado a importância que o conhecimento sobre a história da ciência pode ter no desenvolvimento dos fundamentos para a literacia científica (Matthews, 1990, 1994; Wandersee, 1992; Duschl, 1997, 2000; Lombardi, 1997; Monk & Osborne, 1997). Em Portugal, a história e a filosofia da ciência estão presentes no currículo de ciências desde 2001. De acordo com o currículo nacional para o ensino básico, é esperado que os estudantes desenvolvam as competências científicas necessárias à resolução de problemas, à compreensão da natureza do conhecimento científico e ao reconhecimento das limitações da ciência (DEB, 2001).

Os museus de ciência podem contribuir para a consecução destes objectivos. Estas instituições não só possuem recursos únicos, que não estão disponíveis noutros locais, como é o caso das colecções históricas, como apresentam ambientes de aprendizagem com enormes potencialidades para a promoção da curiosidade, da motivação e de atitudes mais positivas relativamente à ciência (Falk & Dierking, 2000). Estes museus, ao proporcionar a exploração de aspectos que muitas vezes estão em falta no ensino das ciências mais formal, como o que é realizado em ambiente escolar, podem contribuir para a promoção de uma maior compreensão acerca da relevância da história e filosofia da ciência no avanço do conhecimento científico (Ramey-Gassert, Walberg, & Walberg, 1994).

Este estudo teve como objectivos criar e avaliar um conjunto de actividades de ciência, baseadas em aspectos da história da ciência, e analisar o potencial dessas actividades não só para o aumento do interesse pelas disciplinas de ciências na escola como para a promoção de uma maior colaboração entre as escolas e os museus, promovendo assim uma maior complementaridade entre a educação da ciência em ambiente formal (escola) e em ambiente não formal (museus de ciência). As actividades desenvolvidas fazem parte de um projecto Europeu cuja finalidade é o de estudar os efeitos, na aprendizagem da ciência, da inclusão da história e filosofia da ciência no ensino das ciências (HIPST – History and Philosophy of Science in Science Teaching; <http://hipstwiki.wetpaint.com>).

### **ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

Os principais objectivos da Educação em Ciência consistem em introduzir os estudantes nos domínios conceptuais e processuais da ciência, e simultaneamente ajudá-los a aprender sobre ciência, os seus métodos sempre em mudança, a sua organização e as suas relações com a sociedade (Millar & Osborne, 1998).

Nas sociedades científica e tecnologicamente avançadas, a compreensão acerca do empreendimento científico e das suas interações com a tecnologia e a sociedade, é essencial para o desenvolvimento de uma cidadania responsável e de uma sociedade democrática, em que os cidadãos podem tomar parte nas decisões respeitantes a questões sócio-científicas importantes para o funcionamento da mesma (Millar & Osborne, 1998).

O objectivo actual da literacia científica envolve não só a aquisição de conhecimentos científicos chave, como também a compreensão da ciência e da actividade científica como um empreendimento humano (DeBoer, 2000; Ryder, 2001). Os especialistas em Educação em Ciência têm reconhecido a importância da educação de e acerca da ciência, desenvolvendo novos currículos de ciências que dão ênfase a uma visão mais autêntica da actividade científica (Hurd, 1997; Millar & Osborne, 1998; Ryder, 2001; Duggan & Gott, 2002).

Numerosos educadores têm defendido que o desenvolvimento, por parte dos estudantes, de uma compreensão acerca da natureza da ciência constitui um elemento chave para a aquisição da literacia científica (Bybee, Powell, Ellis, Giese, Parisi, & Singleton, 1991; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002). Apesar de não existir uma definição consensual acerca da noção de “natureza da ciência”, existe um consenso generalizado relativamente ao facto de o conhecimento científico ser exploratório, baseado na evidência e subjectivo (dependendo do *background* individual, e do referencial teórico de base), envolver a inferência humana, a imaginação e a criatividade, e ser cultural e socialmente dependente (Lederman, 2007).

A compreensão acerca da natureza da ciência pode ajudar os estudantes a compreender melhor a ciência e a lidar com a tecnologia no seu dia-a-dia, a tomar decisões informadas acerca de questões socio-científicas, a apreciar o valor da ciência como fazendo parte da cultura contemporânea, a desenvolver uma maior compreensão acerca das normas da sociedade científica que traduzem os valores morais valorizados pela sociedade e, finalmente, a adquirir conhecimento científico (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Monk & Osborne, 1997). Mathews (1994) refere que a aprendizagem sobre a história da ciência levanta questões e apresenta experiências que promovem a mudança conceptual nos estudantes. Serve de contraponto ao dogmatismo científico (muito comum na educação em ciências) e humaniza os conteúdos científicos, reduzindo o formalismo. Por último, revela a natureza integrativa e interdependente das realizações humanas.

Embora inúmeros estudos tenham concluído que as actividades sobre a natureza da ciência se devam tornar um componente regular e explícita do ensino das ciências (MacDonald, 1996; Klopfer, 1969; Wandersee, 1992; Monk & Osborne, 1997; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Duschl, 2000; Kafai & Gilliland-Swetland, 2001), a forma como essa integração poderá ser conseguida ainda se encontra sujeita a intensa discussão e investigação.

Numerosos investigadores têm demonstrado que na maioria dos casos, os alunos não desenvolvem uma compreensão acerca da natureza da ciência através da sua participação na ciência da escola (e.g. Lederman & O'Malley, 1990; Lederman, 1992; Meichtry, 1992; Matthews, 1994). Num nível prático, a maioria dos professores trabalha a perspectiva histórica apenas na introdução de cada unidade, prosseguindo rapidamente para os conteúdos actuais (Wandersee, 1985). Estes esforços, em vez de integrarem pedagogicamente a história da ciência, apenas justapõem a história com os conceitos e processos contemporâneos que têm de ser aprendidos, não envolvendo os alunos na análise crítica da forma como as ideias e os processos científicos evoluíram (Bybee et al., 1991; Kafai & Gilliland-Swetland, 2001; Pereira & Amador, 2007).

As instituições de ensino da ciência em contexto não-formal, como os museus de ciência, podem contribuir grandemente no sentido de promover uma integração efectiva da história da ciência no ensino das ciências. A missão destas instituições é a de envolver o público em geral com a ciência, promovendo o desenvolvimento da literacia científica. O ambiente de aprendizagem destas instituições apresenta características únicas, com enormes potencialidades para a promoção da curiosidade e interesse pela ciência (Falk & Dierking, 2000). Inúmeras investigações têm indicado que as visitas escolares a museus de ciência têm o potencial de influenciar a aprendizagem conceptual e afectiva da ciência por parte dos estudantes, com efeitos a longo prazo (ex. Falk & Dierking, 1997; Kisiel, 2006). Por outro lado, estas instituições possuem na maior parte dos casos colecções únicas, tais como documentos e materiais históricos, que poderão constituir excelentes recursos para o desenvolvimento de actividades imbuídas de uma perspectiva histórica da ciência.

Apesar destas evidências, não tem havido muitos exemplos que traduzam um esforço coordenado e sistémico por parte das escolas, de recorrer a estas instituições para promover o interesse pela ciência e desenvolver uma maior compreensão acerca da ciência. Muitas visitas escolares a museus de ciência são conduzidas de uma forma que não maximiza as potencialidades de aprendizagem proporcionadas nestes ambientes. No geral, as visitas carecem de uma preparação prévia e não são seguidas por actividades de consolidação pós-visita (Kubota & Olstad, 1991), apesar de muitos estudos já terem demonstrado a importância destas actividades pré e pós-visita no incremento da aprendizagem (Kubota & Olstad, 1991; Kisiel, 2006). Por outro lado, parece haver uma grande descontinuidade entre as estratégias desenvolvidas na escola e as actividades desenvolvidas nos museus, o que parece constituir uma dificuldade adicional à aprendizagem durante a visita (Tal & Morag, 2007; Bell et al., 2009).

Torna-se assim crucial reforçar a colaboração dos museus de ciência com o sistema de ensino formal, através do desenvolvimento e implementação de actividades conjuntas, promotoras de uma maior complementaridade nas aprendizagens realizadas nos dois tipos de ambiente. Ao reforçar as aprendizagens da própria escola, os museus de ciência podem contribuir para a criação de uma audiência mais interessada e receptiva para a compreensão de e acerca da ciência (Chin, 2004; Bell, Lewenstein, Shouse, & Feder, 2009).

## **ACTIVIDADES PROPOSTAS: UM REI QUE SE TORNOU PIONEIRO DA OCEANOGRAFIA EM PORTUGAL**

### ***CONTEXTO HISTÓRICO***

O tema central das actividades envolve o trabalho de D Carlos de Bragança, Rei de Portugal de 1889 a 1908, que foi um oceanógrafo pioneiro que se dedicou ao estudo da fauna costeira Portuguesa.

No início do séc. XX, o estudo do mar estava a dar os seus “primeiros passos”. Por exemplo, a vida a grandes profundidades não era aceite pela comunidade científica, mesmo na presença de inúmeras evidências a seu favor, devido ao trabalho de Edward Forbes em 1841 no Mar Egeu. De acordo com Forbes, não poderia existir vida a profundidades superiores a 660m devido à ausência de luz e às baixas temperaturas, características típicas das grandes profundidades (“teoria da zona azóica”). Os cientistas estavam tão convencidos desta ideia errada, que Barbosa du Bocage, outro Português dedicado ao estudo do mar, ao descrever uma nova espécie capturada por pescadores locais, em 1864, não referiu que esta tinha sido recolhida a uma profundidade superior a 660m. Apenas 7 anos mais tarde, em 1871, é que foi revelada essa informação, após terem surgido numerosas evidências similares em todo o mundo. Algumas dessas evidências foram obtidas em Portugal, onde pescadores de Setúbal e de Sesimbra costumavam capturar tubarões a cerca de 1200m de profundidade.

O Rei D Carlos dedicou-se ao estudo do mar, tendo-se preocupado em acumular dados de uma forma sistemática. Durante os 12 anos de campanhas oceanográficas realizadas ao longo da costa Portuguesa, o Rei coligiu um rico inventário da fauna costeira Portuguesa. D Carlos fez também numerosas observações pessoais, acerca da distribuição geográfica, do comportamento, e do valor económico das espécies capturadas, assim como dos métodos utilizados na sua captura. Além disso, realizou também inúmeros desenhos e aguarelas que ilustram os espécimes biológicos e os fenómenos naturais.

D Carlos teve também um importante papel como divulgador da ciência para o público em geral. Organizou inúmeras exposições, nacionais e internacionais, onde foram apresentados os espécimes biológicos capturados e os instrumentos oceanográficos utilizados (ex. 1897, Museu de Ciência de Londres; 1898, Aquário Vasco da Gama; 1902 e 1903-1904, Museu de Ciência do Porto; 1904, Sociedade de Geografia de Lisboa; 1906, Museu de Ciência de Milão). Alguns dos espécimes recolhidos foram enviados para o Museu Natural de Paris e de Londres.

O legado de D Carlos é notável, não só pelo conhecimento científico que representa, como pela inovação metodológica desenvolvida, tendo cruzado uma abordagem naturalista através da ilustração científica, com uma abordagem experimental através de um conjunto de procedimentos de recolha testados de uma forma sistemática. Os cadernos com os desenhos e aguarelas, com as notas de campo, as informações e dados recolhidos, assim como a colecção zoológica e os instrumentos utilizados durante as

campanhas oceanográficas lideradas pelo Rei, fazem parte da exposição permanente do Aquário Vasco da Gama.

O Aquário Vasco da Gama é uma instituição científica e pedagógica, que abriu as suas portas ao público em 1898, durante o 4º centenário da celebração da descoberta do caminho marítimo para a Índia pelo navegador Vasco da Gama. Cem anos mais tarde, o Aquário continua a desempenhar um papel fundamental na divulgação da biologia aquática em Portugal.

### ***DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES***

Os tópicos seleccionados resultam da integração da temática relacionada com o trabalho do Rei com o currículo nacional de Biologia do ensino secundário, nomeadamente em relação aos seguintes temas: diversidade biológica, sistemática e natureza da actividade científica.

As actividades incluem uma sessão prévia à visita, com actividades de orientação para a temática, a decorrer em sala de aula, dois workshops a decorrer no Aquário Vasco da Gama, e uma sessão posterior à visita, com actividades de consolidação, a decorrer em sala de aula. Na sessão de orientação, os estudantes analisam dois excertos do Diário do Rei relativos à campanha oceanográfica de 1897 (Bragança, 1957) e os respectivos relatórios científicos. Os principais objectivos desta análise são: discutir diferentes formas de reportar os dados, seja no campo seja em laboratório; conhecer diferentes métodos de recolha e preservação de espécimes biológicos e comparar os métodos utilizados no passado com os actuais; reflectir acerca das características de personalidade dos cientistas.

No Aquário, os estudantes participam activamente em dois workshops, um sobre classificação biológica e outro acerca de desenho por observação. No primeiro workshop, os estudantes são introduzidos ao trabalho do Rei, à sua colecção e aos métodos de captura utilizados. Além disso, os estudantes comparam o sistema de classificação biológica utilizado pelo Rei com o actual. Na sessão prática os alunos fazem uma visita guiada à colecção do Rei (espécimes recolhidos e instrumentos utilizados) e classificam um conjunto de organismos marinhos, presentes na exposição do Aquário, com a ajuda de uma chave dicotómica. No segundo workshop, os estudantes são introduzidos ao tema da ilustração biológica e às técnicas de desenho por observação. Na sessão prática, observam e desenharam alguns organismos presentes na exposição do aquário, como forma de apreender a diversidade de formas, cores e funções dos organismos (Weitzman, 2003).

Na sessão de consolidação, os estudantes analisam excertos de um oceanógrafo contemporâneo, Luiz Saldanha (1996), acerca do trabalho científico do Rei e acerca do contexto histórico da época, nomeadamente em relação à “teoria de Forbes da zona azoica” (descrita na secção 3.1) e sobre a relutância dos cientistas em utilizar evidência obtida por cidadãos comuns (**pescadores portugueses**). O principal objectivo é o de reflectir acerca da construção do conhecimento científico, acerca da importância da publicação científica para a validação desse conhecimento e acerca da influência que a sociedade tem na sua construção.

As estratégias utilizadas no decorrer das actividades são o trabalho colaborativo, discussão, interpretação de documentos históricos, pesquisa na Internet, análise e confronto de diferentes ideias e métodos, utilização de chaves dicotómicas, observação e descrição de organismos vivos e desenho por observação.

### ***AValiação DAS ACTIVIDADES***

### ***PARTICIPANTES***

As actividades foram aplicadas numa escola secundária, no decorrer do trabalho regular das aulas de ciências, por um período de um mês (Fevereiro de 2009). Os participantes pertenciam a uma turma do 10º ano de escolaridade (15 a 16 anos de idade), composta por 28 alunos, 20 rapazes e 8 raparigas, de uma escola suburbana de Lisboa. De acordo com a professora de Biologia, os estudantes já realizavam regularmente actividades práticas (*sensu* Hodson, 1996) e de pesquisa no âmbito da sua actividade de sala

de aula. Além disso, esta turma já tinha realizado um certo número de visitas de estudo a museus e centros de ciência, assim como visitas ao exterior (trabalho de campo). A única actividade descrita pela professora como sendo relacionada com a história da ciência, foi uma pesquisa realizada pelos alunos no início do ano lectivo, acerca do trabalho de um cientista escolhido por eles, seleccionado a partir dos cientistas referidos no seu manual escolar. Todos os estudantes estavam familiarizados com a utilização de computadores em sala de aula e a realização de pesquisas na Internet. Para o desenvolvimento das actividades, com foram realizadas com o apoio do professor, os estudantes foram divididos em 5 grupos, com 4 a 7 estudantes cada. A sala de aula onde decorreram as actividades estava equipada com 5 computadores, um para cada grupo.

### ***INSTRUMENTOS DE RECOLHA E ANÁLISE DOS DADOS***

Foram aplicados vários métodos de recolha de dados com o objectivo de avaliar a efectividade e aplicabilidade das actividades propostas. Todas as sessões foram audio- e video-gravadas. O comportamento dos estudantes foi registado por um dos investigadores num contexto de observação participante. Todos os documentos produzidos pelos alunos (respostas às folhas de actividade) foram sujeitos a análise de conteúdo.

Aquando da conclusão das actividades, os estudantes responderam a um questionário com o objectivo de identificar as suas percepções relativamente às actividades desenvolvidas. O questionário foi adaptado de um questionário desenvolvido no âmbito de um projecto Europeu, PARSEL- Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy ([www.parsel.eu](http://www.parsel.eu)). O questionário contém 20 questões, tendo sido utilizada uma escala de Likert de 5 itens para registar a intensidade da resposta. Os itens variam entre o valor 1, totalmente de acordo, e o valor 5, totalmente em desacordo. As questões são organizadas segundo 5 dimensões: perspectiva geral acerca do ensino das ciências e da importância do ensino da história de ciência; popularidade das actividades; percepção acerca da relevância da actividade de desenho biológico; percepção acerca da relevância da integração da história da ciência nestas actividades; percepção acerca da promoção de competências cognitivas pelas actividades desenvolvidas. Os dados do questionário foram submetidos a uma análise estatística descritiva.

Para além do questionário, um estudante de cada grupo (n=5), escolhido pelo grupo, foi entrevistado com o objectivo de se aprofundar e clarificar as suas perspectivas relativamente às seguintes dimensões: popularidade e relevância deste tipo de trabalho para a aprendizagem das ciências; relevância do tema científico abordado; relevância da abordagem histórica e seu impacto nas ideias acerca da natureza da ciência. As entrevistas foram audio- e vídeo-gravadas, tendo sido posteriormente transcritas e sujeitas a análise de conteúdo. As categorias de análise utilizadas emergiram pela procura dos diferentes significados presentes nas respostas, tendo, no entanto, sido baseadas no contexto teórico que fundamentou o próprio estudo. Foram consideradas as seguintes categorias: 1) popularidade das actividades; 2) relevância das actividades para a aprendizagem das ciências. Esta segunda categoria foi analisada considerando três aspectos diferentes: aquisição de conhecimento científico; promoção de competências cognitivas; compreensão acerca da natureza da ciência.

Os dados recolhidos segundo os diferentes instrumentos utilizados (observação, respostas dos estudantes às folhas de actividade, questionários e entrevistas) foram cruzados de forma a assegurar a fiabilidade da análise e para se obter uma visão mais aprofundada das percepções e experiências dos estudantes.

### **RESULTADOS**

A maioria dos alunos gostou bastante das actividades. Da análise dos questionários verifica-se que a maioria concordou com as afirmações “aprender ciências é interessante quando envolve a discussão de um tema histórico relacionado com a ciência” (79%) e “aprender ciências é interessante quando podemos ver como os cientistas trabalham” (92%). Além disso, os estudantes consideraram que “é importante desenvolver mais actividades como estas” (82%) e “o desenvolvimento de mais actividades deste tipo irá aumentar o interesse dos estudantes em aprender ciências” (82%).

A análise das entrevistas confirma estes resultados. Dois dos estudantes identificaram a actividade de desenho como a tarefa de que mais gostaram. Segundo as palavras de um dos alunos “*Eu não fazia ideia que podia usar a arte na ciência; Eu não sabia que podíamos associar a arte ao estudo dos seres vivos*”. Os outros três entrevistados identificaram também a tarefa de classificação biológica, para além do desenho, ou seja, os dois workshops realizados no Aquário, como as actividades mais interessantes.

As características referidas pelos entrevistados como sendo os principais responsáveis pelo interesse das actividades foi a novidade de alguns aspectos (ex. tarefa de desenho por observação), a promoção de uma visão diferente acerca da ciência:

*Eu pensava que a ciência não se relacionava com as outras matérias e agora vi que se relaciona com tudo o que nos rodeia.*

A promoção de uma observação cuidada da realidade, e a natureza prática das actividades:

*(...) é uma forma diferente de aprender a matéria; ficamos mais conscientes da temática; ficamos mais envolvidos; estamos em contacto com a realidade, líamos e depois podíamos confirmar o que tínhamos lido; ficamos mais alerta para a realidade.*

No que diz respeito à organização da própria actividade, segundo a opinião dos estudantes, todas as sessões (pré-visita, workshops e pós-visita) foram necessárias. As sessões pré- e pós-visita foram particularmente importantes pois proporcionaram a contextualização prévia necessária e a consolidação posterior das aprendizagens.

*Eu acho que todas as actividades foram importantes e que se complementaram entre si. Se tirássemos uma, as actividades não ficariam tão boas e completas. No caso da sessão prévia, ajudou-nos a ir para a visita com algum conhecimento. As actividades no Aquário corresponderam à parte prática do trabalho, onde nós aprendemos novas coisas, e a sessão pós-visita ajudou-nos a tirar algumas conclusões acerca da temática.*

Em relação à abordagem histórica, apesar de os estudantes terem comentado que os documentos históricos eram difíceis de ler devido ao estilo antigo de escrita, característico da língua Portuguesa do fim do século XIX, foram capazes de compreender os documentos analisados. Da análise do questionário, verifica-se que 57% dos estudantes concordou com a afirmação “a inclusão de um contexto histórico ajudou à compreensão de como se faz ciência”. Na entrevista os estudantes referiram a relevância desta abordagem para a aprendizagem da ciência, salientando a importância de conhecer a relação entre o passado e o presente para compreender a evolução do conhecimento científico.

*Deu-nos a percepção de que as coisas não são lineares, que muitas coisas precisam de ser descobertas, de que há sempre mais coisas a aprender.*

*É importante não só saber o nome do cientista que fez a descoberta, mas também o que ele usou para fazer a descoberta e como era a vida na altura. Isso permite comparar e relacionar o passado com o presente.*

No entanto, apenas 32% dos estudantes considerou que “a inclusão de um contexto histórico tornou as actividades mais interessantes” e todos os alunos entrevistados referiram que o conhecimento histórico no geral não é um tema muito cativante, preferindo em geral, saber o que se passa na actualidade. Além disso, todos os estudantes referiram que a abordagem histórica não é muito utilizada nas aulas de ciências e que quando está presente, centra-se normalmente no que os cientistas descobriram e não nas razões que os levaram a fazer essa descoberta, raramente fazendo alusão aos aspectos sociais contemporâneos à descoberta.

*Existem alguns professores que se referem a alguns cientistas, mas não tão profundamente e nós ficamos a saber o que eles fizeram, mas não a razão de o terem feito e com que propósito.*

*Eu gosto muito de saber como as coisas se foram alterando e como eles (os cientistas) chegaram a uma conclusão, e na sala de aula eles (os professores) apenas dizem, “isto é assim” e nada mais.*

No que diz respeito à aquisição de conhecimento, a análise das respostas às folhas de actividade revela que todos os grupos atingiram os objectivos propostos, tendo compreendido o conceito de classificação biológica, de trabalho de laboratório e de campo, métodos de reportar dados científicos, e métodos de recolha e preservação de espécimes biológicos. Da análise da entrevista verifica-se que os estudantes compreenderam perfeitamente os objectivos da classificação biológica, tendo referido que é uma forma de distinguir e organizar as espécies conhecidas, de estandardizar o conhecimento acerca das espécies, facilitando assim a descoberta de novas espécies.

*É importante para distinguir entre as diferentes espécies; para organizar a diversidade de espécies; para ajudar investigadores diferentes, em diferentes partes do mundo, a reconhecer a mesma espécie; sem a classificação biológica, poderia acontecer que por exemplo em Portugal, nós encontrássemos uma espécie e lhe déssemos um nome, e noutra parte do mundo outra pessoa encontrasse a mesma espécie e lhe desse outro nome, e nunca iríamos saber que era a mesma espécie.*

Os estudantes referiram ainda que aprenderam novos aspectos relacionados com a oceanografia e a ecologia marinha, por exemplo diversidade de espécies, adaptações dos peixes, diferentes habitats:

*A diversidade de peixes que vimos no Aquário. Eu não tinha ideia de que eram tantos, mas o oceano é tão grande, tão gigante, em vários climas, Oceano Atlântico, Índico... e os peixes são característicos das áreas onde vivem, do seu habitat (...). Conclui que os peixes estão adaptados ao seu habitat e que é importante que o Aquário possa mostrar às pessoas como são os peixes nas diversas partes do mundo, quais são as suas características e habitats.*

Diferentes métodos de captura e manutenção de peixes:

*O que chamou a atenção foi a diversidade que existe no Aquário, e o facto de aqueles que lá trabalham poderem apanhar peixes a grandes profundidades e dar-lhes as condições para que não morram (...), há diferentes condições para viver, como água quente, água fria,...com rochas, com algas...etc...*

*(...) Eu aprendi novos termos que não conhecia, ex. redes de arrasto, técnicas de pesca...e sobre a própria oceanografia. Já tinha ouvido falar mas não sabia o seu significado.*

E ainda aspectos relacionados com o trabalho do Rei D Carlos e a ilustração biológica (uma profissão que desconheciam).

Por outro lado, da análise das observações directas e em vídeo, verifica-se que os alunos revelaram autonomia e capacidade de trabalhar em grupo. Os estudantes interagiam com frequência, discutindo todos os aspectos relacionados com as leituras que faziam antes de responder às fichas de actividade, e pesquisando na Internet sempre que necessário. Apesar de o professor e um dos investigadores estarem sempre disponíveis para os apoiar (perguntando sempre se precisavam de apoio), os estudantes demonstraram uma grande vontade de efectuar todas as tarefas autonomamente, preferindo discutir entre si antes de pedirem apoio. Todos pareceram motivados e envolvidos durante o decorrer de toda a actividade. Da análise dos questionários, 68% dos estudantes considera que as discussões que ocorreram

durante as actividades foram muito importantes para o desenvolvimento do seu raciocínio, e cerca de 50% consideraram que as actividades promoveram a sua participação activa e o trabalho colaborativo.

Por último, os estudantes revelam ter desenvolvido uma maior compreensão acerca da natureza da ciência. Da análise dos questionários, 72% dos estudantes concordaram com a afirmação de que “estas actividades ajudaram-me a compreender a influência da sociedade na evolução do conhecimento científico” e 64% concordaram com a afirmação “estas actividades ajudaram-me a compreender a forma como o conhecimento científico é construído”.

A análise das respostas à ficha de actividades revela que os estudantes compreenderam a importância da acumulação de dados não explicados pelas teorias vigentes, para o desenvolvimento de novas teorias. E reconheceram a necessidade destes novos dados serem confirmados por outros cientistas, antes de serem aceites pela comunidade científica, tendo além disso referido a importância da publicação científica para a disseminação e aceitação de novas ideias.

Das entrevistas, verifica-se que os alunos alteraram a sua visão acerca da natureza da ciência, principalmente no que diz respeito à evolução do conhecimento científico, da influência da sociedade no desenvolvimento do conhecimento científico e à forma como se faz ciência. Referiram que a construção do conhecimento científico é um processo lento:

*Eu pensava que não era necessário o trabalho de tanta gente, de tantos anos. Apercebi-me que é um processo lento e eu não tinha essa ideia. Compreendi que há fases que temos de cruzar, e que elas são lentas, para atingirmos alguma coisa concreta e para promover a evolução do conhecimento.*

Os alunos referiram também que a construção do conhecimento é um processo que está sempre em evolução, dependendo de novas descobertas:

*Os cientistas têm de estar abertos aos novos conhecimentos, não se podem centrar numa única teoria, ou ideia. Eles (os cientistas) têm de estar sempre a estudar para obter mais conhecimentos e mais diversificado, para construir uma ideia melhor de alguma coisa.*

*O conhecimento científico está sempre a alterar-se; nunca podemos dizer que não há vida abaixo de x metros, porque no futuro podemos encontra-la.*

Além disso, os alunos salientaram as inter-relações entre a ciência e outros domínios da sociedade, como outros cientistas e mesmo cidadãos comuns, e a tecnologia.

*Estas actividades mostraram-me que os cientistas estão todos inter-relacionados, e especialmente que essa relação pode influenciar a forma como a teoria é formulada.*

*Eu considerei muito interessante perceber como o trabalho de outras pessoas (não cientistas), como os Pescadores portugueses, pode ser importante para a confirmação de que uma teoria está errada.*

*A tecnologia está sempre em mudança; no passado pensavam que não havia vida a grandes profundidades, mas actualmente, devido à nova tecnologia, eles conseguiram chegar a essas profundidades e encontrar lá vida.*

## DISCUSSÃO

Os estudantes consideraram o projecto popular, tendo referido que se sentiram extremamente motivados pelas actividades, por um lado pela sua natureza prática, e por outro pelos seus aspectos



inovadores, nomeadamente a utilização do desenho por observação e a abordagem histórica, tendo reconhecido a necessidade de serem implementadas mais actividades deste tipo nas aulas de ciências. Por outro lado, consideraram o projecto relevante para a aprendizagem da ciência, tendo referido que este foi importante não apenas para a aquisição de conhecimento, como também para a compreensão da natureza da ciência. Os estudantes referiram que as actividades contribuíram para alterar a sua visão acerca do desenvolvimento do conhecimento científico, nomeadamente o facto de que está sempre em evolução, estando sujeito a diversas influências, nomeadamente aspectos sociais e tecnológicos.

Um dos aspectos a salientar por este estudo, é o facto de apesar de os estudantes terem considerado a inclusão da perspectiva histórica como sendo um dos principais aspectos que contribuíram para a alteração da sua visão acerca da forma como o conhecimento científico se constrói, terem também referido uma falta generalizada de atenção a esta perspectiva nas aulas de ciências.

De facto, apesar de já existirem inúmeras estratégias que promovem a integração da história da ciência na educação em ciência, tal como retratar cientistas famosos (Solomon, 1991), apresentar incidentes críticos (Wandersee, 1992), ou reproduzir experiências científicas importantes (Klopfer & Cooley, 1963), as estratégias mais frequentemente utilizadas nas aulas de ciências parecem apenas justapor o nome do cientista e a respectiva descoberta com o conhecimento actual, em vez de envolverem os alunos em actividades que promovam uma reflexão crítica acerca do desenvolvimento do conhecimento científico (Kafai & Gilliland-Swetland, 2001; Wandersee, 1985). Por outro lado, a utilização de documentos históricos, como os que foram utilizados neste trabalho, tem sido menos divulgada, em parte devido ao medo de que esses documentos sejam demasiado exigentes para os alunos (Kafai & Gilliland-Swetland, 2001). No entanto, neste trabalho foi evidente o facto de todos os estudantes terem sido capazes de compreender, analisar e discutir os documentos históricos utilizados.

Os resultados deste trabalho indiciam que envolver os alunos numa actividade que envolva uma visita de estudo a um museu de ciência, alargando o seu âmbito de forma a integrar a perspectiva histórica, poderá constituir um contexto motivador para a aprendizagem acerca dos processos científicos ao longo do tempo. Será necessário desenvolver mais investigação acerca das potencialidades deste tipo de abordagem. Por exemplo, as actividades testadas neste trabalho poderão ser implementadas em diferentes escolas, e em turmas de diferentes níveis de escolaridade, de forma a avaliar a sua contribuição na promoção de uma literacia sólida e efectiva por parte de todos os alunos.

Um dos aspectos fundamentais que emerge deste estudo é a possibilidade de se utilizarem os museus de ciência como um excelente contexto para o desenvolvimento de actividades centradas na história da ciência, visto estes museus possuírem colecções históricas e documentos originais que representam recursos únicos e raramente disponíveis nas escolas.

No entanto, para que esta parceria entre as instituições de ensino formal e não-formal seja possível, os museus de ciência e as escolas terão de rever as suas práticas (Tal & Morag, 2007; Bell et al., 2009). Por um lado, os educadores dos museus terão não só de planificar actividades adequadas à aprendizagem dos alunos, como de desenvolver possíveis vias que promovam a aquisição por parte dos professores de estratégias de exploração adequadas aos recursos disponíveis no museu (Chin, 2004). Por outro lado, os professores de ciências necessitam de capitalizar por si próprios, as oportunidades inerentes aos ambientes e recursos únicos, característicos destes museus (Falk & Dierking, 2000; Griffin, 2004; Mortensen & Smart, 2007). Para se atingir este objectivo, serão talvez necessários programas de formação de professores, tanto na formação inicial como contínua, que orientem os professores no desenvolvimento e implementação de visitas de estudo efectivas e na integração dos recursos disponíveis nestas instituições, nas suas estratégias pedagógicas (MacLeod & Keistead, 1990; Chagas, 1993; Chin, 2004).

## **AGRADECIMENTOS**

Parte deste estudo foi suportado pela Comissão Europeia, como parte de um projecto financiado pelo 7º Programa Quadro (HIPST - History and Philosophy of Science in Science Teaching). G. Pereira recebeu uma bolsa da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/37140/2007). Agradecemos à professora e a todos os alunos por terem participado nas actividades. Agradecemos também ao Aquário Vasco da Gama, à Dr<sup>a</sup> Paula Leandro e à Dr<sup>a</sup> Teresa Bígio pelo seu importante contributo no desenvolvimento e implementação dos workshops.

## REFERÊNCIAS

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). The Influence of History of Science Courses on Students' Views of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1057–1095.
- Braganca, C. de (1957). *Campanha Oceanographica de 1897 do Yacht Amelia*. Lisboa: Marinha Portuguesa.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A.W., & Feder, M.A. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits*. Committee on Learning Science in Informal Environments, National Research Council. Washington: National Academy Press.
- Bybee, R.W., Powell, J.C., Ellis, J.D., Giese, J.R., Parisi, L., & Singleton, L. (1991). Integrating the History and Nature of Science and Technology in Science and Social Studies Curriculum. *Science Education*, 75, 143–155.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem Não-Formal/Formal das Ciências. Relações entre os Museus de Ciência e as Escolas. *Revista de Educação*, III(1), 51–59.
- Chin, C.-C. (2004). Museum Experience - A Resource for Science Teacher Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 63–90.
- DeBoer, G.E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582–601.
- Departamento da Educação Básica (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham, England: Open University Press.
- Duggan, S., & Gott, R. (2002). What sort of Science Education do we Really Need Quest. *International Journal of Science Education*, 24(7), 661–680.
- Duschl, R.A. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Nancea.
- Duschl, R.A. (2000). Making the Nature of Science Explicit. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborn (Eds.), *Improving Science Education: The Contribution of Research* (pp. 187–206). Buckingham, England: Open University Press.
- Falk, J.H., & Dierking, L.D. (2000). *Learning from Museums: Visitors Experiences and their Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Griffin, J. (2004). Research on Students and Museums: Looking Closely at the Students in School Groups. *Science Education*, 88 (suppl.1), S59–S70.
- Hodson, D. (1996). Laboratory Work as Scientific Method: Three Decades of Confusion and Distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Hurd, P. (1997). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, 82(3), 407–416.
- Kafai, Y.B., & Gilliland-Swetland, A.J. (2001). The use of Historical Materials in Elementary Science Classrooms. *Science Education*, 85(4), 349–367 .
- Kisiel, J. (2006). An Examination of Fieldtrip Strategies and their Implementation within a Natural History Museum. *Science Education*, 90, 434–452.

- Klopper, L.E. (1969). The Teaching of Science and the History of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 6, 87–95.
- Klopper, L.E., & Cooley, W.W. (1963). The history of Science Cases for High School in the Development of Student Understanding of Science and Scientists. *Journal of Research for Science Teaching*, 1(1), 33–47.
- Kubota, C., & Olstad, R. (1991). Effects of Novelty-Reducing Preparation on Exploratory Behavior and Cognitive Learning in a Science Museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 225–234
- Lederman, N.G. 1992. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S.K. Abell, & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521.
- Lederman, N.G., & O'Malley, M. (1990). Students' Perceptions of Tentativeness in Science: Development, Use, and Sources of Change. *Science Education*, 74, 225–239.
- Lombardi, O.I. (1997). La Pertinência de la Historia en la Enseñanza de Ciencias: Argumentos y Contraargumentos. *Enseñanza de las Ciéncias*, 15(3), 343–349.
- MacDonald, D. (1996). Making both the Nature of Science and Science Subject Matter Explicit Intents in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 7, 183–196.
- MacLeod, B., & Keistead, M. (1990). Museums and Schools: Partnership in Education. *Museum Quarterly*, 18(3), 17–22.
- Matthews, M.R. 1990. A Role for History and Philosophy of Science in Science Teaching. *Interchange*, 20(2), 3–5
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. London: Routledge.
- Meichtry, Y.J. (1992). Influencing Student Understanding of the Nature of Science: Data from a Case of Curriculum Development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 389–407.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: Kings College.
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education*, 81, 405–424.
- Mortensen, M.F., & Smart, K. (2007). Free-choice Worksheets Increase Students' Exposure to Curriculum during Museum Visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(9), 1389–1414.
- Pereira, A.I., & Amador, F. (2007). A História da Ciência em Manuais Escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciéncias*, 6(1), 191–207.
- Ramey-Gassert, L., Walberg, H.J. III, & Walberg, H.J. (1994). Reexamining Connections: Museums as Science Learning Environments. *Science Education*, 78, 345–363.

- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1–44.
- Saldanha, L. (1996). Explorações Submarinas. In D. Reis (Ed.), *D Carlos de Bragança – A Paixão do Mar* (pp. 30–81). Lisbon: Parque Expo 98, Fundação da Casa de Bragança, Marinha Portuguesa.
- Solomon, J. (1991). Teaching about the Nature of Science in the British National Curriculum. *Science Education*, 75(1), 95–103.
- Tal, T., & Morag, O. (2007). School Visits to Natural History Museums: Teaching or Enriching? *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 747–769.
- Wandersee, J.H. (1985). Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 581–597.
- Wandersee, J.H. (1992). The Historicality of Cognition: Implications for Science Education Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 423–434.
- Weitzman, S.H. (2003). Illustrating Fishes. In E.R.S. Hodges, S. Buchanan, J. Cody, & T. Nicholson (Eds.), *The Guild Handbook of Scientific Illustration* (pp. 365–384). New Jersey: Wiley.

## **D. CARLOS DE BRAGANÇA, UM REI QUE SE TORNOU PIONEIRO DA OCEANOGRAFIA EM PORTUGAL: RECURSOS PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS**

### **RESUMO**

O caso histórico de D Carlos de Bragança, Rei de Portugal de 1889 a 1908, um Oceanógrafo pioneiro, serve como ponto de partida para a exploração, tanto em contextos formais (ex. sala de aula) como não formais (ex. museu) de temas relacionados com a classificação biológica, métodos de colheita de espécimes e ilustração biológica (desenho por observação). As actividades propostas centram-se no trabalho do Rei D Carlos, que se dedicou ao estudo da fauna costeira Portuguesa, são dirigidas aos alunos de Biologia do Ensino Secundário e ajudam o aluno a desenvolver um conhecimento aprofundado acerca da natureza da ciência e dos métodos de pesquisa, promovendo também uma maior consciência acerca das complexas interacções que se estabelecem entre a ciência e a sociedade. Este conjunto de actividades inclui uma tarefa inicial, em sala de aula, de orientação para o tema, dois workshops desenvolvidos no Aquário Vasco da Gama e uma tarefa final, na sala de aula, de consolidação das aprendizagens. Nas tarefas de sala de aula, os estudantes analisam excertos de documentos históricos originais acerca do trabalho do Rei, com o objectivo de discutir e reflectir acerca da natureza da ciência. No Aquário, os estudantes participam activamente em actividades relacionadas com a classificação biológica e o desenho por observação. Todos os estudantes envolvidos (N=28) consideraram este projecto relevante para a aprendizagem das ciências, referindo não só a sua importância para a aquisição de conhecimentos, como para o aumento da compreensão acerca da natureza da ciência. Como consideração final, salientamos a importância do desenvolvimento de actividades baseadas na história da ciência como um veículo promotor da motivação e de uma efectiva aprendizagem das ciências, assim como para a promoção de uma parceria mais estreita entre as escolas e os museus de ciência.

### **Palavras-chave:**

História da Ciência; Ensino da Biologia; Educação em Ciências; Museus de Ciência

## **D. CARLOS DE BRAGANÇA, A KING WHO BECAME A PIONEER OF OCEANOGRAPHY IN PORTUGAL: RESOURCES FOR SCIENCE EDUCATION**

### **ABSTRACT**

The case of D Carlos de Bragança, King of Portugal from 1889 to 1908 and a pioneer oceanographer, is an occasion to explore biological classification, specimen collecting and scientific illustration (biological drawing). The proposed activities help students to develop a deep understanding about the nature and methods of science and an awareness of the complex interactions among science and society. The activities are focused on the work of King D. Carlos, who dedicated himself to the study of Portuguese coastal fauna, and are addressed to Secondary Biology students. They include a pre-visit orientation task, two workshops performed in a science museum (Aquarium Vasco da Gama) and a follow-up learning task. In class, students have to analyse original historical excerpts of the king's work, to discuss and reflect about the nature of science. In the museum, students actively participate in a set of activities related to biological classification and specimen drawing. All students considered the project relevant for science learning, stating that it was important not only for knowledge acquisition but also for the understanding of the nature of science. As a final remark we stress the importance of creating activities informed by the history of science as a foundation to improve motivation, to sustain effective science teaching and meaningful science learning, and as a vehicle to promote a closer partnership between schools and science museums.

### **Keywords:**

History of science; Biology education; Science education; Science museums