

Educació Química

# EduQ

Societat Catalana de Química - Filial de l'Institut d'Estudis Catalans



## Química i sostenibilitat

Desarrollando pensamiento químico en contextos sociales y ambientales

Actualización del currículum en educación química: la importancia de la luz solar en nuestra vida

Química e educação para a sustentabilidade: fundamentos e propostas curriculares para Tímor-Leste

Sostenibilitat i materials: explorant els lligams entre producció d'energia i nous materials

Educació química i ciència de la sostenibilitat. Una nova i potent font de motivació per als estudiants

# Ensino de química entre a sala de aula e o Museu do Papel

L'ensenyament de la química entre l'aula i el Museu del Paper

Chemistry teaching: from the classroom to the Paper Museum

Manuela Ortigão / Escola Secundária Daniel Faria. Baltar (Portugal)

Fátima Paixão / Universidade de Aveiro. Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores / Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior de Educação (Portugal)



45

## resumo

Vivemos num planeta onde os recursos naturais são escassos para a população que nele habita. Os nossos alunos são os adultos de amanhã e cabe-nos a nós uma boa parte da responsabilidade pela educação para o desenvolvimento sustentável. Planificámos, aplicámos e avaliámos uma sequência de ensino sobre a produção do papel a partir das suas matérias-primas. As atividades desenrolaram-se na interação entre a sala de aula e o ambiente não formal do Museu do Papel Terras de Santa Maria (Portugal).

## palavras-chave

Contextos formais e não formais, educação CTS, ensino de química, recursos naturais, desenvolvimento sustentável, museu do papel.

## resum

Vivim en un món on els recursos naturals són escassos per a la gent que l'habita. Els nostres estudiants són els adults del demà i en bona part recau en nosaltres la responsabilitat de la seva educació per al desenvolupament sostenible. Planifiquem, apliquem i avaluem una seqüència d'aprenentatge sobre la producció de paper a partir de les seves matèries primeres. Les activitats es van dur a terme amb interacció entre l'aula i l'entorn no formal del Museu do Papel Terras de Santa Maria (Portugal).

## paraules clau

Contextos formals i no formals, educació CTS, ensenyament de la química, recursos naturals, desenvolupament sostenible, museu del paper.

## abstract

We live in a world where natural resources are scarce for the people living therein. Our pupils are the adults of tomorrow and it is our responsibility for an education for sustainable development. We designed, applied and evaluated a teaching sequence about the paper production from its raw materials. Activities were held in interaction between classroom and non-formal environment of the Museu do Papel Terras de Santa Maria (Portugal).

## keywords

Formal and non-formal contexts, STS education, chemistry teaching, natural resources, sustainability development, paper museum.

## Introdução

Desde tempos remotos que o homem sentiu a necessidade de registar as suas memórias visuais

utilizando para esse fim materiais diversos tais como o papiro ou o pergaminho. A palavra *papel* é originária do latim *papyrus*, nome

dado à planta da família *Ciperaceas*, cujas folhas eram sobrepostas e trabalhadas para serem transformadas num suporte para a

escrita. No início do século passado, o papel era considerado um artigo de luxo, sendo baixa a sua produção. A pasta de celulose, extraída da madeira de pinheiro ou de eucalipto, associada a uma grande evolução tecnológica, fez emergir o conceito de *papel* tal como hoje o conhecemos, produzido em larga escala, a preços acessíveis e de alta qualidade.

No final do século XIX surge em Paços Brandão no concelho de Santa Maria da Feira (Portugal), um espaço manufatureiro de produção do papel folha a folha que se veio a converter numa unidade industrial no início do século XX, mantendo-se em laboração até 1989. Esse espaço foi reconvertido tendo sido aí implementado o Museu do Papel Terras de Santa Maria (fig. 1).



Figura 1. Museu do Papel Terras de Santa Maria.

Neste Museu realizam-se visitas guiadas com o objetivo de divulgar a evolução do processo de fabrico do papel, sendo o visitante conduzido pelas diferentes salas onde se encontram os artefactos e as máquinas utilizadas, nesse mesmo local, durante a sua laboração. Na visita guiada há uma vivência de memórias papeleiras e interiorização de gestos tantas vezes repetidos pelos operários e operárias que ali trabalharam.

O projeto «Gestão sustentável dos recursos» surgiu da necessidade de desenvolvermos uma sequência de aprendizagem sobre recursos naturais e as matérias-primas utilizadas na produção do

papel. O tema «Gestão sustentável dos recursos», direcionado para alunos do 8.º ano (13-14 anos), seria abordado através de uma perspetiva integrada salientando-se os aspetos: história do papel, evolução tecnológica que lhe esteve associada, sustentabilidade na produção industrial do papel e reciclagem. Para tal, foi estruturada uma sequência didática que foi desenvolvida em diferentes contextos, formal (sala de aula) e não formal (Museu do Papel), permitindo criar uma articulação harmoniosa entre as atividades que decorreram nos dois contextos. Com esta estratégia propusemo-nos melhorar o interesse dos nossos alunos pela química e que este viesse a refletir melhorias nos resultados escolares.

O projeto «Gestão sustentável dos recursos» iniciou-se com três questões-chave:

1. Quais as consequências das aplicações científicas e tecnológicas para a Terra na exploração das florestas?
2. Quais as consequências para a Terra da utilização desregulada do recurso natural madeira?
3. Como poderemos contribuir para a sustentabilidade da Terra na utilização deste recurso?

Foram definidos também objetivos centrados no aluno:

1. Compreender a exploração das florestas tendo em conta os seus custos e benefícios na produção industrial do papel.
2. Conhecer os processos de produção do papel artesanal e industrial nos séculos XIX e XX.
3. Reconhecer a necessidade de preservar a biodiversidade na exploração das florestas.
4. Reconhecer a necessidade de fazer a separação de papel e associá-la aos 3R (reduzir, reutilizar, reciclar).

A utilização do Museu do Papel Terras de Santa Maria como

contexto não formal por alunos do 8.º ano não era habitual neste espaço, direcionando-se as atividades para faixas etárias mais baixas. Deste modo, produzimos materiais didáticos em colaboração com a equipa do Museu para que estes pudessem não só ser utilizados pelos nossos alunos, mas também constituir um reforço na oferta educativa deste Museu. Neste momento, os materiais produzidos já se encontram validados pela sua utilização por duas turmas do 8.º ano participantes no projeto e pretendemos continuar a recolher dados relativamente a outras visitas que, entretanto, venham a decorrer. O objetivo do nosso estudo é apresentar a sequência didática desenvolvida no Museu do Papel Terras de Santa Maria no âmbito do projeto «Gestão sustentável dos recursos» e avaliar o seu impacto na aprendizagem de alunos de 8.º ano.

### Contextos formais e não formais

Falar de *educação em contextos não formais* é refletir sobre o mundo que envolve os indivíduos e as suas relações sociais tentando buscar determinados objetivos de educação fora da instituição escolar. Rodrigues e Martins (2005) valorizam os espaços não formais acrescentando ainda um ganho nos níveis afetivo, emotivo, sensorial e cognitivo, da (re)construção do conhecimento.

Quando leva alunos a um museu, a escola proporciona-lhes o contacto com objetos e a vivência de experiências que, em geral, não fazem parte do quotidiano do ensino formal. Graças aos recursos físicos e humanos existentes nos museus, criam-se ambientes em que o aluno experimenta em contexto. Ao viverem estas experiências os alunos apercebem-se das estreitas relações que existem entre a ciência e a tecnologia e das suas

interações com a vida do dia-a-dia e da sociedade. Estas finalidades são sustentadas pela orientação CTS para o ensino das ciências (Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins, 2011; Paixão, Pereira e Cachapuz, 2012). Parece haver algum consenso acerca da motivação dos alunos e do incremento ao nível do desenvolvimento de algumas competências como a comunicação, o espírito crítico e a promoção da literacia científica resultantes da implementação destas estratégias.

Escolher museus como contextos privilegiados de aprendizagem não formal é, segundo Campillo e Guerrero (2011), partir da premissa que é possível utilizar qualquer museu como recurso didático desde que se faça uma planificação e desenho de atividades com propósitos definidos.

Guisasola *et al.* (2005) e Guisasola e Morentin (2007) consideram que a visita a um museu deverá estar integrada numa determinada unidade didática e que os alunos deverão sentir a necessidade de se deslocarem ao museu na procura de respostas a problemas.

Fazer o museu interagir com a escola, direcionando-o para os interesses dos alunos, também nos parece um caminho promissor uma vez que é possível a partilha de experiências educativas entre as equipas do museu e a escola tornando a visita mais ajustada aos objetivos pretendidos.

### **Desenvolvimento do projeto «Gestão sustentável dos recursos»**

Elaboramos um projeto dirigido à entidade gestora do Museu do Papel Terras de Santa Maria, intitulado «Gestão sustentável dos recursos» e que integrava uma deslocação ao Museu de duas turmas, 8.º C e 8.º D, divididas em catorze grupos de três a

quatro elementos, incluindo a visita guiada e a participação numa oficina de reciclagem. Com o projeto, pretendia-se uma adaptação do Museu por forma a proporcionar respostas a questões-problema formuladas, permitindo em simultâneo uma «viagem» pela história do papel acompanhando os artefactos utilizados e uma experiência prática na oficina de reciclagem do papel. Esperava-se assim enfatizar a relação do papel com o consumidor ao longo do tempo, desde a produção artesanal folha a folha até à sua reciclagem.

Tal como Anderson, Lucas e Ginns (2000) e Guisasola e Morentin (2007) defendem, contemplamos três grandes etapas na contextualização da visita de estudo: 1) preparação da visita (pré-visita, na escola); 2) execução da visita (ambiente não formal), e 3) sistematização do conhecimento (pós-visita, na escola). Definimos também questões orientadoras que permitissem conduzir os alunos na procura de respostas às questões que lhes foram sendo colocadas. Desta forma, o contexto não formal (Museu do Papel) surge naturalmente quando se questionam os alunos acerca da produção do papel no século passado. Seguiram-se as orientações propostas por Caamaño (2013) na elaboração da planificação (quadro 1).

#### **Actividade 1. Descobrimo o processo de produção industrial do papel...**

Os alunos já estavam divididos em grupos de três a quatro elementos quando se iniciou a atividade 1 no laboratório de física e química da escola. Foi distribuída a primeira parte de uma ficha de trabalho e confrontados os alunos com a exploração do recurso natural floresta, através das questões-chave

apresentadas no quadro 1. Nessa altura, as respostas a estas questões foram muito vagas centrando-se nos seguintes aspetos: «destruímos as florestas» e «podemos reciclar o papel».

Através da análise de um esquema (fig. 2), os alunos familiarizaram-se com as etapas do processo de fabrico do papel e com os constituintes da madeira (fibras de celulose e lenhina) e, por fim, identificaram todas as etapas de produção do papel num vídeo de cerca de 8 min sobre a fábrica de papel do Grupo Portugal-Soporcel na Figueira da Foz (Patterson, 2011).

Os alunos revelaram interesse pelas atividades, mostraram curiosidade pelo processo de produção industrial de papel e alguma surpresa em relação às enormes quantidades de matéria-prima, água e energia, que são necessárias para a produção do papel a partir da madeira (celulose).

Seguiu-se uma nova questão-problema: «Como se produzia papel antigamente?», questão esta que serviu de mote para fazer surgir a necessidade e importância de visitar o Museu do Papel Terras de Santa Maria. Com uma apresentação em PowerPoint sobre o Museu, identificámos os objetivos da visita guiada e da oficina de reciclagem. Esclarecemos dúvidas e curiosidades acerca das atividades a desenvolver e da sua operacionalização e relembramos os horários a cumprir e outros aspetos logísticos.

No início da implementação do projeto, foi solicitado a cada grupo de alunos a recolha de papel usado numa caixa de cartão que transportariam e entregariam no Museu no dia da visita; informou-se também que deveriam tomar notas relativas às informações transmitidas durante as atividades.

Quadro1. Planificação do projeto «Gestão sustentável dos recursos»

Atividade	Questões orientadoras	Recursos materiais	Gestão temporal	Local
1. Descobrir o processo de produção industrial de papel...	<p><i>Questões chave:</i></p> <p>1. Quais as consequências das aplicações científicas e tecnológicas para a Terra na exploração das florestas?</p> <p>2. Quais as consequências para a Terra da utilização desregrada do recurso natural madeira?</p> <p>3. Como poderemos contribuir para a sustentabilidade da Terra na utilização deste recurso?</p> <p>Como se produz o papel atualmente?</p> <p>Quais as matérias-primas utilizadas na produção do papel?</p> <p>Como se produzia papel antigamente?</p>	Ficha de trabalho, papel, lápis.	30 min	Sala de aula
2. Vamos visitar o Museu...	Quais as matérias-primas utilizadas na produção do papel?	Vídeo sobre a produção industrial do papel, computador, projetor, esquema produção industrial do papel.	15 min	
3. Vamos fazer papel reciclado...	Como se recicla o papel?	Instalações do Museu do Papel, papel, lápis.	60 min	Museu do Papel
4. Vamos responder aos cartões...	Questões dos cartões (figuras)	Papel, água, cola, trituradora, bastidores, bacias.	60 min	
5. O que aprendemos...	<p>Quais as preocupações ambientais que uma indústria papelreira deve ter?</p> <p>Será que as indústrias papelreiras devem ter um papel ativo na prevenção de incêndios?</p>	Cartões do Museu do Papel, folha de respostas, caneta.	15 min	
		Ficha de trabalho, papel, lápis, desdobráveis vídeo	45 min	Sala de aula

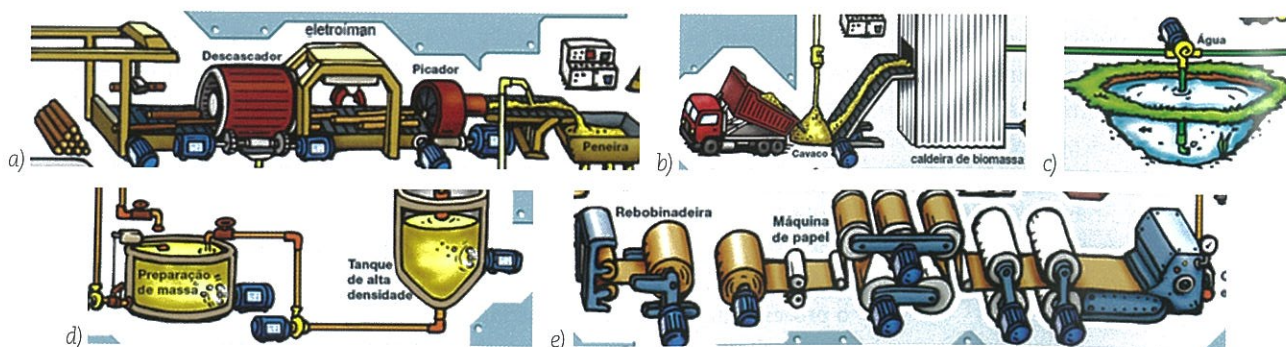


Figura 2. Esquema produção industrial do papel: a) trituração dos troncos de eucalipto; b) cozimento da madeira; c) adição de água; d) preparação da pasta de papel; e) Prensagem e secagem do papel.

### Museu do Papel Terras de Santa Maria

A visita de estudo, com uma duração de cerca de 3 h, compreendeu as seguintes fases: entrega das caixas contendo

papel usado (fig. 3), apresentação e contextualização do Museu (fig. 4), visita guiada e oficina de reciclagem em regime de alternância das duas turmas.

### Actividade 2. Vamos visitar o Museu...

Durante a visita guiada, os alunos aperceberam-se da evolução tecnológica que decorreu desde a produção artesanal do



Figura 3. Transporte das caixas contendo papel usado.



Figura 4. Sessão de apresentação proferida pela equipa educativa do Museu do Papel.

papel folha a folha até à produção industrial durante os séculos XIX e XX, tendo tido a oportunidade de conhecer as máquinas e artefactos que foram sendo utilizados ao longo desse tempo. A importância

de um curso de água próximo das fábricas de papel foi um dos aspectos evidenciados, pela sua utilidade no funcionamento da roda hidráulica e do moinho de galgas.

Os alunos mostraram-se muito interessados e curiosos, interrompendo a monitora com questões sobre as quais tinham dúvidas e/ou fazendo comentários acerca dos artefactos e máquinas visualizados (fig. 5).



Figura 5. Visita guiada.

### Actividade 3. Vamos fazer papel reciclado...

Na oficina de reciclagem do papel foram focados os temas relacionados com a separação de resíduos, a importância da reciclagem na preservação de matérias-primas e a política dos 3R. Os alunos aprenderam a rasgar o papel usado de acordo com o sentido das fibras de celulose e visualizaram a tritura-

do Museu). Esta atividade foi muito participada, tendo alguns alunos pedido para fazer mais do que uma folha de papel reciclado.

### Actividade 4. Vamos responder aos cartões...

Os cartões do Museu do Papel foram construídos em colaboração com a equipa educativa do Museu do Papel Terras de Santa

O cartão 1 diz respeito à produção artesanal do papel e às suas origens e põe em evidência a matéria-prima utilizada, na altura, para a produção do papel: trapos de algodão, linho e cânhamo. Já com o cartão 2 se pretende dar ênfase ao facto de ser necessário utilizar outro recurso natural na produção do papel, a água, e alertar os alunos para a necessidade das fábricas de papel



Figura 6. Oficina de reciclagem.

ção do papel com uma máquina industrial para a produção de pasta de papel. Também analisaram a textura da pasta de papel, a sua cor e a sua consistência e iniciaram a produção de papel folha a folha utilizando o processo artesanal em uso desde o início do século XIX.

Cada aluno produziu a sua folha de papel, prensou-a e colocou-a a secar (fig. 6).

Durante a realização da atividade, os alunos estiveram atentos e interessados, mas também descontraídos, tendo-se promovido um bom ambiente entre todos os intervenientes (professoras, alunos e monitoras

Maria. A elaboração de questões pressupôs um estudo aprofundado sobre a evolução da história do papel e o conhecimento acerca das informações que são transmitidas aos visitantes aquando da visita guiada.

Este conjunto de materiais, constituído por seis cartões onde se integram as diversas fases de produção do papel, contém vinte e quatro questões complementadas por algumas imagens ilustrativas (fig. 7). Estes cartões encontram-se, a partir da visita dos nossos alunos, disponíveis e têm continuado a ser utilizados em visitas de estudo ao Museu do Papel Terras de Santa

serem servidas por cursos de água. Os cartões 3 e 4 são referentes à produção industrial do papel nos séculos XIX e grande parte do XX. Com o cartão 5, pretende-se analisar se os alunos perceberam a utilidade de cada um dos materiais produzidos na antiga unidade fabril que existia no espaço do Museu. O cartão 6 diz respeito à oficina de reciclagem de papel. As três primeiras questões tinham como objetivo avaliar o conhecimento acerca do processo de reciclagem de papel. Com a última questão, pretendia-se que os alunos refletissem acerca da utilização, em larga escala, dos sacos de plástico, apesar de o



### 1- PRODUÇÃO ARTESANAL DO PAPEL- CASA DO ENGENHO

- 1.1. Por quem foi inventado o papel no ano de 105?
- 1.2. Qual a relevância social do papel?
- 1.3. Onde surgiu o primeiro moinho de papel em Portugal e em que século?
- 1.4. Que matéria-prima era utilizada para fazer papel artesanal num moinho de papel?
- 1.5. A quem é que os papeleiros compravam a matéria-prima para fazer papel à mão?



### 2- RODA HIDRÁULICA / RODA DO MAXÃO

- 2.1. Por que motivo é que as fábricas de papel se situavam junto a um rio?
- 2.2. Qual a forma de energia produzida através da roda hidráulica?
- 2.3. De que forma é que essa energia era aproveitada para a produção industrial do papel?
- 2.4. Qual a função da roda do maxão na produção industrial do papel?



### 3- MOINHO DE GALGAS/ CILINDRO

- 3.1. Qual a matéria-prima utilizada no fabrico industrial de papel?
- 3.2. Qual o recurso natural que é adicionado à matéria-prima para que se produza a pasta de papel?
- 3.3. Qual a função do moinho de galgas e do cilindro no processo de fabrico do papel?



### 4- CASA DA MÁQUINA / CASA DO ESPANDE

- 4.1. A fase final da produção industrial do papel na atualidade tem algumas semelhanças com a 1ª figura deste cartão. Quais são as principais diferenças?
- 4.2. Por que motivo o papel secava no último piso da fábrica?
- 4.3. Quem "botava" o papel a secar?
- 4.4. Qual o contributo que a evolução tecnológica na produção industrial do papel teve na sociedade?



### 5- CASA DO LIXADOR /SACARIA

- 5.1. Como se chamava o papel fabricado nesta antiga fábrica?
- 5.2. Quais as utilizações dadas ao papel produzido nesta unidade fabril?
- 5.3. Qual a principal diferença entre o papel artesanal e o industrial?
- 5.4. Indica duas utilizações dos sacos de papel fabricados numa sacaria?



### 6- OFICINA DE RECICLAGEM DE PAPEL

- 6.1. Quais os materiais que foram utilizados na produção de papel na oficina de reciclagem de papel?
- 6.2. Indica duas vantagens da reciclagem do papel?
- 6.3. Indica o significado dos 3 R.
- 6.4. Sabendo que um saco de papel demora apenas 1 mês a decompor-se e que um saco de plástico cerca de 20 anos, como explica a utilização dos segundos em larga escala?

Figura 7. Cartões do Museu do Papel.

tempo de degradação destes ser muito superior ao dos de papel.

Terminadas as atividades, e após uma curta pausa, os grupos reuniram-se no auditório do Museu para darem resposta às questões dos seis cartões e a um questionário de satisfação do Museu do Papel também elaborado para o efeito. Durante esta atividade, os alunos mantiveram-se empolgados a consultar os

seus apontamentos, a trocar ideias sobre as respostas às questões dos cartões.

#### Actividade 5. O que aprendemos...

De regresso à escola, novamente numa aula em regime de desdobramento, foi proposta aos alunos a sistematização de todos os conhecimentos adquiridos sobre a produção do papel. Para esse efeito, entregámos a segunda

parte da ficha de trabalho já iniciada na aula de pré-visita. Os grupos preencheram uma tabela contendo dados sobre a matéria-prima utilizada na produção do papel, os restantes recursos naturais necessários à sua produção, o tipo de resíduos produzidos e as principais diferenças que ocorreram na produção industrial do papel entre os séculos XIX e XX (quadro 2).



Figura 8. Resposta às questões dos cartões do Museu do Papel.

Quadro 2. Quadro preenchido por um dos grupos de alunos sobre a produção industrial do papel

Quais os recursos naturais necessários à produção de papel?	Água, madeira de eucalipto ou pinheiro
Quais as condições necessárias para a implementação de uma unidade industrial de papel num determinado local?	Têm de estar junto aos cursos de água, têm de ter electricidade; perto de uma ETAR; teremo floresta própria de eucalipto.
Quais os resíduos que se produzem na indústria do papel?	licor preto; madeira; e a água fica impura.
Como se procede ao tratamento desses resíduos?	Esse resíduos são usados para a produção de energia eléctrica e vapor a alta pressão.
Refere as principais diferenças que se verificaram após a evolução científica e tecnológica que teve lugar entre o final do séc. XX e a actualidade.	Passou de manufatura para produção industrial; mais produção de papel; mais poluição devido às máquinas.

Foram entregues, a cada aluno, brochuras e desdobráveis<sup>1</sup> sobre a sustentabilidade na produção industrial do papel. Os alunos procuraram informações que lhes permitissem emitir opinião acerca das medidas de sustentabilidade implementadas pela empresa no que diz respeito à preservação da fauna e flora durante o período de maturação dos eucaliptos (cerca de dez anos). Questionados acerca das preocupações ambientais das indústrias papelarias, um dos grupos respondeu:

Devem produzir a sua própria energia a partir da biomassa, repor a floresta com a mesma quantidade de eucaliptos que foi utilizada e preservar a biodiversidade existente na floresta.

Complementou-se esta atividade com um vídeo, com a duração de 3 min e intitulado *A química do fogo* (Rosa, 2011), com o intuito de alertar e questionar os grupos sobre as responsabilidades da indústria papelaria ao nível da proteção de incêndios nas flores-

<sup>1</sup> A empresa Portucel-Soporcel teve a gentileza de enviar para a escola material de divulgação adequado ao tratamento do tema «Sustentabilidade» no 8.º ano a pedido da professora investigadora.

tas. A título de exemplo, apresenta-se uma das respostas obtidas:

- Sim, porque se não preservarem as florestas, correm o risco destas incendiarem, queimando os eucaliptos que são essenciais como matéria-prima para a produção industrial do papel.

Por último, os grupos responderam às três questões-chave. Eis algumas respostas dadas:

Questão 1. Quais as consequências das aplicações científicas e tecnológicas para a Terra na exploração das florestas?

Mais poluição devido às máquinas; destruição das paisagens naturais; máquinas para reciclar como ~~reciclar~~ filtração da água e substância transformada de energia.

Questão 2. Quais as consequências para a Terra da utilização desregrada do recurso natural madeira?

As consequências de utilizar desregradamente os eucaliptos são:  
 - Extinção dos eucaliptos;  
 - destruição de alguns habitats de alguns animais;  
 - Perda de oxigénio e dióxido de carbono para a atmosfera;  
 - Alguns animais, como o leão, fica sem o alimento;

Questão 3. Como poderemos contribuir para a sustentabilidade da Terra na utilização deste recurso?

As livros que temos podemos reutilizar, empresas que não precisamos mais deles, os cadernos não devemos rasgar as folhas, escrever pouco e deixar folha, utilizar o máximo de espaço na folha, reciclar, plantar árvores, etc.

Os cartões do Museu do Papel foram construídos em colaboração com a equipa educativa do Museu do Papel Terras de Santa Maria. A elaboração de questões pressupôs um estudo aprofundado sobre a evolução da história do papel e o conhecimento acerca das informações que são transmitidas aos visitantes aquando da visita guiada

#### Avaliação das atividades

Na análise das respostas dadas às vinte e quatro questões dos cartões, atribuímos 1 ponto a cada resposta correta, 0,5 pontos a respostas incompletas e 0 pontos a respostas erradas ou sem resposta. Estas pontuações foram convertidas em percentagem.

Numa primeira análise aos resultados obtidos, é possível concluir que a turma C obteve pontuações ligeiramente superiores às da turma D, tendo-se obtido médias, respetivamente, de 74,82 % e 70,24 %. Estes resultados permitem-nos corroborar a ideia de que a turma D, com alunos mais desinteressados e desmotivados e que obtêm, normalmente, resultados escolares mais baixos em aprendizagens em ambiente formal, obteve, numa situação de inter-relação entre contexto formal e não formal, resultados idênticos à turma C, composta por alunos habitualmente motivados e interessados. Desta análise, parece-nos legítimo concluir que esta experiência de aprendizagem terá sido do agrado dos alunos e que contribuiu, em ambas as turmas, para a melhoria das aprendizagens.

### Na análise das respostas dadas às vinte e quatro questões dos cartões, atribuímos 1 ponto a cada resposta correta, 0,5 pontos a respostas incompletas e 0 pontos a respostas erradas ou sem resposta

Durante a atividade 4, os alunos mostraram-se sempre muito empolgados a consultar os apontamentos e a trocar ideias sobre as respostas às questões dos cartões. Também na atividade 5, os grupos desenvolveram as atividades propostas e conseguiriam, em muitos casos, dividir tarefas de preenchimento do quadro, exploração das brochuras e desdobráveis e dar resposta às questões-problema orientadoras. O facto de terem trabalhado em grupo promoveu a cooperação entre pares na recolha e análise de informação e o pensamento crítico.

Analisando as respostas do questionário do Museu do Papel, os alunos revelaram maior interesse pelas atividades de índole mais prática e, em ambas as turmas, a oficina de reciclagem (atividade 3) acolheu o maior número de preferências, salientando-se a turma D com 54,2 %. Os alunos justificaram a sua escolha afirmando: «aprendi a fazer papel», «foi divertido e fácil de aprender», foi «interessante», «porque participei e não sabia como se fazia o papel».

A visita guiada ao Museu (atividade 2), incluindo máquinas como a roda hidráulica, o moinho de galgas ou a casa do Espande, também foi do interesse de 20 % dos alunos da turma C e 25 % dos alunos da turma D, o que denota a curiosidade destes pela história do fabrico do papel e pelo funcionamento das máquinas utilizadas. As justificações apresentadas foram as seguintes: «usamos o papel e não sabemos a sua história», «é interessante», «fiquei a saber como funciona a roda hidráulica».

Em relação próprio projeto «Gestão sustentável dos recursos», os alunos referiram:

Gostei da sequência de aprendizagem implementada, pois foi diferente de todas as aulas que tivemos com os outros professores. A visita de estudo ao Museu do Papel foi bastante interessante e foi uma maneira mais divertida de aprender.

O trabalho de grupo, a partilha de informação/opiniões com os outros elementos do grupo e a visita de estudo contribuíram para um maior empenho e interesse da minha parte. Não fiquei com dúvidas, foram atividades divertidas, diferentes, mas também muito eficazes.

A equipa educativa do Museu do Papel Terras de Santa Maria salientou:

Este projeto foi bem estruturado e realizado, fazendo-se assim um balanço muito positivo.

Para o Museu do Papel Terras de Santa Maria, foi uma experiência bastante positiva e nova, uma vez que para esta faixa etária ou ano escolar não tínhamos ainda nenhuma atividade prática, somente visita.

Este projeto pode, no futuro, ser uma mais-valia para os Serviços Educativos do Museu do Papel Terras de Santa Maria.

### Conclusões

O projeto «Gestão sustentável dos recursos», desenvolvido na interação entre o contexto formal da sala de aula e o contexto não formal do Museu do Papel Terras de Santa Maria, foi avaliado muito positivamente por todos os intervenientes no que respeita às suas três fases e aos recursos produzidos para o Museu. A preparação da visita de estudo, na fase de pré-visita, permitiu que os alunos sentissem que a atividade, globalmente, serviria o propósito de dar respostas às questões formuladas na ficha de trabalho (atividade 1). Esta simbiose entre o contexto formal de sala de aula e o não formal do Museu permitiu que os resultados de aprendizagem fossem muito além de aspetos genéricos e de atitudes, habitualmente referidos como as principais aprendizagens proporcionadas pelas visitas de estudo, tal como também sugerem Guisasaola e Morentin (2007) e Oliveira (2013). Esta estratégia também se revelou bastante eficaz na aula de pós-visita (atividade 5), onde, mais uma vez,

## O projeto «Gestão sustentável dos recursos», desenvolvido na interação entre o contexto formal da sala de aula e o contexto não formal do Museu do Papel Terras de Santa Maria, foi avaliado muito positivamente por todos os intervenientes no que respeita às suas três fases e aos recursos produzidos para o Museu

se estabeleceu a ligação com o contexto não formal. Os alunos mostraram-se interessados e motivados e conseguiram mobilizar os conhecimentos adquiridos durante a visita de estudo ao Museu do Papel Terras de Santa Maria. Já os recursos produzidos em parceria com a equipa educativa do Museu (cartões) continuaram a ser usados nas visitas de estudo subsequentes.

Gostaríamos de poder contrapor os nossos resultados com outros que venham a acontecer com diferentes alunos do 8.º ano, através da utilização dos recursos que produzimos e disponibilizamos ao Museu do Papel Terras de Santa Maria. Desta forma, seria também possível ter uma amostragem muito maior, o que permitiria aferir melhor a adequação das questões dos cartões ao nível dos alunos para os quais foram concebidos.

### Referências

ANDERSON, D.; LUCAS, K.; GINNS, I. (2000). «Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities». *Science Education*, vol. 84, núm. 5, p. 658-679.

CAAMAÑO, A. (2013). «Hacer unidades didácticas: una tarea fundamental en la planificación de las clases de ciencias». *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 74, p. 5-11.

CAMPILLO, Y.; GUERRERO, J. (2011). «Los museos: un instrumento para el aprendizaje basado en problemas (ABP)». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 8, núm. 3, p. 312-322.

GUISASOLA, J.; AZCONA, R.; ETXANIZ, M.; MUJICA, E.; MORENTIN, M. (2005). «Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 2, núm. 1, p. 19-32.

GUISASOLA, J.; MORENTIN, M. (2007). «¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones». *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 25, núm. 3, p. 401-414.

OLIVEIRA, M. (2013). *Gestão sustentável dos recursos: CTS em contextos formais/não formais*. Dissertação de mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro. Departamento de Educação.

PAIXÃO, F.; PEREIRA, M.; CACHAPUZ, A. (2012). «Cores e corantes dos bordados de Castelo Branco. Interação e contextos formais e não formais em educação em química». *Educació Química EduQ*, núm. 12, p. 20-28.

PATTERSON, N. (2011). *Como fazer isso – Papel – Em Portugal* [on-line]. <<http://www.youtube.com/watch?v=J4Kq2pg6CKc>>

RODRIGUES, A.; MARTINS, I. (2005). «Ambientes de ensino não formal de ciências: impacte nas práticas de professores do 1.º ciclo do ensino básico». *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, p. 1-6.

ROSA, A. (2011). *A química do fogo* [on-line]. <<http://www.aquimicadascoisas.org/?episodio=a-quimica-do-fogo>>

VIEIRA, R.; TENREIRO-VIEIRA, C.; MARTINS, I. (2011). *A educação em ciências com orientação CTS*. Porto: Areal.



### Manuela Ortigão

É professora do Departamento de Matemáticas e Ciências Experimentais da Escola Secundária de Baltar. Licenciada em Química Analítica e Ensino de Física e Química, e mestre em Didática pela Universidade de Aveiro. Tem coordenado diversos projetos com alunos no âmbito da educação para o desenvolvimento sustentável.

E-mail: [manuelaortigao@ua.pt](mailto:manuelaortigao@ua.pt).



### Fátima Paixão

É professora coordenadora com agregação da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco e membro do Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro. Tem lecionado didática, história e filosofia das ciências e tem orientado prática pedagógica de professores de física e química. Coordena o mestrado em Supervisão e Avaliação Escolar e tem sido consultora de programas e de recursos didáticos do Ministério da Educação. E-mail: [mfpaixao@ipcb.pt](mailto:mfpaixao@ipcb.pt).