
**Ricardo Lopes Coelho, Cláudia Faria,
Bianor Valente, Paulo Maurício**

**History and Philosophy of Science
and Science Teaching Proceedings**

Lisbon 2019

Shaker Verlag

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at
<http://dnb.d-nb.de>.

Copyright Shaker Verlag 2020

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a
retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic,
mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission
of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7443-7

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren
Phone: 0049/2421/99011-0 • Telefax: 0049/2421/99011-9
Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	5
INTRODUCTION	15
PORQUÊ FALAR EM HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS?	
<i>FENG SHUI: PHILOSOPHICAL APPRAISAL AND EDUCATIONAL OPPORTUNITY,</i> Michael Matthews	26
<i>NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E A PRÁTICA ORIENTADA PARA A PROMOÇÃO DA LITERACIA CIENTÍFICA,</i> Cláudia Faria, Isabel Chagas, Bianor Valente, António Almeida	41
<i>REPENSAR A UTILIZAÇÃO DIDÁTICA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM FUNÇÃO DE ALGUMAS PROBLEMATICAS CONTEMPORÂNEAS: ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS,</i> Filomena Amador	62
<i>O CONCEITO DE ENERGIA: METÁFORAS E EXPERIÊNCIAS,</i> Ricardo Lopes Coelho	73
<i>EXEMPLOS DO USO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA,</i> Paulo de Faria Borges	88
<i>A OBSERVAÇÃO E A EXPERIÊNCIA COM ANIMAIS: TRANSFORMAÇÕES DO OLHAR SOBRE A SERPENTE DA ANTIGUIDADE AO PERÍODO MODERNO,</i> Giuliana Carrieri, Maria Elice Prestes	99
<i>DO WE NEED HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION? AND IF WE DO, WHAT KIND?,</i> Igal Galili	116
ANÁLISE CRÍTICA DE MANUAIS ESCOLARES E UNIVERSITÁRIOS	
<i>HISTÓRIA DA CIÊNCIA NOS MANUAIS DE CIÊNCIAS NATURAIS DO 2º CICLO DO ENSINO BÁSICO E FÍSICA E QUÍMICA DO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO,</i> Paulo Maurício, Mónica Baptista, Bianor Valente, Isabel Chagas, Cláudio Faria, Filomena Amador, Edite Bolacha, Ricardo Lopes Coelho	135
<i>O DESAPARECIMENTO DAS REFERÊNCIAS E DAS NOTAS DE RODAPÉ NOS LIVROS-TEXTO DE MECÂNICA PUBLICADOS NO BRASIL,</i> Paulo Celso de Carvalho	161
PROPOSTAS DIDÁTICAS ORIENTADAS PARA O CURRÍCULO PORTUGUÊS	
<i>O APRIMORAMENTO DO MICROSCÓPIO ÓPTICO NO SÉCULO XVII E SEUS DESDOBRAMENTOS CIENTÍFICOS,</i> Abigail Vital, Mary Anne Marques, Priscila do Amaral	171
<i>AS OBSERVAÇÕES DE GALILEU GALILEI,</i> Thiago Peron	181
<i>CONTROVÉRSIAS SOBRE O ESTUDO DAS REAÇÕES QUÍMICAS NO SÉCULO XVIII,</i> Tânia Camel, Cristiano Moura	197
<i>UM EPISÓDIO HISTÓRICO SOBRE OS MODELOS ATÔMICOS PLANETÁRIOS: ERNEST RUTHERFORD E HANTARO NAGAOKA,</i> Cristiano Moura, Tânia Camel	212
<i>GALILEU E A LEI DA INÉRCIA,</i> Thiago Peron	229
<i>A CAMINHO DA FÍSICA QUÂNTICA,</i> Andreia Guerra, Hermann Schiffer, Thiago Peron, Wagner Jardim	240

ANÁLISE CRÍTICA DE MANUAIS ESCOLARES E UNIVERSITÁRIOS

História da Ciência nos Manuais de Ciências Naturais do 2º Ciclo do Ensino Básico e Física e Química do 3º Ciclo do Ensino Básico

Paulo Maurício^{1,2}, Mónica Baptista², Bianor Valente^{1,2}, Isabel Chagas²
Cláudia Faria², Filomena Amador³, Edite Bolacha⁴, Ricardo Lopes Coelho⁵

¹Escola Superior de Educação de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.

²UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

³Universidade Aberta e Centro de Investigação em Didática Tecnologia e
Formação de Formadores, Universidade de Aveiro.

⁴Ministério da Educação

⁵Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

Introdução

Desde há vários anos, a investigação em didática da ciência faz uso da História da Ciência (HC) com o objetivo de promover um melhor ensino e aprendizagem da Natureza da Ciência (NC), melhorar as atitudes dos estudantes para com a Ciência, auxiliar na mudança conceitual e promover uma mais profunda compreensão das ideias científicas (Allchin, 2013; Matthews, 2015).

Convidado para contribuir para o "Projeto Física", Holton (1998) desenvolveu uma abordagem didática integrando a visão de acordo com a qual "historicamente, quase todas as descobertas fundamentais ou leis na ciência desenvolveram-se (...) como parte de uma constelação e redes interdisciplinares." (p. 295) Ou seja, o desenvolvimento de uma qualquer lei, conceito ou teoria, teve, em algum momento da sua construção, influências de outras áreas do conhecimento e da atividade humanas. Isidor I. Rabi, então um físico na Universidade de Columbia, convidado por Gerald Holton para liderar o comité consultivo do "Projeto Física" detinha a seguinte visão da ciência:

A Ciência é uma aventura de toda a humanidade para aprender a viver e talvez amar o universo no qual se encontra. Ser parte desse empreendimento é compreender, compreender-se a si mesma, começar a sentir que existe uma capacidade inerente à humanidade - muito para lá do que ela sente que tem - de uma extensão infinita das possibilidades humanas... Proponho que a ciência seja ensinada, em qualquer nível, do mais baixo ao mais elevado, de um modo humanista. Deve ser ensinada com uma determinada compreensão histórica, com uma certa compreensão filosófica, com uma compreensão social e humana, no sentido biográfico, da natureza das pessoas que fazem

esta construção, os seus triunfos, tentativas e adversidades. (Holton, 2003, p. 615)

Holton (1998) desenvolveu esta abordagem procurando, com ela, aumentar o interesse na ciência em estudantes com interesses diversos. Como escreveu:

Alguns [estudantes] estão interessados nas ciências sociais, nas humanidades e nas artes, na tecnologia, em 'ainda em nada em concreto', em aprendizagem verbal mais do que instrumental, etc. Alguns podem apreciar trabalhar em laboratórios, mas têm pouca capacidade de verbalização e de escrever as coisas de modo claro. (p. 292)

Além deste fator que podemos designar como motivacional, para envolver os estudantes na aprendizagem de ciências, a visão de Holton (2014) pretendia que os estudantes que frequentassem um curso do "Projeto Física" aprenderiam "não apenas que F é igual a ma , mas também que a ciência é uma parte fascinante da cultura humana" (p. 1876).

Matthews (2015) denomina esta abordagem ao ensino das ciências, já antes articulada, entre outros, por Ernst Mach, James Conant, Joseph Schwab e Gerald Holton, como liberal. De acordo com Matthews (2015) esta abordagem assenta na "convicção de que a aprendizagem da ciência (suas teorias, afirmações de conhecimento, metodologias e métodos) necessita de ser acompanhada pela aprendizagem sobre ciência (a sua ligação com a cultura, comércio, tecnologia, matemática, filosofia, mundovisões e religião)" (p. 750). Assim, na abordagem liberal ou humanista ao ensino e aprendizagem das ciências, conhecer sobre ciência tem um estatuto equivalente a ensinar e aprender as leis, conceitos, teorias ou metodologias científicas.

A História da Ciência no Ensino: Investigação Normativa

Em 1987 dá-se a formação do grupo *International History, Philosophy, and Science Teaching* (IHPST) que tem, 2 anos depois, a sua primeira conferência bianual em Talahassee, Flórida. Três anos após esta conferência, em 1992, tem início a publicação da *Science & Education*, revista supervisionada pelo grupo. Esta cronologia esconde que estes desenvolvimentos foram resultados, em parte significativa, de felizes acasos e coincidências, fruto dos quais temos hoje uma vasta literatura sobre o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) na educação em ciências (Matthews, 2015).

De facto, em 2014 é editado o *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*, com 75 capítulos e 125 autores de 30 países. Esta abrangência e profundidade é uma evidência do trabalho realizado neste período. Para além das conferências bianuais, o grupo

IHPST tem promovido conferências regionais, tendo a primeira conferência regional na Europa tido lugar em 2016, em Flensburg, Alemanha.

Resultados da Investigação normativa

Após esta brevíssima abordagem ao quadro institucional e académico que enquadra o essencial da produção científica em HFC e Educação em Ciências, introduzimos os principais resultados normativos da investigação nesta área (Matthews, 2015):

- A HC tem um valor intrínseco.
- A HC promove uma melhor compreensão dos conceitos e processos científicos.
- A HC permite a realização de conexões dentro de tópicos curriculares, por um lado, e entre áreas disciplinares diversas, por outro.
- A HC humaniza o conhecimento de conteúdo.
- Uma abordagem histórica pode revelar paralelismos entre o desenvolvimento cognitivo e o desenvolvimento científico ajudando no processo de desenho curricular.
- A HC contribui para a compreensão da Natureza da Ciência.

A HC tem um valor intrínseco. A ausência, nos cursos de História, de referências substanciais a resultados científicos, matemáticos e tecnológicos e sua interligação com os aspetos sociais, políticos e económicos do desenvolvimento histórico geral é uma omissão com consequências relevantes na educação geral dos estudantes. De entre os variadíssimos conteúdos de carácter iminentemente interdisciplinar referimos: a Revolução Francesa com a criação de instituições científicas que promoveram a "ciência francesa"; as questões económicas da Revolução Industrial que tiveram ligação direta com desenvolvimentos tecnológicos e científicos; a ligação entre o Iluminismo e os seus princípios e a ciência moderna que de acordo com alguns autores é uma relação umbilical (Matthews, 2015); o papel duplo da Igreja Católica no desenvolvimento da ciência (Brooke, 2005; Grant, 1996; Romeira, 2015); o desenvolvimento de métodos e instrumentos de medida e regulação de fenómenos naturais (tempo, distância) e sociais (festividades religiosas e os calendários); o papel de Reis e Príncipes no desenvolvimento do mecenato e consequência diretas na atividade científica (Biagioli, 2005).

Longe de esgotar as possibilidades que um ensino da História que integrasse a HC como um conteúdo com estatuto equivalente à História social, esta listagem apenas pretende chamar a atenção para a existência do problema: a HC não tem merecido, até à data, uma posição na educação correspondente à sua relevância.

A HC promove uma melhor compreensão dos conceitos e processos

científicos. Uma aprendizagem que seja duradoura e capte os conceitos, leis e teorias no seu devir, é necessariamente uma compreensão histórica (Galili, 2012, pp. 1293, 1294). O desenraizamento de conceitos, leis ou teorias do seu desenvolvimento histórico e a sua apresentação ahistórica fomenta uma aprendizagem por memorização. Ao contrário, a elaboração de uma rede que integre esses resultados científicos no seu desenvolvimento histórico, permite atribuir-lhes significado para além da forma aparente que assumem num determinado momento. Além do mais, como salienta Galili (2012):

A controvérsia no conhecimento científico (representado pelo conhecimento "errado") é um aspeto essencial da atividade científica na qual o conhecimento é produzido. A controvérsia distingue o conhecimento científico de muitos outros. A introdução do debate histórico no ensino transforma-o de uma transmissão de um dogma na realização de uma escolha consciente e justificada. A controvérsia cria uma adequada e autêntica imagem da ciência. Portanto, apresentar uma controvérsia em ciência concede maturidade ao conhecimento do estudante. (p. 1293)¹

E isto é assim, pois, continuando a seguir Galili (2012, p. 1294), "O processo de aprendizagem é diferente de carregar um computador com informação: ele pressupõe uma construção e reconstrução cognitiva através de *comparação entre as possibilidades*" (ênfase no original).

Para que esta "comparação entre possibilidades" produza uma ressonância cognitiva, conceito que Galili prefere ao conflito cognitivo, usado por outros autores (e.g., Duit & Treagust, 2003; Hewson & Hewson, 1984) o uso de HC em educação não pode ser apenas uma elaboração em torno de conteúdos considerados, atualmente, corretos pela ciência (ainda que também o deva ser): Lei de Arquimedes da flutuação, história do microscópio ou telescópio, a medida do raio da Terra por Eratóstenes só para referir alguns exemplos.

De facto, no ensino e aprendizagem da ciência devemos considerar o conhecimento refutado pela ciência: as ideias da mecânica aristotélica, a teoria pitagórica da visão ou a teoria de ibn al-Haytham, a teoria do ímpeto da física medieval ou a teoria do calórico, que pertencem às periferias dos conhecimentos científicos atuais, colocando assim desafios ao conhecimento correntemente aceite (Galili, 2012).

Estas teorias que hoje não são aceites, entram em diálogo com as teorias atualmente aceites e, no ensino e aprendizagem da ciência são suscetíveis de provocar a ressonância cognitiva ou a mudança conceitual, dada a semelhança entre as concepções prévias dos estudantes e concepções científicas ultrapassadas que essas teorias evidenciam (Galili, 2012, pp. 1292-1294).

El-Hani et al. (2014), trabalhando a evolução histórica do conceito

¹A referência de Galili a conhecimento "errado" (entre aspas no original), diz respeito a conhecimento científico ultrapassado.

de gene e como ele é apropriado em livros de texto do ensino pré-universitário no Brasil, chega à conclusão de que:

Usando a grande maioria destes manuais, os estudantes e professores não obtêm nem um vislumbre das atuais discussões sobre genes. Alguns podem pensar que é demasiado exigir que a educação em ciências considere os recentes desenvolvimentos [deste assunto] ao nível do ensino secundário. No entanto, para a maioria dos estudantes, esta pode ser a última oportunidade para aprenderem sobre genes e a sua função e, assim, construir uma posição crítica em relação à discussão dos genes em questões sócio-científicas, desde a segurança de organismos geneticamente modificados ao uso de testes genéticos na sociedade. (p. 496)

Seguindo o trabalho de El-Hani (2014), verificamos que o desconhecimento, pelos estudantes, dos limites de validade em que os vários modelos para os genes foram construídos levam a que os usem indistintamente.

A HC permite a realização de conexões dentro de tópicos curriculares, por um lado, e entre áreas disciplinares diversas, por outro. A HC permite a integração de outras disciplinas e áreas académicas no estudo de determinado tópico em ciências. Esta visão é a "espinha dorsal" de uma educação liberal. De acordo com Osborne e Dillon (2008), uma visão Europeia da educação, se existe,

consiste na visão liberal segundo a qual deve servir os propósitos de oferecer aos jovens o melhor que vale a pena conhecer. Em muitos países Nórdicos existe a noção complexa de *bildung* a qual expressa que a educação deve desenvolver o potencial de cada indivíduo. (p. 15)

A ciência desenvolveu-se em conjunto com a matemática, a filosofia, tecnologia, comércio, arte e literatura. Não explicitar estas relações na educação em ciências é não dar a conhecer aos estudantes que a compartimentalização disciplinar é útil para o ensino, mas comporta uma amputação do real desenvolvimento do conhecimento.

A HC humaniza o conhecimento de conteúdo. Questões sócio-científicas como o uso militar da energia nuclear, os resultados de acidentes em centrais nucleares, a poluição marítima e morte de peixes e mamíferos devido aos plásticos ou o uso de dispositivos *high-tech* pelos militares levam a que muitos estudantes, em alguma altura da sua vida, repudiem a ciência. Algum conhecimento histórico pode suavizar e até inverter este processo. Conhecer aspetos da vida atribulada de cientistas e da sua relação com os poderes políticos e militares poderá levar a que aspetos negativos da ciência e tecnologia possam ser contextualizados e, assim, relativizados. Não será por acaso que biografias de muitos cientistas se tornaram *best-sellers* e que um tema aparentemente árido que não

passava das portas da academia, o problema da longitude, foi tratado e transformado por Dava Sobel, uma jornalista, no assunto central de um dos seus *best-sellers*. Que a história da ciência possa ser trazida ao grande público, com proveito para este e sem distorções de maior, é uma indicação que o seu uso em sala de aula pode ser realizado, também sem distorções de maior e com proveito para os estudantes.

Uma abordagem histórica pode revelar paralelismos entre o desenvolvimento cognitivo e o desenvolvimento científico ajudando no processo de desenho curricular.

Quando referimos que a HC promove uma melhor compreensão dos conceitos e processos científicos, vimos que este é também um dos argumentos de Galili (2012). No entanto, este tópico mereceu particular relevância no trabalho de Wandersee. Wandersee (1992), evidenciando a historicidade da cognição, relembra o dito de Ausubel - o fator mais importante que influencia a cognição é o conhecimento que o aluno já tem - que, afirma, estabelece um princípio fundamental da historicidade. Wandersee (1992) adianta, referindo-se a investigação psicológica que “parece que os humanos podem atuar, e atuam, com base nos significados que estabeleceram previamente para os conceitos aprendidos. Todo o conhecimento prévio é um prólogo da construção de significados presente” (p. 425). No entanto Wandersee (1992) alerta para uma falácia: a concepção de que os alunos recapitulam a história da ciência à medida que eles aprendem um tópico específico. Investigando a aprendizagem da fotossíntese com 1400 alunos, verificou que eles não recapitulavam a história da ciência, mas que, frequentemente, exibiam concepções alternativas muito similares a concepções que, em algum momento da evolução do conceito foi defendida.

Assim a HC poderá constituir-se como uma ferramenta heurística para antecipar algumas das dificuldades conceituais dos estudantes (Wandersee, 1992), podendo ser usada para planejar intervenções didáticas que promovam a mudança conceitual (Maurício, Valente, & Chagas, 2016, 2017).

A HC contribui para a compreensão da Natureza da Ciência. Clough (2006) coloca assim a questão:

A frase ‘natureza da ciência’ é geralmente usada para referir questões tais como o que é a ciência, como ela funciona, os fundamentos epistemológicos e ontológicos da ciência, como os cientistas trabalham como um grupo social, como a sociedade, ela própria influencia e reage aos empreendimentos científicos. (p. 463)

Clough (2006) continua afirmando que para compreender estes assuntos, necessitamos de contributos de várias disciplinas como a história, a filosofia e a sociologia da ciência. A literatura sobre a NC é

muito vasta (e.g. Allchin, 2013; Erduran & Dagher, 2016; Lederman, 2007) pelo que representamos na Figura 1 uma expressão diagramática da NC a qual, não sofreria objeção de maior de nenhum autor não fosse o relevo dado à HC. A este propósito poderíamos referir o trabalho sociológico de Ziman (2000) e a representação associada da NC em Afonso (2008), onde a HC está escondida numa dimensão não representada, não explícita.

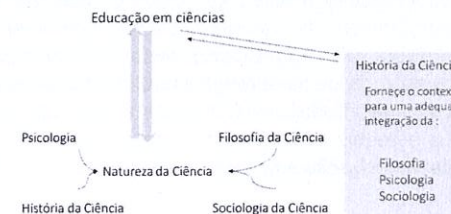


Figura 1. Conceptualização da NC. A HC fornece o contexto para uma adequada integração da psicologia, da filosofia, e da sociologia da ciência no desenvolvimento de uma adequada visão da NC.

A Abordagem por Semelhança Familiar (*Family Resemble Approach*) (FRA) da NC (Erduran & Dagher, 2014; Irzik & Nola, 2011) pretende oferecer

um novo modo de indicar os aspetos comuns das disciplinas científicas sem as generalizar em excesso para todas as outras disciplinas. Indica um vasto leque de práticas científicas, metodologias, objetivos e valores, e normas sociais partilhadas e distintas, assim como vários aspetos que contextualiza e organiza o conhecimento científico.

Ainda que as autoras argumentem que a FRA é adequada a um ensino e aprendizagem da NC através da HC, de controvérsias sócio-científicas, da uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), ou outra, a não explicitação da HC é um problema por resolver na FRA.

Ainda assim, a HC enquadra-se na conceptualização da FRA. A questão que se coloca aos professores é como discutir de modo profícuo os aspetos da ciência como um processo epistémico-cognitivo, ou como um sistema socioinstitucional, ou as influências sociais na ciência, representadas pela ‘Roda da FRA’ com algum conhecimento histórico. Se vários aspetos da FRA podem ter abordagens num contexto CTSA ou de controvérsias sócio-científicas, como referem as autoras, não vemos nenhum aspeto da FRA que não possa ser, com vantagem, abordado usando algum conhecimento da HC.

Seja quando explicitamente é apontado a HC como uma componente da NC ou quando essa contribuição está implícita no quadro conceitual proposto, é geralmente aceite (Abd-El-Khalick e Lederman (2000) destacam

o alcance limitado que o uso da HC teria na visão dos estudantes sobre a NC) que a HC tem um papel de relevância a desempenhar no ensino e aprendizagem da NC.

A História da Ciência no Ensino: Investigação Empírica

Esta nossa abordagem à investigação empírica não será sistemática nem abrangente. Com ela, apenas pretendemos colocar em evidência alguns projetos relevantes. Deste modo, selecionamos três projetos que, pelos resultados alcançados ou abrangência, dão uma indicação do que, nesta área está a ser realizado.

Resultados da Investigação empírica

Projeto IHPST

O projeto europeu IHPST envolveu 10 parceiros de 8 países Europeus (Höttecke, Henke, & Riess, 2012). Teve como foco o desenvolvimento de estratégias mais efetivas de desenvolvimento e implementação da HC no ensino das ciências e resultou num conjunto de recursos desenvolvidos pelos parceiros em conjunto com professores nas escolas e traduzidos noutras línguas.

A equipa portuguesa desenvolveu um trabalho em torno das atividades oceanográficas do Rei D. Carlos para alunos do 10º ano de Biologia (Faria, Pereira, & Chagas, 2012). Esta atividade foi posteriormente adaptada e desenvolvida para alunos mais novos.

Pequenas histórias por detrás da ciência: trazer a ciência e os cientistas para a vida

No âmbito do projeto apoiado pela *National Science Foundation* (Clough, 2011), foram desenvolvidas pequenas histórias (*short-stories*) elaboradas para o ensino e aprendizagem em ensino universitário de cursos introdutórios de várias disciplinas científicas.

O objetivo não foi apenas o desenvolvimento de conhecimento na área da NC, mas também assistir ao ensino e aprendizagem de conhecimento de conteúdo disciplinar. Disponíveis na página do projeto - <https://www.storybehindthescience.org/index.html> -, as histórias foram desenvolvidas num quadro concetual trabalhado por Metz et al. (2007) onde a narrativa é a estratégia para o uso da HC no ensino.

Storytelling@Teaching Model

Desenvolvido na Universidade de Flensburg, Alemanha, pelo grupo de Peter Heering, o projeto *Storytelling@Teaching Model* usa histórias baseadas em episódios históricos num quadro concetual desenvolvido por Stephen Klassen (Klassen, 2009, 2010). Uma característica essencial do projeto é a colocação da ênfase no contar a história por parte do professor em sala de aula. A história não é lida, é contada, dramatizada. Para isso os professores recebem formação adequada. Os resultados preliminares apresentados na 1ª Conferência Regional Europeia do IHPST em 2016 revelam aspetos interessantes e levaram a implementar melhorias no projeto. As histórias e outro material, como vídeos e quadro concetual encontram-se na página do projeto: <http://science-story-telling.eu/en/node/276>

O Projeto *Storytelling@Teaching Modell*, ainda em desenvolvimento, apresenta resultados preliminares encorajadores. Os outros dois projetos, já concluídos levaram à criação de materiais que sustentam o uso da HC muito para lá do fim dos respetivos projetos.

Os Livros de Texto Como Materialização do Currículo

Os manuais escolares ocupam um papel relevante no processo de ensino e aprendizagem (Blanco & Domínguez, 2016; Carvalho, 2011; Galvão, Freire, Faria, & Baptista, 2017; Morgado, 2004; Yager, 1996). De acordo com Blanco e Domínguez (2016), os manuais escolares apresentam três características ou funções: a) realizam uma seleção cultural, b) são um produto de consumo, c) convertem-se no currículo real.

Apresentando-se como a fonte de informação legítima e legitimada pela certificação, transmitem uma visão da realidade e, em particular, da e sobre a ciência, que não seria a única passível de constar no processo de ensino e aprendizagem. Como produto de consumo, a decisão editorial sobre a relação texto/imagem, o que privilegiar e como apresentar os conteúdos tem significativo impacto no produto final (Carvalho, 2011). Por fim, o manual escolar, como referem Blanco et al. (2016) "materializa o currículo em todas as suas dimensões" (p. 202).

Como produto de consumo, as editoras têm desenvolvido suportes digitais que repetem, noutro formato, o manual e pretendem complementá-lo. No entanto, Blanco e Domínguez (2016), referindo-se à realidade em Espanha, destacam que, no essencial, os formatos digitais "reproduzem o formato e a proposta metodológica da edição impressa." (p. 201)

Morgado (2004) salienta que os manuais, ainda que possam trazer para o ensino e aprendizagem informação adicional ou complementar à prescrita pelos programas, limitam-se, em regra, "a informação que os alunos necessitam para satisfazerem os requisitos mínimos exigidos e

serem aprovados numa dada disciplina” (p. 38). Para além da sua função de difusão do conhecimento, o manual “é portador de determinadas orientações ideológicas sobre a vida e consubstancia uma determinada visão da sociedade, da história e da cultura” (Morgado, 2004, p. 38).

No quadro do presente trabalho, a análise aos conteúdos de história da ciência HC que estão definidos nos programas de Ciências Naturais do 2º CEB e de Física e Química do 3º CEB (Tabela 1), permitir-nos-á discutir as mensagens ideológicas que estes manuais veiculam.

Tabela 1. A HC nas metas curriculares de Ciências Naturais (2º CEB) e Físico Química (3º CEB).

ano	Domínio	Subdomínio		Descritor
5	Unidade na diversidade de seres vivos	Célula – unidade básica de vida	14.1	Descrever o contributo de dois cientistas para a evolução do microscópio ótico, destacando a importância da tecnologia no avanço do conhecimento científico.
6	Agressões do meio e integridade do organismo	Microrganismos	16.1	Descrever o contributo de dois cientistas para a descoberta de microrganismos
			16.2	Relacionar a evolução do microscópio com a descoberta de novos microrganismos
7	Espaço	Universo	1.7	Identificar Galileu como pioneiro na utilização do telescópio na observação do céu (descobertas do relevo na Lua, fases de Vénus e satélites de Júpiter).
			1.8	Caracterizar os modelos geocêntrico e heliocêntrico, enquadrando-os historicamente (contributos de Ptolomeu, Copérnico e Galileu).
8	Reações Químicas	Explicação e representação de reações químicas	1.16	Indicar o contributo de Lavoisier para o estudo das reações químicas.
9	Classificação dos Materiais e Tabela Periódica	Estrutura Atómica	1.1	Identificar marcos importantes na história do modelo atómico.
			2.1	Identificar contributos de vários cientistas para a evolução da Tabela Periódica até à atualidade.

Metodologia

Tendo em conta os currícula, procuramos de seguida averiguar como a HC é traduzida nos livros de texto de Ciências Naturais do 2º Ciclo do Ensino Básico e Física e Química do 3º Ciclo do Ensino Básico. Adotamos uma metodologia interpretativa, sustentada na análise de conteúdo (Bardin, 2007). Como amostra, selecionam-se os três manuais escolares mais escolhidos pelos professores de Ciências Naturais no 5º e 6º ano e pelos professores de Física e Química, no 7.º, 8.º e 9.º ano no ano letivo 2016/2017. Por dificuldades várias, o 3º manual mais escolhido no 7º ano não foi sujeito a análise. Esta foi realizada recorrendo a um instrumento adaptado de Leite (2002).

Essa adaptação foi realizada por Amador (2007) para a análise de livros de texto de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade. A adaptação levou à simplificação, por eliminação no instrumento de análise de “itens”. Entendemos que a justificação desta adaptação apresentada por Amador (2007), a saber, a diferença de complexidade entre os conteúdos científicos no secundário e no 5º ano de escolaridade se mantém válida para o nosso caso.

Relativamente à validade do instrumento que usamos, a nossa população sobrepõe-se parcialmente à analisada por Leite (2002) (8º, 10º e 11º anos), pelo que a discussão realizada por Amador (2007) em torno desta questão mantém-se válida para os manuais do 2º CEB.

A terminologia usada por Amador (2007) foi também utilizada por nós, como o uso de “categorias” em lugar de “dimensões.” Como refere Amador (2007) as categorias e subcategorias usadas na análise são de três tipos. Enquanto “as primeiras quatro incidem sobre a informação histórica existente no manual” a quinta e sexta categoria “dizem respeito à importância atribuída pelo livro de texto à informação histórica”, enquanto a sétima categoria “refere-se à consistência interna dos manuais em termos de HC.” (p. 195,196) (Figura 1).

Dois investigadores realizaram análises sucessivas até chegarem a acordo na categorização.

Categorias e subcategorias

1. Tipo e organização da informação histórica
Os protagonistas: filósofos naturais, naturalistas e cientistas
Evolução do conhecimento científico
2. Documentos históricos referenciados
Representações pictográficas
Documentos/textos e imagens originais (fontes históricas primárias)
Relatos de observações/experiências históricas
3. Correção e adequação da informação histórica
4. Contextualização da informação histórica
5. Estatuto dos conteúdos históricos

Figura 1. Categorias e subcategorias usadas na análise. Fonte: Amador (2007)

Resultados

A apresentação dos resultados será realizada em conjunto com uma primeira discussão desses mesmos resultados. Realizaremos a apresentação e análise dos dados seguindo a ordem das categorias e subcategorias apresentadas na Figura 1, com a exceção de três categorias: "correção e adequação da informação histórica", "estatutos dos conteúdos históricos" e "consistência interna". Os resultados da análise destas três categorias serão apresentados no ponto 5.5 de forma global.

Tipo e organização da informação histórica

A categoria "Tipo e organização da informação histórica" foi analisada tendo por base duas subcategorias distintas: "Os protagonistas: filósofos naturais, naturalistas e cientistas" e a "Evolução do conhecimento científico".

A análise da informação sobre os protagonistas da HC foi, por sua vez, analisada tendo em conta 3 itens, nomeadamente, "dados biográficos", "caraterísticas pessoais" e "episódios/anedotas". A análise da Tabela 1 permite verificar que, de entre a informação sobre os protagonistas da História da Ciência, a informação de natureza biográfica é a mais valorizada. De facto, o número de referências a dados biográficos é, em todos os manuais analisados, francamente superior ao número de referências sobre "caraterísticas pessoais" e sobre "episódios/anedotas" dos protagonistas da HC. Detetou-se ainda, quanto ao número de referências, alguma variação entre os manuais analisados, mesmo dentro do mesmo ano de escolaridade. Por exemplo, no 9º ano de escolaridade, um dos manuais apenas faz 2 referências a dados biográficos, enquanto outro apresenta 12 referências.

Tabela 1. Abundância dos itens pertencentes à categoria "Tipo e organização da informação histórica", subcategoria "Os protagonistas: filósofos naturais, naturalistas e cientistas"

Itens	5º ano		6º ano			7º ano			8º ano			9º ano			
	A5	B5	C5	A6	B6	C6	A7	B7	C7	A8	B8	C8	A9	B9	C9
Dados biográficos	7	10	5	4	3	7	2	3		7	2	8	5	2	12
Caraterísticas pessoais	1	-	2	-	1	-	1	1		1	-	-	-	-	1
Episódios/anedotas	-	-	-	-	-	-	-	1		-	-	-	-	-	2

Uma leitura cuidada dos dados biográficos revela que, em geral, a informação é muito sucinta, permitindo apenas situar o cientista no século em que viveu, sem que o período em que trabalhou tenha qualquer outra informação de cientistas que trabalharam em áreas científicas iguais ou em projetos similares (Figura 2). Podemos destacar duas exceções: uma respeita ao estudo do modelo atómico no 9º ano assim como à evolução da tabela periódica. Ambos os tópicos são acompanhados de dados biográficos mais extensos; outra exceção respeita ao estudo da microscopia ao nível do 5º ano de escolaridade (Figura 3). Neste nível de ensino, os manuais analisados optam por descrever a história do desenvolvimento do microscópio fazendo referência, pelo menos, a dois cientistas distintos. Esta opção parece resultar da necessidade de dar cumprimento a um dos descritores das metas de aprendizagem: "Descrever o contributo de dois cientistas para a evolução do microscópio ótico, destacando a importância da tecnologia no avanço do conhecimento científico".

Importa ainda mencionar que os dados biográficos são habitualmente inseridos em figuras, rubricas, colunas laterais ou em páginas de abertura de novos tópicos programáticos ao invés de inseridos no corpo de texto principal.

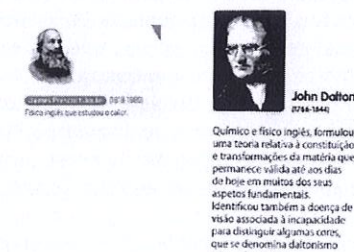


Figura 2. Dados biográficos de James Joule (Esquerda; Manual A7, p. 217) e de John Dalton (Manual C8, p. 42). Apresentado como físico nesta nota, Joule foi um industrial cervejeiro com interesse intelectual pela ciência. John Dalton foi tutor de Joule na Sociedade Literária e Filosófica de Manchester durante dois anos, altura em que Dalton sofreu um ataque do coração e se retirou do ensino. A experiência de Joule na indústria cervejeira poderá, afirmam alguns historiadores, ser um fator que lhe deu destreza experimental. Estas ligações entre cientistas de áreas da física diferentes e ligação à sociedade e tecnologia estão ausentes nos manuais.



Figura 3. Imagem ilustrativa do desenvolvimento do microscópio (manual A5, p. 208).

Além da já mencionada natureza esporádica das referências relativas às “caraterísticas pessoais” dos protagonistas da ciência, uma análise pormenorizada dessas referências revela que este item consiste, geralmente, numa nota anedótica ou um texto laudatório, como é bem evidente no seguinte excerto sobre Lavoisier: “A sua enorme capacidade para observar atentamente, planejar e realizar experiências nas quais tirou partido da balança, permitiu-lhe concluir que, durante as reações químicas, a matéria não se cria nem se destrói, mas antes se transforma...” (manual A8, p. 50).

O item “Episódios/anedotas” é, de entre os três itens analisados, o menos abundante aparecendo apenas nos manuais do 3º ciclo do Ensino Básico. Um dos manuais refere a lenda segundo a qual Galileu “deixou cair duas pedras de tamanhos diferentes, demonstrando que as duas chegavam ao solo ao mesmo tempo” (manual C9, p.61). Note-se a referência a corpos de diferentes tamanhos, quando o que interessava a Galileu era diferentes pesos.

Relativamente à subcategoria “Evolução do conhecimento científico”, em todos os manuais existem referências a progressos científicos em número muito similar, com exceção de três manuais (um no 5º ano e dois no 9º ano) (Tabela 2). Os progressos científicos descritos são de natureza diversa, desde o aperfeiçoamento de instrumentos técnicos, o desenvolvimento de novas teorias, novas formas de classificação, entre outros. Por exemplo, a descoberta do eletrão por J.J. Thomson é relatada como resultado de observações de “descargas elétricas através de gases rarefeitos” (manual B9, p. 14). Ora, a proposta teórica de “corpúsculos”

muito menores do que o átomo em conjunto com a medição cuidadosa da razão carga elétrica com a massa do hipotético corpúsculo e não uma simples observação torna a ciência um processo mais interessante.

Tabela 2. Abundância dos itens pertencentes à categoria “Tipo e organização da informação histórica”, subcategoria “Evolução do conhecimento científico”.

Itens	5º ano		6º ano		7º ano		8º ano		9º ano							
	A5	B5	C5	A6	B6	C6	A7	B7	C7	A8	B8	C8	A9	B9	C9	
Referências a progressos científicos	11	4	5	3	3	3	4	7		5	4	6	5	9	13	
Modelos evolutivos	Perspetiva linear e cumulativa		11	4	5	3	3	3	1	3	4	5	6	5	5	9
	Referências a revoluções/controvérsias		-	-	-	-	-	-	1	4	1	-	2		2	5
Responsáveis pela evolução	Trabalho individual		7	9	5	2	3	2	4	6	4	5	5	2	7	14
	Grupos restritos (<3)		-	1	-	1	-	1	-	1	-	-	1	1		
	Comunidade científica (>3)		-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	1	1

Constata-se igualmente que a evolução do conhecimento científico é descrita frequentemente como um processo linear e cumulativo. Acresce ainda o facto de existirem diferenças notórias entre os dois ciclos de ensino analisados: no 2º CEB não existem referências a controvérsias, debates ou mudanças de paradigma, enquanto no 3º CEB essas referências já surgem ainda que em número mais reduzido face às referências evolutivas de caráter linear e cumulativo. Um exemplo de controvérsia surge na introdução a uma atividade prática: “A partir do início do século XIX, começaram a surgir evidências irrefutáveis da existência daquelas unidades estruturais. A sua constituição foi, desde o início, alvo de aceras disputas entre os cientistas.” (manual C8, p. 20).

No 2º CEB verificou-se ainda uma relação muito estreita entre a evolução do conhecimento científico e a evolução da tecnologia, tal como sugere o seguinte excerto: “Com os microscópios, os seres humanos descobriram um mundo novo até aí “invisível” – o mundo das células e dos microrganismos. Este conhecimento representou um enorme avanço da ciência e este avanço só foi possível graças à tecnologia dos microscópios” (manual A5, p. 206). Esta relação parece ser, uma vez mais, fruto de uma das metas curriculares para o 5º ano de escolaridade: “Aplicar a microscopia na descoberta do mundo “invisível””.

Da análise da Tabela 2 é igualmente notório que a evolução do conhecimento científico é descrita, maioritariamente, como o resultado do esforço individual dos cientistas. Por outras palavras, o trabalho individual do cientista domina sobre o trabalho de comunidades científicas e mesmo sobre o trabalho de grupos restritos de cientistas, em todos os manuais analisados. Por exemplo, no caso concreto da informação presente na

Figura 4, bastava a informação que Kepler escreveu, logo uns meses depois de Galileu lhe ter feito chegar um exemplar da luneta, um texto a explicar o funcionamento da luneta e que o trabalho artesão foi importante para o processo de polimento de lentes; a referência a Thomas Harriot como tendo antecedido uns meses e continuado depois de Galileu a observar a Lua mas com um objetivo diferente, o de cartografa-la; assim como a adoção quase imediata da luneta por variadíssimos matemáticos e filósofos naturais e discussões sobre o que observavam para dar uma imagem mais real do processo científico.

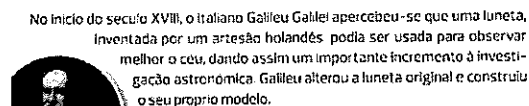


Figura 4. Referência ao contributo de Galileu para a introdução do telescópio em astronomia. Note-se o erro na localização temporal de Galileu. (Manual A7, p. 8)

Mesmo quando existem referências ao trabalho desenvolvido por grupos restritos ou comunidades científicas estas apresentam um caráter muito vago e genérico não explicitando as relações que se estabelecem no seio do grupo ou da comunidade: “Estes investigadores [Matthias Schleiden e Theodor Schwann] foram os responsáveis pela teoria que hoje une toda a comunidade científica – a Teoria Celular” (manual C5, p. 120). Estas mesmas relações estão também ausentes na descrição da evolução do modelo atômico (manual C9, pp.187-198). Não é explicitado, por exemplo, que Rutherford foi aluno de J.J. Thomson e que o modelo de “pudim de passas” proposto por este é analisado e desconstruído por Rutherford que propõe uma alternativa. Por seu lado, Bohr, trabalhando com os resultados de Rutherford e em colaboração estreita com este, desenvolve um novo modelo.

Documentos históricos referenciados

A categoria “Documentos históricos referenciados” encontra-se dividida em três subcategorias: “representações pictográficas”, “documentos/textos e imagens originais” e “relatos de observações/experiências históricas”. Da observação da Tabela 3 pode-se verificar que, de entre os documentos históricos referenciados nos manuais, as representações pictográficas são as mais comuns.

Todos os manuais analisados contemplam representações pictográficas de filósofos naturais/naturalistas/cientistas, no entanto, com uma maior expressividade nos manuais do 9º ano de escolaridade. Representações pictográficas de equipamentos ganham relevância no 5º ano de escolaridade. O número de diferentes microscópios parece ser, uma

vez mais, o resultado da existência de uma meta curricular sobre esta temática: o manual A5 contempla representações de microscópios de Zacharias Janssen, Robert Hooke, Antonie van Leeuwenhoek, Benjamin Martin, Carl Zeiss e Ernst Ruska; o manual B5 de Zacharias Janssen, Robert Hooke, Antonie van Leeuwenhoek, Joseph Jackson Lister, Richard Zsigmondy e Frits Zernicke; e o manual C5 apenas inclui representações do microscópio de Hooke e de Leeuwenhoek (em dois locais distintos do manual). Contrariamente ao que Pereira e Amador (2007) analisaram em manuais de 5º ano de escolaridade, as imagens destes equipamentos encontram-se, habitualmente, associadas a um texto/legenda que procura dar ao leitor informações sobre a constituição do microscópio, assim como funcionam e como foram construídos.

Já no 7º ano, a referência à luneta, telescópio e astrolábio leva a alguma abundância de representações pictográficas de equipamentos ainda que em menor número do que os microscópios do 5º ano de escolaridade. A pilha de Volta é representada no 9º ano.

Tabela 3. Abundância das subcategorias pertencentes à categoria “Documentos históricos referenciados”

Subcategorias	Itens	5º ano			6º ano			7º ano			8º ano			9º ano		
		A5	B5	C5	A6	B6	C6	A7	B7	C7	A8	B8	C8	A9	B9	C9
Representações pictográficas	Pessoais	4	10	5	4	3	5	4	2		6	3	9	15	12	19
	Equipamentos	9	7	4	2	-	2	1	5		1	-	-	1	1	1
Documentos/textos/imagens originais		2	2	2	-	-	-	-	7		1	1	1	2	-	-
Relatos de observações/experiências históricas		-	2	-	-	-	1	-	3		-	1	-	1	3	3

Todos os manuais do 5º ano de escolaridade incluem documentos/textos/imagens provenientes de fontes históricas primárias. No 5º ano de escolaridade importa referir que as imagens escolhidas são idênticas nos três manuais analisados: o desenho de cortiça de autoria de Hooke e o desenho dos “animáculos” da autoria de Leeuwenhoek. Tal como no estudo desenvolvido por Pereira e Amador (2007) também em nenhum dos manuais analisados é feita referência explícita à fonte bibliográfica de onde foi recolhida a imagem. Já no 7º ano de escolaridade é apresentada uma representação gráfica da observação de William Parsons da Galáxia M51 e comparada com uma imagem obtida por telescópios óticos atuais (Figura 5).

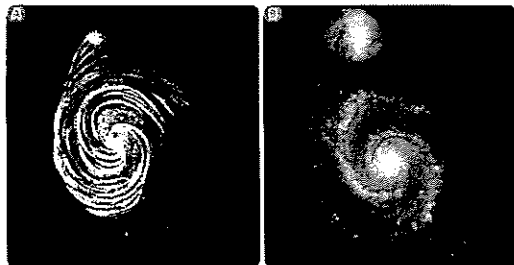


Figura 5. Registro da observação da M51 por William Parsons e comparação com observação por instrumentos atuais. (Manual B7, p.15)

Por fim, nem todos os manuais apresentam registros de relatos de observações e/ou experiências históricas. Surgem relatos de observações realizadas por Robert Hooke e Leeuwenhoek no 2º CEB. Já no 3º CEB é, por exemplo, brevemente descrito que “Charles Messier (1730-1817) (...) tendo utilizado telescópios de diâmetro não superior a 8 polegadas (...) ficou célebre por ter elaborado, a partir das suas observações, um catálogo com cerca de meia centena de objetos celestes.” (Manual B7, p. 14) A medição da velocidade do som por Pierre Gassendi é outra experiência histórica apresentada como “leitura complementar” (Manual B8, p.34).

Contextualização da informação histórica

Na categoria “contextualização da informação histórica” procurou-se identificar referências a informações históricas relacionadas com aspectos científicos, tecnológicos, sociais, políticos ou religiosos. Tal como Pereira e Amador (2007), procurou-se apenas identificar a presença ou ausência dos diferentes tipos de contextualização, sem preocupações do ponto de vista quantitativo.

Tal como é evidente na Tabela 4, a contextualização da informação histórica é predominantemente de natureza científica. Mesmo os aspectos tecnológicos são relegados para um segundo plano. Este aspeto é particularmente relevante dado que estamos nos anos de escolaridade que antecedem uma formação mais especializada.

Por outro lado, a relação entre a Ciência e a Tecnologia é perspectivada de forma unívoca, ou seja, em que a Ciência depende fortemente da tecnologia, mas em que praticamente não há referências à dependência que a tecnologia tem da ciência.

Uma contextualização tecnológica da informação histórica pode ser encontrada no seguinte excerto de uma proposta de atividade:

Em 1895, Friedrich Wilhelm Ostwald, químico e físico alemão de origem russa, a quem, em 1909, foi atribuído o Prémio Nobel pelos seus trabalhos sobre catálise, definia catalisador como uma substância que altera a velocidade de uma reação química. Atualmente, a catálise é uma ciência crucial na nossa sociedade tecnologicamente avançada (manual B8, p. 123).

As contextualizações religiosas encontradas no 7º ano apenas se referem ao caso Galileu.

Tabela 4. Abundância das subcategorias pertencentes à categoria “Contextualização da informação histórica”

Subcategorias	5º ano		6º ano			7º ano		8º ano		9º ano					
	A5	B5	C5	A6	B6	C6	A7	B7	C7	A8	B8	C8	A9	B9	C9
Científica	ü	ü	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tecnológica	ü	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓				
Social			ü												
Política															
Religiosa							✓	✓							

Propostas de atividades envolvendo a História da Ciência

As propostas de atividades envolvendo a HC foram analisadas tendo por base dois critérios distintos: por um lado, a obrigatoriedade ou não da realização das atividades e, por outro lado, a tipologia das atividades. Para a avaliação do primeiro critério foi analisado o espaço gráfico onde as atividades se encontravam tendo-se considerado que as atividades eram prioritárias quando surgiam no corpo de texto principal e eram secundárias quando tal não acontecia.

Regra geral, as atividades estão no corpo central do texto daí a maioria ter sido considerada “prioritária” (Tabela 5). Contudo, o número de atividades é reduzido, mesmo em manuais em que foram encontradas várias referências de conteúdos históricos. Ou seja, parece não existir uma relação estreita entre a quantidade de conteúdos e a quantidade de propostas de atividades envolvendo a HC.

Tabela 5. Abundância das subcategorias pertencentes à categoria “Propostas de atividades envolvendo a História da Ciência”

Subcategorias	Itens	5º ano		6º ano			7º ano			8º ano			9º ano		
		A5	B5	C5	A6	B6	C6	A7	B7	C7	A8	B8	C8	A9	B9
Obrigatoriedade das atividades	Prioritárias	1	2	-	-	-	2	3	4	-	1	1	3	2	5
	Livres/Facultativas	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-
Tipologia das atividades	Leitura guiada	-	2	-	-	-	2	1	2	-	-	1	2	2	1
	Pesquisa bibliográfica	-	-	-	-	-	-	2	4	-	1	2	2	-	3
	Realização de experiências históricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Análise de dados históricos	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A “leitura guiada” e a “pesquisa bibliográfica” são as tipologias de atividades dominantes. A primeira contempla atividade onde é pedido que os alunos leiam um texto com dados históricos e respondam a questões sobre o mesmo e a segunda inclui atividades onde se solicita ao aluno que pesquise sobre conteúdos históricos (Figura 6).

Investiga...

Entre os quatro temas que se seguem, seleciona um que gostasses de pesquisar, juntamente com os teus colegas, na internet ou em livros, revistas e/ou jornais. Depois dessa pesquisa, e de acordo com as indicações do teu professor, elabora um trabalho onde apresentes os resultados da tua investigação, indicando as fontes de informação que utilizaste.

- 1. A vida e obra de cientistas como Charles Messier ou Edwin Hubble.
- 2. A evolução científica e tecnológica dos telescópios.

3. Objetos celestes tais como galáxias, gigantes vermelhas, nebulosas planetárias, anãs brancas, estrelas de neutões e buracos negros ou outros objetos celestes que te despertem curiosidade.

4. Instrumentos de orientação utilizados na época dos Descobrimentos.



Figura 6. Manual B7, p. 49

Correção e adequação da informação histórica, estatuto e consistência interna dos manuais

Por um lado, os manuais têm de simplificar a informação histórica. Esse processo leva a uma certa “corrosão” da correção dos conteúdos históricos. A referência a progressos científicos é realizada, várias vezes em vários

manuais, como se aqueles resultassem diretamente da observação.

A medição, comparação e inferência são processos que raras vezes são referidos na informação histórica. Muitas vezes a motivação para a inovação científica também está ausente. Por exemplo, no seguinte excerto está ausente a motivação de Bohr para alterar o modelo de Rutherford: “Em 1913, imediatamente após os estudos de Rutherford sobre a estrutura dos átomos, Niels Bohr, físico dinamarquês, apresentou algumas alterações ao modelo de Rutherford, introduzindo níveis de energia para os eletrões.” (manual B9, p.15)

No mesmo manual Ernest Rutherford é apresentado como físico inglês, ignorando que nasceu, cresceu e estudou na Nova Zelândia. Em vários dos manuais do 3º CEB os protagonistas são indevidamente identificados como físicos (James Joule) ou físicos e matemáticos (Watt). Este facto, aparentemente irrelevante, poderá explicar alguma da pouca ligação entre os conteúdos históricos e questões sociais.

Os manuais não apresentam uma exposição consistente dos conteúdos históricos em todos os capítulos. Já quanto ao estatuto dos conteúdos, eles surgem, regra geral em páginas que não remetem para um conteúdo opcional, mas sim obrigatório. Alguns manuais apresentam ainda informação histórica em desdobráveis com grande qualidade gráfica. Esse conteúdo, sendo em suplementos remeteriam para um estatuto secundário, mas a sua qualidade gráfica pode levar-nos a sugerir que, estando fora do corpo principal do texto, o seu estatuto é elevado.

Conclusões

Os resultados indicam uma quase ausência de referências a características pessoais dos cientistas e uma valorização do trabalho individual. Por outro lado, as referências biográficas dos cientistas são, regra geral, extremamente sintéticas. A abordagem diacrónica da HC evidencia a pouca relevância das controvérsias dada pelos autores na construção dos manuais. As representações pictóricas de espaços laboratoriais, quando existem, não mostram o equipamento, mas uma imagem difusa e geral do espaço de trabalho do cientista. Isto pode apontar para a não intencionalidade do autor em mostrar algo relevante. A quase exclusiva contextualização da informação no âmbito da ciência é particularmente relevante. No 3º CEB não seria de esperar uma visão estreita das práticas científicas.

A análise concorda parcialmente com os resultados de Galvão et al. (2017) de acordo com a qual, nos manuais do 3º CEB “as referências à história da ciência são pontuais e surgem como meras curiosidades, não constituindo um ponto de partida para a abordagem dos conhecimentos substantivos.”(p. 42)

Referências

- 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. [http://doi.org/10.1002/1098-2736\(200012\)37:10<1057::AID-TEA3>3.3.CO;2-3](http://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.3.CO;2-3)
- Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1o ciclo do ensino básico: das teorias às práticas*. Porto Editora.
- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. SHiPS Education Press.
- Bardin, L. (2007). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Biagioli, M. (2005). *Galileu cortesão. A prática da ciência na cultura do Absolutismo*. Porto Editora.
- Blanco, G. B., & Domínguez, J. L. B. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199–218. http://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688
- Brooke, J. H. (2005). *Ciência e Religião*. Porto Editora.
- Carvalho, G. (2011). As Imagens dos Manuais Escolares : Representações mentais de professores e alunos relativamente à presença de imagens nos manuais escolares e à sua eficácia pedagógica. *Da Investigação Às Práticas I*, 2(2011), 58–78.
- Clough, M. P. (2006). Learners responses to the demands of conceptual change: considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. <http://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>
- Clough, M. P. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science and Education*, 20(7), 701–717. <http://doi.org/10.1007/s11191-010-9310-7>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. <http://doi.org/10.1080/0950069032000076652>
- El-Hani, C., Almeida, A. M. M. de, Bomfim, G. C., Joaquim, L., Magalhães, J. C., Meyer, L. M. N., ... Santos, V. C. dos. (2014). The Contribution of History and Philosophy to the Problem of Hybrid Views About Genes in Genetics Teaching. In *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (p.2532). <http://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). Family Resemblance Approach to Characterizing Science. In Z. R. Dagher & S. Erduran (Eds.), *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education* (Vol. 25, pp. 147–164). <http://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2016). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 25(1), 147–164. <http://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4>
- Faria, C., Pereira, G., & Chagas, I. (2012). D. Carlos de Bragança, a Pioneer of Experimental Marine Oceanography: Filling the Gap Between Formal and Informal Science Education. *Science & Education*, 21(6), 813–826. <http://doi.org/10.1007/s11191-010-9239-x>
- Galili, I. (2012). Promotion of Cultural Content Knowledge Through the Use of the History and Philosophy of Science. *Science & Education*, 21(9), 1283–1316. <http://doi.org/10.1007/s11191-011-9376-x>
- Galvão, C., Freire, S., Faria, C., & Baptista, M. (2017). *Avaliação do Currículo das Ciências Físicas e Naturais : Percursos e Interpretações*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Retrieved from <http://www.ie.ulisboa.pt/publicacoes/ebooks/avaliacao-curriculo-ciencias-fisicas-e-naturais-percursos-interpretacoes>
- Grant, E. (1996). *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional and Intellectual Contexts*. Cambridge University Press.
- Hewson, P., & Hewson, M. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00051837>
- Holton, G. (1998). *The scientific imagination: Case studies* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Holton, G. (2003). The Project Physics Course, Then and Now. *Science & Education*, 12(8), 779–786. <http://doi.org/10.1023/B:SCEd.0000004544.55635.40>
- Holton, G. (2014). The Neglected Mandate: Teaching Science as Part of Our Culture. *Science & Education*, 23(9), 1875–1877. <http://doi.org/10.1007/s11191-013-9632-3>
- Höttecke, D., Henke, A., & Riess, F. (2012). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Science Education*, 21(9), 1233–1261. <http://doi.org/10.1007/s11191-010-9330-3>
- Höttecke, D., & Silva, C. C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science & Education*, 20(3–4), 293–316. <http://doi.org/10.1007/s11191-010-9285-4>

- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7–8), 591–607. <http://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Isabel, A., & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6(1), 191–216.
- Klassen, S. (2009). The Construction and Analysis of a Science Story: A Proposed Methodology. *Science & Education*, 18, 401–423. <http://doi.org/10.1007/s11191-008-9141-y>
- Klassen, S. (2010). The Relation of Story Structure to a Model of Conceptual Change in Science Learning. *Science & Education*, 19(3), 305–317. <http://doi.org/10.1007/s11191-009-9212-8>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 831–879). Routledge.
- Leite, L. (2002). History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. *Science & Education*, 11(4), 333–359. <http://doi.org/10.1023/a:1016063432662>
- Matthews, M. R. (2015). Reflections on 25 Years of Journal Editorship. *Science & Education*, 24(5), 749–805. <http://doi.org/10.1007/s11191-015-9764-8>
- Matthews, M. R. (2015). *Science Teaching: The Contribution of the History and Philosophy of Science*. Routledge.
- Maurício, P., Valente, B., & Chagas, I. (2016). Teaching-learning Sequence of colour informed by History and Philosophy of Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Maurício, P., Valente, B., & Chagas, I. (2017). A Didactic sequence of elementary geometric optics informed by History and Philosophy of Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 527–543. <http://doi.org/10.1007/s10763-015-9662-1>
- Metz, D., Klassen, S., McMillan, B., Clough, M., & Olson, J. (2007). Building a Foundation for the Use of Historical Narratives. *Science & Education*, 16(3–5), 313–334. <http://doi.org/10.1007/s11191-006-9024-z>
- Morgado, J. C. (2004). *Manuais Escolares: Contributo para uma análise*. Porto Editora.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical Reflections*. Nuffield Foundation.
- Romeira, F. M. (2015). *Ciência, Prestígio e Devoção: Os Jesuítas e a Ciência em Portugal (séculos XIX e XX)*. Lucerna.
- Wandersee, J. H. (1992). The Historicity of Cognition: Implications for Science Education Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 423–434.
- Yager, R. E. (1996). Meaning of STS to Science Teacher. In R. E. Yager (Ed.),

- Science/technology/society as a reform in science education*. State University of New York Press.
- Ziman, J. (2000). *Real Science: What it is, and What it Means*. Cambridge University Press.

ANEXO

A5 Cientic (Porto Editora)
B5 Terra à Vista (Porto Editora)
C5 CSI (Areal Editora)

A6 Natura (Areal Editora)
B6 Páginas da Vida (Porto Editora)
C6 Viva a Terra (Porto Editora)

A7 Novo FQ7 (ASA)
A8 Novo FQ8 (ASA)
A9 Novo FQ9 (ASA)

B7 À Descoberta do Planeta Azul - Físico-Química - 7.º Ano (Porto Editora),
B8 À Descoberta do Planeta Azul - Físico-Química - 8.º Ano (Porto Editora),
B9 À Descoberta do Planeta Azul - Físico-Química - 9.º Ano (Porto Editora)

C7 Universo FQ - Física-Química - 7º Ano
C8 Explora- Física e Química 8º ano,
C9 Explora- Física e Química 9º ano

O desaparecimento das referências e das notas de rodapé nos livros-textos de mecânica publicados no Brasil

Paulo Celso Russi de Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus
Piracicaba

Introdução

Há mais de trinta e cinco anos, como Professor de Mecânica, começamos a acompanhar a evolução dos livros-texto de Resistência dos Materiais e os livros-texto de Mecânica Geral, particularmente aqueles adotados no Brasil. O interesse no assunto nos levou a aprofundar as pesquisas, as quais têm revelado inúmeros fatos que consideramos dignos de atenção, do ponto de vista do ensino da engenharia. Neste artigo, como resultados dessa pesquisa, apresentamos o primeiro livro-texto de Resistência dos Materiais escrito e publicado no Brasil, comparamo-lo com o livro de R. C. Hibbeler, adotado atualmente por diversas escolas de Engenharia, e fazemos algumas considerações sobre a “evolução” do livro “Mecânica Vetorial para Engenheiros”, de Beer-Johnston.

Quanto ao primeiro livro de Resistência dos Materiais escrito e publicado no Brasil, trata-se de uma obra pouco conhecida, da qual restam poucos exemplares: encontramos um exemplar na Biblioteca de Obras Raras do CT da UFRJ¹, dois exemplares na Biblioteca de Obras Raras da UFOP² e um exemplar em um sebo, no Rio de Janeiro.

A comparação entre o antigo livro-texto e um livro-texto atual permitirá uma avaliação dos caminhos percorridos pelo ensino da engenharia nos últimos 120 anos. Para tanto, escolhemos uma das obras mais adotadas, já há alguns anos, nos nossos cursos de engenharia: “Resistência dos Materiais”, de R. C. Hibbeler³. Esse livro foi escolhido, pois, acreditamos, caracteriza bem os livros didáticos de Resistência dos Materiais publicados no Brasil, nas últimas décadas.

Neste trabalho apoiamos-nos em Alain Choppin⁴ (1948-2009) e assumimos algumas de suas orientações para a análise de livros didáticos:

Os autores de livros didáticos não são simples espectadores de seu tempo: eles reivindicam um outro status, o de agente. O livro didático não é um simples espelho: ele modifica a realidade para educar as novas gerações, fornecendo uma imagem deformada, esquematizada, modelada (...) Não é suficiente, no entanto, deter-se nas questões que se referem aos autores e ao que eles escrevem; é necessário também prestar atenção àquilo que eles

¹Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

²Universidade Federal de Ouro Preto

³HIBBELER, R. C. Resistência dos Materiais, 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

⁴Alain Choppin, pesquisador do Institut National de Recherche Pédagogique, INRP, atual Institut Français de l'Éducation, foi um dos pioneiros no campo de estudos sobre a história dos manuais escolares.