

16

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Sofia Nogueira, Ana Torres, Celina Tenreiro-Vieira, Isabel Cabrita, Rui Marques Vieira
DDTE - Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro

1. Contextualização

Com a finalidade de se desenvolver um ambiente de aprendizagem não-formal de Ciências e avaliar o seu impacto na aprendizagem em Ciências de crianças dos primeiros anos de escolaridade, está a ser implementado um projecto que pretende promover a articulação entre aprendizagens não-formais e formais visando melhorar a cultura científica dos seus visitantes. Nesse sentido, procedeu-se à concepção e à instalação de vários dispositivos num espaço aberto da Universidade de Aveiro [UA], mais precisamente no Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa [DDTE] destinados, particularmente, à utilização por crianças dos 4 aos 12 anos de idade e pelos seus acompanhantes (professores e familiares). Este espaço, inaugurado a 5 de Dezembro de 2006 com o nome de *Jardim da Ciência*¹ [JC], é constituído por um conjunto de módulos, agrupados em três circuitos temáticos: *Forças e Movimento*, *Água e Luz*. Existe ainda um espaço de *Jogos e Desafios* e uma área com *Quadros de Expressão*.

A dinamização deste espaço tem sido feita em articulação com a formação inicial, contínua e pós-graduada de professores do 1º Ciclo do Ensino Básico [CEB] que é realizada no DDTE-UA. De modo particular, estão a ser desenvolvidos projectos de investigação ligados a este espaço, no âmbito de formações pós-graduadas de professores. Tais projectos visam promover a articulação entre o JC e a sala de aula através de tarefas que envolvem a exploração de recursos didácticos do primeiro espaço (módulos e *kits* didácticos) e do segundo (computador, entre outros). Nesta comunicação, referem-se propostas didácticas que estão a ser desenvolvidas no âmbito de estudos de doutoramento. Estas propostas consistem em Guiões Didácticos de articulação entre uma visita ao JC e a sala de aula, organizados em tarefas para serem realizadas antes, durante e após a visita. Estas tarefas envolvem situações problemáticas relativas a Ciências com enfoque nas conexões entre a Matemática, a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

2. Desenvolvimento das propostas didácticas

2.1 Linhas orientadoras para o desenvolvimento das propostas didácticas:

1) Articular contextos de educação não-formal e formal

O reconhecimento mundial de que a escola não pode ser a única responsável pela promoção dos níveis de literacia (NSB, 2002), particularmente, dos das literacias científica, tec-

¹ *Jardim da Ciência* (módulos, visitas, contactos, equipa e localização). <http://www2.dte.ua.pt/leduc/jclocal.php> (consultado em 15/12/2007).

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

nológica e matemática, nos quais os alunos portugueses manifestam baixo desempenho (GAVE, 2004; Pinto-Ferreira, Serrão, Padinha, 2007), solicita a procura de respostas eficazes na educação não-formal [ENF] (UNESCO, 2006a) como um dos contributos e, quando possível, nas sinergias entre esta e a educação formal [EF] (UNESCO, 2006b; CEC, 2000).

O investimento na articulação entre EF e ENF que enfatizam as Ciências pode justificar-se por quatro ordens de razões: a) a manifestação do público da insuficiente informação e grande interesse relativamente à Ciência e à Tecnologia (Eurobarometer, 2005; Ribeiro, 2005); b) a ocorrência, frequente, de uma mais célere e actualizada divulgação científica e tecnológica na ENF que na EF; c) o contexto de EF ser obrigatório e, por conseguinte, constituir uma oportunidade para dar a conhecer e sensibilizar os alunos para aprendizagens em contextos de ENF facultativos; d) a natureza das actividades nos contextos de ENF, as quais consistem em situações abertas e pouco estruturadas, mais próximas das situações quotidianas (Chagas, 1993) do que as usualmente mais estruturadas, apresentadas na escola.

Espaços como museus e centros de Ciência têm desenvolvido propostas, fortemente, orientadas para o público em idade escolar. Nos casos da *Casa de las Ciencias*, na Corunha e do *Principia*, em Málaga, entre outras ofertas, disponibilizam Guiões Didácticos que exploram conteúdos relativos a Ciências e, no caso do último, também a Matemática, a serem usados em sala de aula para complementar visitas de estudo. No entanto, Guisasola e Morentin (2005) afirmam que ainda são escassas as propostas didácticas de articulação das visitas escolares com as aprendizagens formais que estão à disposição dos professores de Ciências e de Matemática dos diferentes níveis de escolaridade. Tais autores acrescentam que são poucos os professores que trabalham com os seus alunos os conteúdos dos museus e centros de Ciência, antes e depois dessas visitas, e mesmo entre os que o fazem, muitos delimitam objectivos que passam, principalmente, pela vertente lúdica da Ciência, relegando a importância que tais espaços possuem ao criarem oportunidades de experimentação de fenómenos, de recolha de dados, de validação de hipóteses, de interpretação de evidências, os quais constituem procedimentos próprios da actividade científica.

ii) Conexões entre Ciências e Matemática e entre estas e a Tecnologia através da resolução de problemas socialmente relevantes

A actualidade é marcada pela necessidade de compromissos pessoais, empresariais e nacionais que contribuam para o desenvolvimento sustentável do Planeta. A sensibilização para a Responsabilidade Social nesse sentido passa pela RP socialmente relevantes, para o que podem contribuir conhecimentos e procedimentos relativos às Ciências experimentais, à Matemática e à Tecnologia. Entre estes problemas encontram-se a poluição, a sobre-

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

exploração de recursos naturais, as alterações climáticas, a dependência dos combustíveis fósseis, a perda de biodiversidade, a desertificação, o desequilíbrio na distribuição da água, as conflitualidades regionais e internacionais, a obesidade, a sida.

À luz destes problemas à escala planetária, que também afectam o local, o Currículo Nacional do Ensino Básico [CNEB] recomenda que o aluno, à saída da Educação Básica, seja capaz de “mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano” e de “adoptar estratégias adequadas à RP e à tomada de decisões” (DEB, 2001, p. 15). Para tal, Cachapuz, Sá-Chaves, Paixão, Alonso e Roldão (2004) referem que os cidadãos devem ser capazes de mobilizar conhecimentos, capacidades e atitudes com vista ao encontro de soluções adequadas. A abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), envolvendo a Matemática (DEB, 2001), pode promover tais competências, favorecer o incremento de atitudes mais positivas face à Ciência e à Tecnologia (Bennet, Lubben, Hogarth, 2007) e criar condições para o desenvolvimento do gosto e da curiosidade pela aprendizagem nestes domínios.

Dada a natureza das aprendizagens proporcionadas por espaços de ENF, poderá ser pertinente recorrer a situações problemáticas inspiradas em problemas socialmente relevantes e que potenciem, também, aprendizagens relativas à Matemática. Estas conexões poderão ser conseguidas através de propostas didáticas, em articulação com a EF, nas quais o aluno desempenhe um papel activo no desenvolvimento dos seus conhecimentos, capacidades e atitudes nos domínios das Ciências, da Tecnologia e da Matemática.

2.2. Exemplos de propostas didáticas desenvolvidas

No âmbito da articulação entre salas de aula e o JC, encontram-se em desenvolvimento dois estudos - um centrado nas conexões entre Ciências e Matemática e outro nas potencialidades das TIC para explorar situações de cariz Ciência-Tecnologia-Sociedade [CTS].

No primeiro estudo referido procura-se conceber, produzir e implementar situações de exploração matemática de módulos interactivos de Ciências do JC, destinadas a alunos do 4º ano do 1º CEB. Tais situações enfatizam o desenvolvimento da RP e a comunicação (em) matemática, visando domínios temáticos como Estatística e Probabilidades e Geometria, em contextos de Ciências Físico-Químicas e Naturais.

Para isso, está em desenvolvimento uma colectânea de Guiões intitulada “Visita de Estudo ao Jardim da Ciência”. Esta inclui documentos organizados em díades: o *Guião do Professor* e o *Guião do Aluno*. O *Guião do Professor* destina-se a ser usado pelo docente como recurso para orientar os seus alunos na consecução das tarefas centradas no desenvolvimento de

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

competências matemáticas de RP e de comunicação presentes no *Guião do Aluno*. O *Guião do Aluno* serve para os alunos acompanharem as tarefas aí propostas e registarem as respostas às mesmas. Este documento encontra-se organizado em três momentos relativos à visita de estudo ao JC: "Antes da visita"; "Durante a visita" e "Após a visita". "Antes da visita" e "Após a visita", as tarefas propostas destinam-se a ser realizadas pelos alunos, em sala de aula, orientados pelo professor. "Durante a visita", os alunos exploram situações matemáticas centradas num dado módulo do JC.

A título ilustrativo refere-se o conteúdo do documento "Explorando o Aquário Tropical – Guião do Aluno". Neste documento, estabelecem-se conexões entre Matemática e Ciências (neste caso, mais concretamente Biologia, Química e Física), ao nível de conhecimentos, de capacidades e de atitudes.

Domínios	
Matemática	Ciências
Conhecimentos	
- Desenvolver o conceito de Medida	- Desenvolver o estudo de seres vivos
Capacidades	
- Desenvolver a resolução de problemas	
- Desenvolver a comunicação	
Atitudes	
- Desenvolver a confiança em si próprio	
- Desenvolver a curiosidade e o gosto de aprender	
- Desenvolver hábitos de trabalho e de persistência	
- Desenvolver o espírito de cooperação	

Quadro 1. Conexões entre Matemática e Ciências envolvidas no documento "Explorando o Aquário Tropical – Guião do Aluno"

Tal como referido no Quadro 1, as tarefas propostas em tal documento estão focadas no desenvolvimento de capacidades ligadas à resolução de problemas e à comunicação (em) matemática. São solicitadas capacidades de RP relativas à compreensão de problemas, à concepção e implementação de planos para a sua resolução, à avaliação do trabalho desenvolvido na resolução de cada problema e à comunicação a uma audiência externa do caminho percorrido até à resolução de determinado problema. São ainda solicitadas ca-

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

pacidades de comunicação (em) matemática relacionadas com uma tomada de posição fundamentada, a leitura, interpretação e organização de informação matemática, o uso de linguagem matemática apropriada para expressar ideias matemáticas com rigor, a compreensão e a construção de representações matemáticas adequadas às situações. Cada tarefa pode solicitar uma ou mais capacidades, relativas à resolução de problemas ou à comunicação (em) matemática ou a ambas.

Na exploração do referido documento, os alunos confrontam-se com duas questões problema: i) descoberta do(s) motivo(s) subjacente(s) à morte de um peixe do Aquário Tropical e ii) tomada de decisão em forma de sugestão de compra de peixes para o AT, de uma espécie ou mais, diferente(s) das aí existentes.

Para resolverem ambas as questões, "Antes da Visita", os alunos pesquisarão informação, com recurso às TIC, sobre espécies piscícolas existentes no AT, como por exemplo, acerca de dados sobre factores abióticos (pH, salinidade e temperatura) que condicionam a sobrevivência de peixes tropicais do AT. "Durante a Visita", os alunos descreverão, medirão e estimarão o volume do AT, bem como medirão os valores de factores abióticos com instrumentos adequados (fita de pH, termómetro e densímetro) para averiguar se se encontram adequados às espécies de peixes aí existentes. "Após a Visita", os alunos farão propostas de aquisição de peixes de outra(s) espécie(s), com base em: informação que lhes é facultada acerca de características de algumas espécies de peixes da lista de escolhas a considerar para compra; condições apresentadas para a sua compra que representam constrangimentos à mesma e as condições abióticas medidas no AT e peixes aí residentes. Durante as etapas da visita é essencial incentivar a comunicação entre alunos e entre alunos e responsáveis pela visita, estimulando as capacidades de recolha, de representação e de análise de informação e de argumentação. Torna-se fundamental estimular atitudes favoráveis à Ciência e à Matemática, tais como a preservação de espécies piscícolas marinhas, a curiosidade e o espírito crítico.

Num outro estudo, está também a ser desenvolvido um conjunto de Guiões didácticos (aluno e professor) que aborda actividades de articulação entre os módulos dos *Circuitos da Água e das Forças e Movimento* no JC e a sala de aula. Estes guiões fazem parte de um courseware didáctico de cariz CTS que está a ser desenvolvido para os primeiros anos de escolaridade, entendendo-se courseware como o conjunto de um software educacional e outros recursos didácticos relacionados (Vieira, 1995).

O *software* está organizado por níveis de exploração que se assumem como sendo conjuntos de actividades que partem da exploração de uma situação problemática de um contex-

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

to do dia-a-dia das crianças e as leva a passar por várias situações de aprendizagem passíveis de as capacitar para uma tomada de decisão informada relativamente ao problema inicialmente enunciado. As situações problema terão o seu enfoque temático nas questões energéticas e procurarão a abordagem da dependência dos combustíveis fósseis, das alternativas energéticas renováveis e da importância das medidas de eficiência energética. A título de exemplo, o primeiro nível de exploração, orientado para crianças do 1º CEB, inicia com uma situação em que o aluno é desafiado a propor medidas para diminuir a factura energética de uma família. Nesse sentido, no *software* são propostas várias actividades sobre a produção e a distribuição energética, o papel da Ciência e da Tecnologia nesta matéria, as vantagens e as desvantagens dos vários recursos energéticos que, actualmente, o ser humano possui à sua disposição. No Guião didáctico do aluno, articulado com o *software*, os alunos possuem propostas de realização de actividades práticas investigativas sobre circuitos eléctricos, pilhas e lâmpadas e de uma visita de estudo ao JC com actividades para antes, durante e após a visita.

No caso da exploração dos recursos associados aos *Circuitos da água – Parafuso de Arquimedes, Comporta* e conjunto de Pás Giratórias, os alunos poderão analisar a importância e a evolução destas tecnologias na utilização humana da água com diversos fins. Com a compreensão do funcionamento das *Pás Giratórias* e da *Comporta*, tentar-se-á estabelecer as bases para a compreensão do funcionamento de uma turbina hidráulica numa central hidroeléctrica e do papel das comportas das barragens no controle das cheias nos cursos de água.

3. Considerações finais

Actualmente, vive-se num mundo pleno de desafios e em constante e célere mudança. Neste, a Ciência, a Tecnologia e a Matemática desempenham importantes papéis, tanto na colocação, como na resolução de diversos problemas. O cidadão precisa de estar preparado para enfrentar tais desafios e problemas.

Creemos que uma resposta viável possa consistir na articulação entre a EF e a ENF. Com efeito, os museus de Ciência da actualidade procuram estimular os visitantes a interagirem uns com os outros (*social-on*) e com o objecto do conhecimento (*hands-on/minds-on/hearts-on*). Considera-se que tal possa possibilitar uma aprendizagem activa e significativa, ligada a situações quotidianas, dotando de sentido conteúdos abordados na escola. Aproveitando estas potencialidades, seria interessante, a exemplo do Pavilhão do Conhecimento, que espaços de ENF tomassem iniciativas de formação de docentes fornecendo-lhes

PROPOSTAS DIDÁTICAS NO JARDIM DA CIÊNCIA - POTENCIAR CONEXÕES ENTRE MATEMÁTICA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

instrumentos necessários para potenciar o seu papel enquanto agentes activos e reflexivos nas visitas escolares a estes espaços dando-lhes a conhecer, explorando e discutindo boas práticas de visitas de estudo e de tarefas a serem desenvolvidas em ambiente escolar antes, durante e após as visitas.

Seria relevante que o âmbito de tais propostas didácticas incluisse situações problemáticas e investigativas centradas no desenvolvimento, nos alunos, de competências científicas, tecnológicas e matemáticas e suas conexões, à semelhança da natureza dos problemas reais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bennet, J., Lubben, F., Hogarth, S. (2007). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91, 347-370.
- Cachapuz, A., Sá-Chaves, I., Paixão, F., Alonso, L., Roldão, M. (2004). Saberes básicos de todos os cidadãos no século XXI. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- CEC (2000). A Memorandum on Lifelong learning. Bruxelas: CSWP.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não-formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, vol. III, nº 1.
- DEB (2001). Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais. Lisboa: ME.
- Eurobarometer (2005). Europeans, Science and Technology. <http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf> (consultado em 15/01/2007).
- GAVE (2004). Resultados do estudo Internacional PISA 2003. Lisboa: ME/GAVE.
- Guisasola, J. e Morentin, M. (2005). Museus de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja. *Alambique*, vol. 43, 58-66.
- NSB (2002). Science and technology: public attitudes and public understanding. In *Science and Engineering Indicators*. Washington, DC: U.S. GPO.
- Pinto-Ferreira, C., Serrão, A., Padinha, L. (2007). PISA 2006 – Competências científicas dos alunos portugueses. Lisboa: ME/GAVE.
- Ribeiro, M. (2005). Os Museus e Centros de Ciência como Ambientes de Aprendizagem. Braga: Universidade do Minho. Dissertação de mestrado.
- UNESCO (2006a). Handbook for Literacy and Non-formal Education Facilitators in Africa. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2006b). Synergies between Formal and Non-formal Education: An Overview of Good Practices. Paris: UNESCO.
- Vieira, R. (1995). O desenvolvimento de courseware promotor de capacidades de pensamento crítico. Universidade de Lisboa: DEFC. Dissertação de mestrado não publicada.