

A NATUREZA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA: UM ESTUDO SOBRE AS IDEIAS DOS ALUNOS BASEADO NUM RECURSO DA HISTÓRIA DA QUÍMICA

Margarida Figueiredo

*Departamento de Química da Universidade de Évora e Centro de Investigação em Educação e Psicologia,
Universidade de Évora, Évora, Portugal.*
mtf@uevora.pt

Fátima Paixão

*Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco e Centro de Investigação Didática e Tecnologia
na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.*
mfpaixao@ipcb.pt

Maria do Rosário Rufino

Agrupamento de Escolas nº1 de Abrantes, Abrantes, Portugal.
rosario.rufino@gmail.com

RESUMO: O estudo apresentado refere-se ao ensino e aprendizagem da Natureza da Ciência e da Tecnologia, enquanto componente fulcral da literacia científica. Nesse contexto assume particular importância a implementação de Sequências Didáticas que abordem de forma explícita a interdependência entre Ciência e Tecnologia. O principal objetivo do estudo apresentado é analisar o contributo de um recurso, integrado numa Sequência Didática dessa natureza para a compreensão da interdependência entre a Ciência e a Tecnologia. O estudo foi efetuado com alunos dos Ensinos Básico e Secundário (14-16 anos) e os dados apresentados foram obtidos a partir da análise qualitativa das respostas às questões colocadas aos alunos, após a leitura e análise de um texto que relata um episódio da História da Química.

PALAVRAS CHAVE: Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, Natureza da Ciência e da Tecnologia, Abordagem CTS, Sequência Didática, História da Ciência.

OBJETIVOS: Este estudo enquadra-se na abordagem ao problema educativo do ensino e aprendizagem da Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdCeT) e da sua interdependência. Pretende ser um contributo para melhorar a compreensão desta temática, por parte dos alunos, através da utilização de um recurso de intervenção educativa em contexto de sala de aula.

Com a análise dos resultados obtidos, pretende-se evidenciar o nível de conhecimento dos alunos sobre a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia e validar recursos de intervenção didática que permitam uma abordagem de forma explícita.

QUADRO TEÓRICO

Vivemos hoje numa sociedade grandemente influenciada pela Ciência e pela Tecnologia, que exige aos cidadãos tomadas de posição sobre assuntos relacionados com os progressos científicos e tecnológicos e com o seu impacto social e ambiental. Torna-se fundamental, portanto, que a escola proporcione uma educação científica que contribua para a formação de cidadãos capazes de decidir e atuar de forma consciente e responsável, face à utilização e consequências dos avanços científicos e tecnológicos. Nesta perspetiva, vários estudos apontam para a imprescindibilidade de todos os jovens, independentemente do seu prosseguimento de estudos no Ensino Superior ou da sua escolha de carreiras de base científica e tecnológica, adquirirem e desenvolverem, durante o seu percurso académico global, uma literacia científica básica, de modo a possuírem os conhecimentos sobre Ciência e Tecnologia (CeT) indispensáveis a uma tomada de decisão crítica e fundamentada (DeBoer, 2000; Norris & Phillips, 2002; Vieira, 2007).

A literacia científica tornou-se um dos objetivos prioritários da educação científica para todos e pressupõe uma abordagem da Ciência em contextos úteis, reais e culturais. Para concretizar esse objetivo, tem sido defendida uma nova orientação para o ensino das ciências, denominada CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), mais focada no aluno e nas suas vivências e que permita compreender melhor a importância da Ciência e da Tecnologia, em contexto, abordando as relações mútuas entre os desenvolvimentos científicos, tecnológicos e sociais (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2001).

Os currículos dos Ensinos Básico e Secundário em Portugal estiveram oficialmente orientados nesse sentido. Podem ler-se, nessas orientações curriculares, relativas às Ciências Físico-Químicas para o 3º Ciclo, recomendações para desenvolver os temas organizadores da disciplina através de duas questões de partida, uma de abordagem mais geral, que envolve a NdCeT, e outra, de abordagem mais específica, que diz respeito aos conteúdos (DEB, 2001). Nos Programas, ainda em vigor, do ensino secundário, estão igualmente presentes sugestões para uma abordagem CTS, que promova a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre elas e das suas implicações na sociedade (DES, 2001, 2003)

Apesar destas orientações constarem dos currículos, os resultados dos alunos portugueses, ao nível da literacia científica no estudo internacional PISA (Programme for International Student Assessment), ficavam muito abaixo da média, relativamente a outros países da OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) (Pinto-Ferreira, Serrão, & Padinha, 2006), tendo, na última Avaliação do Programa, alcançado muito melhor posição, interpretada como fruto das Orientações Curriculares que vigoraram entre 2001 e 2014. Neste contexto de alterações, torna-se importante a realização de outros estudos que permitam identificar quais as conceções erróneas de estudantes e professores e quais as metodologias adequadas para desenvolver visões mais plausíveis e epistemologicamente melhor sustentadas acerca da NdCeT.

Alguns professores e investigadores consideram possível desenvolver visões adequadas da NdCeT, incorporando-as de forma implícita no ensino, recorrendo, nomeadamente a atividades experimentais e investigativas. No entanto, são também em grande número os que defendem que é necessário um ensino explícito desta temática e que consideram a História das Ciências (HC) um recurso importante, pois fornece um número variado de situações que ilustram as interações entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Oki & Moradillo, 2008). Na senda da aprendizagem da NdCeT de forma explícita, assume-se a incorporação de um discurso histórico contemporâneo que considere o momento social, cultural e político mas também as ideias da construção de um conceito ou de uma teoria, envolta em debates, dúvidas e conjeturas de uma época (Marques, 2015). A contextualização histórica, ao situar o processo de produção de conhecimento proporciona uma visão coerente da NdCeT, rompendo com dogmatismos persistentes.

METODOLOGIA

Neste estudo utilizou-se como recurso didático o texto “E fez-se água!”, incluído na Sequência Didática (SD) intitulada “ Existe dependência entre a Ciência e a Tecnologia? E fez-se água! (Paixão & Figueiredo, 2014). Esta SD foi desenvolvida no âmbito do projeto EANCYT (*Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia Y Tecnología: Una investigación experimental y longitudinal*). Este Projeto tem como objetivo melhorar a compreensão da NdCeT de alunos e professores de todos os níveis de ensino, através de instrumentos de intervenção educativa e de avaliação, concebidos e implementados em diferentes contextos.

Durante a implementação da SD foi realizada a leitura e análise do texto atrás referido, obtido por tradução e adaptação do *Traité Elementaire de Chimie in Ouvres de Lavoisier, 1864, Paris: Imprimerie Impériale*, (pp 354 a 357). Neste texto encontra-se a descrição do processo de síntese da água a partir do hidrogénio e do oxigénio gasosos, do aparelho utilizado e dos obstáculos que tiveram que ser ultrapassados por Lavoisier e seus colaboradores para concretizar a experiência.

Uma vez que os alunos demonstraram grandes dificuldades na interpretação do texto, ele foi lido e analisado em conjunto, tendo, no entanto, as respostas às quatro questões da atividade sido realizadas individualmente.

RESULTADOS

Os resultados que aqui se apresentam são os obtidos a partir da análise das respostas dadas pelos alunos, individualmente e por escrito, às quatro questões alusivas ao texto “E fez-se água!”

1. Quais as principais conclusões da experiência realizada e descrita por Lavoisier e Meusnier?
2. O aparelho usado para a síntese da água é muito sofisticado para a época. Evidencia alguns aspectos que o representem.
3. Que problemas tiveram que ser resolvidos para concretizar o teste experimental que evidencia a composição da água?
4. Explicita aspectos do texto que clarifiquem a relação entre a ciência e a tecnologia.

Com o objetivo de avaliar a compreensão do tema desenvolvido por parte dos alunos e encontrar regularidades, foram definidos itens de análise das respostas a cada uma das questões. Foram contabilizados quantos itens eram referidos e foram identificados os mais citados pelos alunos.

Os resultados encontram-se organizados por ano de escolaridade, e são apresentados e discutidos de seguida.

Análise das respostas individuais às questões alusivas ao texto “E fez-se água!”

Para a questão 1 foram definidos três itens de análise:

1. É possível produzir água a partir dos reagentes hidrogénio e oxigénio no estado gasoso.
2. Estequiometria da reação.
3. Condições ideais para realização da experiência.

Pela análise da Tabela 1 pode verificar-se que a maioria dos alunos (56%) inclui na sua resposta apenas um dos itens de análise definidos, sendo que só na turma de 11.º ano existiram alunos que referiram os três itens.

Tabela 1.
Número de itens incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 1

Ano de escolaridade	Alunos que incluem 0 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 1 item na sua resposta (%)	Alunos que incluem 2 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 3 itens na sua resposta (%)
8º ano	29	59	12	0
9º ano	10	70	20	0
10º ano	6	56	38	0
11º ano	0	18	27	55
Total	16	56	21	7

Todos os alunos a frequentar o 11º ano incluíram na sua resposta pelo menos um dos itens, enquanto no grupo de alunos a frequentar o 3º Ciclo do ensino básico, 12 dos 54 que participaram neste estudo não incluíram, na sua resposta, nenhum dos itens de análise.

O item mais referido foi “é possível produzir água a partir de oxigénio e hidrogénio”. Esta reação é muitas vezes referida nas aulas de Ciências Físico-Químicas, sendo comum a realização da atividade demonstrativa da eletrólise da água, o que provavelmente facilitou a resposta dos alunos. Por outro lado, os itens de análise “estequiometria da reação” e “condições ideais para a realização da experiência” estão relacionados com domínios como o controlo de variáveis ou a otimização de processos, que são mais trabalhados no ensino secundário do que no ensino básico, o que justifica que estes tópicos tenham sido incluídos apenas nas respostas dos alunos a frequentar o ensino secundário

No que respeita à questão 2 os itens de análise definidos foram os seguintes:

1. Controlo de entrada dos reagentes.
2. Mecanismo para iniciar a combustão.
3. Possibilidade de criar vazão.

Nas respostas a esta questão a maioria dos alunos (49%) refere apenas um dos três itens de análise definidos e 26% não responde ou responde erradamente, como consta da Tabela 2. O recurso à HC para abordagem de temas que envolvam a CeT não é muito comum, pelo que a maioria mostrou dificuldades em contextualizar a experiência descrita, na época em que foi realizada, não tendo reconhecido a sofisticação do aparelho utilizado.

Tabela 2.
Número de itens incluídos nas respostas individuais dos alunos à questão 2

Ano de escolaridade	Alunos que incluem 0 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 1 item na sua resposta (%)	Alunos que incluem 2 itens na sua resposta (%)	Alunos que incluem 3 itens na sua resposta (%)
8º ano	38	47	12	3
9º ano	20	60	15	5
10º ano	19	56	19	6
11º ano	9	27	36	27
Total	26	49	17	8

A análise das respostas à questão 3 foi feita verificando se as respostas estavam corretas ou incorretas. Esta foi a questão em que os alunos mostraram menos dificuldades e a maioria (69%) responde corretamente, como se encontra representado na Tabela 3.

Tabela 3.
 Percentagem de respostas individuais, corretas e incorretas, à questão 3

Ano de escolaridade	Alunos que respondem de forma correta (%)	Alunos que respondem de forma incorreta (%)	Alunos que não respondem (%)
8º ano	70	18	12
9º ano	65	10	25
10º ano	63	37	0
11º ano	82	9	9
Total	69	19	12

As respostas à questão 4 foram analisadas identificando a presença dos seguintes itens:

1. O aluno distingue Ciência de Tecnologia.
2. O aluno reconhece a interdependência entre CeT.

A questão 4 foi considerada pelos alunos como a mais difícil. Como se verifica pela análise da Tabela 4 a maioria dos alunos (57%), ou não responde (37%) ou dá uma resposta incorreta (20%).

Tabela 4.
 Itens de análise incluídos nas respostas à questão 4

Ano de escolaridade	Alunos que distinguem C e T (%)	Alunos que reconhecem a interdependência entre C e T (%)	Alunos que apenas reconhecem que a Tecnologia depende da Ciência (%)	Alunos que apenas reconhecem que a Ciência depende da Tecnologia (%)	Alunos que não respondem (%)	Alunos que respondem de forma incorreta (%)
8º ano	41	18	0	6	21	32
9º ano	20	10	5	5	60	15
10º ano	25	0	6	0	63	6
11º ano	64	0	0	18	9	9
Total	36	10	3	6	37	20

A maior parte dos alunos cuja resposta foi considerada incorreta, transcreve do texto o primeiro parágrafo, o que mostra que estes não compreenderam a questão colocada, não reconhecendo o significado da expressão “explicita aspetos do texto”. Este facto mostra a dificuldade na compreensão da linguagem e interpretação das questões formuladas.

CONCLUSÕES

Na tentativa de compreender em que medida o objetivo do estudo foi atingido, analisámos os resultados obtidos a partir das respostas dos alunos às questões emergentes do recurso histórico e representados nas Tabelas 1 a 4, organizados por ano de escolaridade (cf. RESULTADOS). Conclui-se que há substanciais diferenças entre a percentagem de alunos que incluem 0, 1, 2 ou 3 ítems nas suas respostas, variando, também, com o ano de escolaridade.

Evidencia-se, também, que, dos itens definidos para cada uma das quatro questões relativas à compreensão das interrelações entre C e T, os alunos (14-17 anos) evidenciaram alguma compreensão do texto tendo, na maioria, incluído algum ítem. Efetivamente, sobressai a inclusão de 1 ou 2 ítems nas respostas às questões 1 e 2 (as mais factuais). Na questão 3, que requeria identificação de problemas

que tiveram de ser resolvidos para concretizar o teste experimental que evidencia a composição da água, a maioria dos alunos respondeu de forma correta (a partir do texto), embora uma percentagem expressiva tenha respondido incorretamente ou não tenha respondido.

Por fim, a resposta à questão 4 (que solicita a explicitação de aspetos do texto que clarifiquem a relação entre C e T) foi aquela em que a maioria dos alunos respondeu incorretamente ou não respondeu. De realçar, ainda, que, do 8º ao 11º anos de escolaridade, oscila a percentagem de alunos que distinguem C e T, enquanto que é decrescente a percentagem de alunos que reconhece a interdependência entre C e T, sendo zero nos 10 e 11º anos de escolaridade.

Em consonância com autores referidos no quadro teórico (Vieira, 2007; Oki & Moradillo, 2015; Marques 2015), este estudo mostra que é necessário repensar as práticas letivas no ensino das ciências, contemplando um ensino explícito da NdCeT, privilegiando uma abordagem CTS e desenvolvendo atividades que promovam a reflexão sobre aspetos da Ciência e da Tecnologia e não apenas o ensino de conceitos científicos e tecnológicos, muitas vezes descontextualizados, que podem favorecer ideias inadequadas sobre a NdCeT.

É importante avaliar os materiais didáticos utilizados em sala de aula, nomeadamente os manuais escolares, que constituem o principal objeto de trabalho dos estudantes, adotando recursos históricos, provenientes de fontes primárias ou, então, de fontes secundárias fidedignas com uma visão epistemológica contemporânea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F., & LEDERMAN, N. G. (2000). The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 10, 1057- 1095.
- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, Á., & MANASSERO, M. A. (2001). *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. Retrieved setembro, 2012, from <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>
- DEBOER, G. (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, 6, 582-601.
- DEB. (2001). *Orientações Curriculares do Ensino Básico. 3º Ciclo. Ciências Físicas e Naturais*. Retrieved from <http://www.dgicd.min-edu.pt/ensinobasico/index.php?s=directorio&pid=51>.
- DES. (2001). *Programa de Física e Química A, 10º ano*. Retrieved from http://www.dgicd.min-edu.pt/data/ensinosecundario/Programas/fisica_quimica_a_10.pdf.
- (2003). *Programa de Física e Química A, 11º ano*. Retrieved from http://www.dgicd.min-edu.pt/data/ensinosecundario/Programas/fisica_quimica_a_11.pdf.
- MARQUES, D. M. (2015). Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência, *História da Ciência e Ensino. Construindo Interfaces*, 11, 1-17
- NORRIS, S., & PHILLIPS, L. (2002). How Literacy in its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- OKI, E. F. & MORADILLO, M. C. M. (2008). O ensino de História da Química: Contribuindo para a compreensão da Natureza da Ciência, *Ciência & Educação*, 14, 1, 67-88
- PAIXÃO, F. & FIGUEIREDO, M. (2014). ¿Existe dependencia entre la Ciencia y la Tecnología? ¿Y no había agua! In Ángel Vázquez Alonso, María Antonia Manassero Mas & Antoni Bennassar Roig (Comp.), *Secuencias de Enseñanza - Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología*, Palma de Mallorca: UIB.

- PINTO-FERREIRA, C., SERRÃO, A., & PADINHA, L. (2006). PISA 2006-Competências Científicas dos Alunos Portugueses. http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=33&fileName=relatorio_nacional_pisa_2006.pdf
- VÁZQUEZ, Á., & ROMERO, M. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 85-99.
- VIEIRA, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciências. Dois objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10, 97-108.

