

CIÊNCIA DE GALILEU NA LITERATURA INFANTIL

Afonso, A.S.¹; Coelho da Silva, J.L.²

^{1,2}Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação

¹aafonso@ie.uminho.pt; ²zeluis@ie.uminho.pt

Resumo

As biografias de cientistas para crianças, quando de boa qualidade, constituem uma oportunidade para promover a compreensão dos processos de construção do conhecimento científico, apresentar o lado “humano” do cientista” e veicular explicações e modelos científicos. Galileu constitui um dos temas das biografias científicas para crianças publicadas em Portugal, estando algumas delas incluídas nas listas do Plano Nacional de Leitura. Os vários contributos de Galileu para o conhecimento do Universo, põe em evidência, entre outros aspetos, diferentes relações entre a ciência e a tecnologia, a natureza da tecnologia, a inter-relação entre dados, evidência e modelo, a importância da validação do trabalho do cientista, a natureza das observações, e a relevância da divulgação do trabalho científico. Neste contexto, procura-se analisar como as biografias de Galileu para crianças veiculam o seu contributo para a compreensão do Universo. Esta análise permitirá inferir que imagem da ciência e da tecnologia veiculam estas biografias. Foram analisados quatro livros de literatura infantil publicados em Portugal sobre Galileu. A análise centrou-se em dois temas: a) o telescópio de Galileu, as observações telescópicas e a sua divulgação e b) As observações telescópicas, os sistemas cosmológicos e os argumentos de Galileu a favor do sistema de Copérnico. Os dados revelam que o telescópio e as observações celestes são os aspetos mais destacados. Menos explorada é a relação entre as observações telescópicas e os sistemas cosmológicos da época, possivelmente porque este é um assunto mais complexo para as crianças. Em relação ao telescópio é referida a sua origem (por vezes inadequadamente atribuída a Galileu); aperfeiçoamento e qualidade do instrumento (geralmente referido como fiável); e descritas as observações obtidas com o instrumento, embora os detalhes variem consoante os livros. Todos os livros mencionam a existência de dois sistemas cosmológicos incomensuráveis para explicar o Universo, defendendo Galileu o sistema de Copérnico; referem o papel das observações telescópicas na desacreditação do sistema de Ptolomeu. Como conclusão, nem todos os livros apresentam a mesma qualidade. Enquanto alguns podem reforçar ou induz ideias empiristas outros apresentam marcos do trabalho de Galileu, constituindo uma iniciação à compreensão do seu legado. Neste sentido, recomenda-se a integração destes últimos nos níveis iniciais aquando do estudo dos astros.

Palavras-chave: Galileu, Literatura infantil, educação não formal

Introdução

É inegável a importância de aprender ciência desde os níveis iniciais. Esta aprendizagem requer que o aprendiz compreenda ideias científicas acerca do mundo físico e natural bem como o modo como estas foram criadas, modificadas ou rejeitadas ao longo do tempo. Pretende-se ainda que esta aprendizagem conduza ao desenvolvimento de saberes, como “aprender a aprender”, “comunicar adequadamente” ou “pensar criticamente”, que lhe permita aprender ao longo da vida (Cachapuz, Sá-Chaves, & Paixão, 2002). A literatura relacionada com a ciência pode contribuir para estes fins pois permite estimular a curiosidade e interesse pela ciência, resultando num esforço para sua aprendizagem (Galvão, 2006). Nesta literatura incluem-se obras nas quais a ciência se encontra embebida numa narrativa, sendo a ciência marginal ou imprescindível para a sua compreensão, e obras de divulgação científica que procuram comunicar a ciência para um público não especializado usando a forma literária.

A leitura de livros relacionados com a ciência, desde os níveis iniciais, tem vindo a ser recomendada quer de modo integrado na sala de aula quer em contextos não formais e informais (Dagher, & Ford, 2005; Galvão, 2006; PNL, 2014). De entre estes livros encontram-se as biografias científicas para crianças (PNL, 2014), as quais são representações simplificadas da vida e obra do cientista. De facto, o nível de detalhe que é possível incluir está condicionado às competências de leitura e níveis de literacia científica das crianças. No entanto, quando de boa qualidade, estas podem promover a compreensão dos processos de construção do conhecimento científico, apresentar o lado “humano” do cientista” e veicular explicações e modelos científicos (Dagher, & Ford, 2005).

Algumas biografias para crianças focam-se em Galileu e destacam o seu trabalho no âmbito da Astronomia. Vários foram os contributos de Galileu para o desenvolvimento desta área do conhecimento (ex.: o aperfeiçoamento do telescópio, as observações telescópicas, o uso de evidências para abalar o sistema de Ptolomeu) e várias foram as reações ao seu trabalho (ex.: a rápida disseminação do telescópio e das observações com este efetuado ou a sua relação com a igreja). Assim, torna-se importante analisar como as biografias de Galileu para crianças veiculam o seu contributo para a compreensão do Universo. Esta análise permitirá inferir que imagem da ciência e da tecnologia veiculam estas biografias.

Material e métodos

Neste estudo exploratório, começou-se por identificar biografias de Galileu escritas para crianças dos 6 aos 12 anos e publicadas em Portugal. Estas foram identificadas a partir das bases de dados existentes na Biblioteca Nacional de Portugal. Sobre este tema encontraram-se livros de literatura infantil com diferente extensão (desde 30 a 200 páginas) e com diferentes níveis de complexidade. Optou-se por analisar os livros menos extensos e menos complexos por serem aqueles que com maior probabilidade serão lidos na íntegra pelos leitores a quem estas biografias se destinam. Assim, foram analisados quatro livros, aos quais se atribuiu o código BG_x, representando x um dos livros analisados. Assim, os livros selecionados foram: BG₁ (Almeida, 2008); BG₂ (de Almeida, 2008); BG₃ (Letria, 2009) e BG₄ (Steele, 2008).

Uma vez escolhida a amostra para o estudo, identificaram-se as partes dos livros alusivos à ao trabalho de Galileu no âmbito da compreensão do Universo e efetuou-se uma análise de conteúdo. Esta análise permitiu identificar dois grandes temas: a) o telescópio de Galileu, as observações telescópicas e a sua divulgação e b) As observações telescópicas, os sistemas cosmológicos e os argumentos de Galileu a favor do sistema de Copérnico. A partir da análise do modo como estes temas são tratados nas biografias de Galileu para crianças procurou-se inferir qual a imagem da ciência e da tecnologia por elas veiculada.

Resultados e discussão

O telescópio de Galileu, as observações telescópicas e a sua divulgação

O telescópio de Galileu constitui um dos instrumentos chave no desenvolvimento da ciência moderna pois permitiu uma nova imagem do mundo. Nas biografias de Galileu para crianças, a origem do telescópio não é atribuída ao cientista, exceção para BG₁ que o considera “a grande invenção de Galileu” (p.15). Embora Galileu não tivesse inventado o telescópio, foi ele quem o tornou num instrumento científico como resultado de sucessivos aperfeiçoamentos (Willach, 2001). Este processo de aperfeiçoamento, que envolveu técnicas de polimento ou a introdução de um diafragma, não foi um processo linear como parece ser veiculado pela biografia BG₂:

“Comecei por preparar um tubo de chumbo, de comprimento conveniente, nas extremidades do qual ajustei duas lentes de vidro, ambas planas numa face, enquanto a outra face numa lente era convexa e na outra lente era côncava. Aplicando o olho às lentes, vi objetos bastante mais próximos. Pouco depois construí outro telescópio [...] que aumentava os objetos cerca de setenta

vezes. Por fim [...] consegui construir um [...] instrumento que os objetos observados com ele pareciam aumentados cerca de cem vezes” (p. 15)

Na verdade, foi um processo que envolveu a combinação, por tentativa e erro, de lentes e espelhos até encontrar a combinação adequada com duas lentes. Também o processo de melhoramento do instrumento encontrou vários problemas práticos, designadamente a disponibilidade de lentes polidas que poderiam ser usadas no telescópio ou as limitações introduzidas no instrumento (ex.: a diminuição do campo visual) pelo aumento da sua resolução (Leitão, 2010; Willach, 2001). Algumas destas limitações são apresentadas na biografia BG₃:

“reduzi um pouco o diâmetro útil, mas melhorei a nitidez da imagem” (p.).

Assim, o telescópio de Galileu estava longe de ser “um instrumento tão perfeito” como descreve a biografia BG₁ mas pode ser de facto considerado como o melhor telescópio do mundo na sua época, tal como é referido em BG₂ e BG₃. Emerge contudo a imagem de um instrumento fiável:

“arregaçou mangas e tratou de meter mãos à obra, começando a construir vários modelos de telescópios que viriam a ser os mais avançados do seu tempo” BG₃

Quadro 1: Aspetos sobre o telescópio referidos nas biografias de Galileu para crianças

Telescópio		BG ₁	BG ₂	BG ₃	BG ₄
Origem	Atribuída a Galileu	√			
	Holandesa		√	√	√
Constituição		√	√		
Aperfeiçoamento	Aumento da resolução	√	√	√	√
	Redução de funcionalidades do instrumento		√		
	Uso de técnicas de polimento e diafragma		√		√
	Resultado da aplicação da ótica		√		
Qualidade	O melhor na época		√	√	
	Perfeito	√			
Aplicação	Militar		√		√
	Astronomia	√	√	√	√
Aceitação	Instrumento não credível		√		

A aplicação do telescópio para fins militares e não apenas ao serviço da ciência é explorado em BG₂ e BG₄. As potencialidades do telescópio para fins militares foram rapidamente reconhecidas, mas a sua aceitação no âmbito da Astronomia levantou vários problemas pois as observações com auxílio do telescópio entravam em conflito com o que se observava à vista desarmada, o funcionamento do instrumento não era explicado e nem sempre era fácil repetir as observações com o instrumento (Brown, 1985). Referência a esta questão é apresentada em BG₂:

“Muitos diziam que os astros invisíveis a olho nu e observáveis com o telescópio não eram reais, ou que eram apenas ilusões causadas por defeitos nas lentes“

Em suma, com exceção da biografia BG₇ que veicula uma imagem inadequada do telescópio, atribuindo a sua origem a Galileu, induzindo a ideia de que o seu desenvolvimento foi um processo linear que conduziu a um instrumento perfeito, as outras biografias apresentam informação consistente com os factos históricos permitindo ao leitor ir construindo uma imagem acerca da natureza da tecnologia. Nestas biografias, a informação apresentada varia em termos de detalhe, emergindo uma imagem mais completa da natureza da tecnologia em BG₂. Neste caso, emerge a imagem da tecnologia com uma dimensão humana e social, como sendo um processo, como sendo situada num dado contexto e desenvolvida com limitações e tendo como resultando o desenvolvimento de um produto (McRobbie et al., 2000).

As biografias científicas para crianças referem que com o telescópio foram efetuadas várias observações astronómicas, mas o que foi observado dos vários corpos celestes nem sempre é descrito (Quadro 2).

Quadro 2: As observações telescópicas de Galileu apresentadas nas biografias para crianças

Observações telescópicas	BG ₁	BG ₂	BG ₃	BG ₄
Marte	Sem fases	√		
	Aparente alteração do diâmetro	√		
Júpiter e seus satélites		√	√	√
Lua	Imperfeita	√		
	Crateras, vales, montanhas		√	√
	Luminosidade		√	
Estrelas	Brilho a olho nu vs telescópio		√	
	Novas estrelas	√	√	√
Vénus	Fases		√	√
	Aparente alteração do diâmetro		√	
Saturno		√	√	√
Manchas solares			√	√
Composição da via Láctea	Não específica	√		
	Elevado número de estrelas		√	√

As biografias em análise veiculam duas imagens acerca da natureza das observações telescópicas. Em alguns casos emerge a imagem de uma observação objetiva, resultado do uso de um instrumento que estende os sentidos, em que tudo que é observado é novo, sendo Galileu o único protagonista destas observações. Tal é reforçado pelo facto de não existir indicação nas biografias de que algumas observações efetuadas por Galileu foram efetuadas por outros antes dele (ex.: manchas solares ou as zonas claras e escuras na Lua) (BG₁, BG₃, BG₄) e de que algumas observações terem resultado de propostas de observação (ex.: brilho de Marte ou Vénus) (BG₁, BG₂, BG₃, BG₄). Exemplos desta ideia naíve das observações telescópicas são:

“Em novembro desse ano, Galileu observou a Lua pela primeira vez através de um telescópio. Para sua surpresa, conseguiu ver montanhas e crateras. Até á altura, todas as pessoas julgavam que a superfície da Lua era plana” (BG₄)

“A onipotência de Deus permitia que Ele fizesse o Universo como desejava, e podia ser do modo como eu o via e o telescópio mo mostrava” (BG₂)

Neste caso particular da observação da Lua, Galileu apenas observou zonas claras e escuras, a sua distribuição espacial e o modo como elas variavam com o tempo, tendo a partir daqui inferido acerca do perfil da superfície Lunar. Assunto que tinha vindo a

ser debatido desde a antiguidade (Shea, 2000). Por contraste, e por vezes na mesma biografia, as observações efetuadas são consideradas como dados brutos, são recolhidos de modo sistemático, necessitam de ser interpretados e são condicionadas pelo avanço tecnológico (BG₂ e BG₄):

“Comecei a observar o planeta Júpiter. Reparei em três pequenas estrelas, muito brilhantes, junto ao globo deste planeta, uma a este e duas a oeste. Nas noites seguintes, continuei as observações. Vi que estas estrelas acompanhavam o planeta e que havia uma quarta estrela que também o fazia. Reparei que estas quatro estrelas mudavam de posição em relação a Júpiter, enquanto o acompanhavam (...). Eram afinal pequenas luas. Pude medir os seus períodos de translação e os tamanhos relativos das suas orbitas. Afinal Júpiter era uma miniatura do sistema de Copérnico” BG₂

“Em torno de Saturno observou uma estranha forma protuberante, mas ainda não conseguia ver com clareza suficiente para saber que eram os anéis que circundavam o planeta.” BG₄

A divulgação das descobertas de Galileu no livro “O Mensageiro das Estrelas” é mencionado em todas as biografias, sendo também veiculada a ideia (BG₂, BG₃, BG₄) que Galileu efetuou observações posteriores à sua publicação. A questão da avaliação da credibilidade das observações telescópicas pelos Jesuitas é apenas mencionada em BG₂, embora seja omitida a incerteza dos Jesuitas quanto ao perfil da superfície da Lua (Leitão, 2010):

“Jesuitas do colégio Romano verificaram, por observação com telescópios, a validade das minhas observações. Confirmaram-nas em cinco dias, mas evitaram tomar posição sobre a interpretação dessas observações” (BG₂)

As observações telescópicas, os sistemas cosmológicos e os argumentos de Galileu a favor do sistema de Copérnico

Em todas as biografias são apresentadas, em traços gerais, as ideias subjacentes a dois sistemas cosmológicos conhecidos na época de Galileu. É ainda possível inferir que o sistema vigente era o sistema geocêntrico de Ptolomeu e que Galileu era um defensor do sistema de Copérnico, embora nem sempre o tenha defendido (BG₂):

“A velha teoria geocêntrica era uma concepção defendida por Aristóteles, aceite por Ptolomeu (...) Acreditava-se que o Sol girava à volta da Terra, assim como a Lua, os planetas e até as estrelas. Considerava-se que a Terra era o centro do Universo. (...) Algumas pessoas afirmavam que não era assim, e que

na realidade a Terra e os outros planetas giravam á volta do Sol; só a Lua gira em volta da Terra (...). Inventavam-se as justificações mais disparatadas para defender a concepção geocêntrica (...) Eram ideias disparatadas, eu sabia, mas não tinha como provar que a Terra se movia, ou que ela não era o centro de tudo. [mas] até aos meus 45 anos acreditei na teoria geocêntrica” (BG₂)

As observações telescópicas são mencionadas em todas as biografias como tendo um papel importante na desacreditação do sistema de Ptolomeu. Contudo, apenas BG₄ destaca que “as fases do planeta [Vénus] tornou evidente que este rodava em torno do Sol. Era um argumento extremamente favorável às teorias de Copérnico”. As outras biografias ou não especificam as observações relevantes que puseram em causa o sistema de Ptolomeu (BG₃) ou apresentam, para além das fases de Vénus, observações que poderiam ser neste incorporado (tais como os satélites de Júpiter, BG₁, BG₂) e que, por isso, não constituem evidências negativas deste sistema:

“E havia corpos que orbitavam à volta de Júpiter, e não à volta da Terra, então nem todos os planeta tinham de girar ao redor da Terra!...Era suficiente para Galileu questionar o pensamento filosófico grego Aristóteles, segundo o qual os planetas, o Sol e a Lua giravam à volta da Terra (...). Afinal, Vénus não girava à volta da Terra e o Sol era um corpo fluído que rodava em torno de um eixo. Tinha grandes novidades para o seu livro, onde poderia afirmar, com toda a certeza que a Terra se movia e gravitava à volta do Sol” (BG₁)

As observações do ciclo de fases de Vénus, embora tivessem desacreditado o sistema de Ptolomeu, não constituíam evidências suficientes para a adoção do sistema de Copérnico. Estas observações poderiam ser explicadas pelo modelo de Tycho Brahe que continuava a considerar a Terra como centro do Universo (Leitão, 2010). Esta questão não é abordada em nenhuma das biografias emergindo a ideia de uma rutura.

A tarefa de Galileu de defender o sistema de Copérnico não foi tarefa fácil como é referido em BG₂ e BG₃, sendo referidas em ambas as biografias que os argumentos a favor deste sistema são apresentados na obra “Sistemas do Mundo”:

“Para reforçar a ideia de que nunca se afastaria das teorias que elaborara, o meu amigo publicou mesmo um livro de diálogos em que três personagens, Salviati, Simplicio e Sagredo, debatem o assunto, tomando sobre ele posições diferentes” (BG₃)

Contudo, a natureza da defesa do sistema de Copérnico não é referida em nenhuma das biografias. Como refere Zylbersztajn (1998) esta resulta da combinação de argumentos científicos com “propaganda” para aumentar a credibilidade de um sistema cosmológico e de um instrumento.

Conclusões

Nas biografias de Galileu para crianças, a tecnologia é vista como um produto, por vezes considerado perfeito, ou como um processo que resultou num produto. As dimensões humana e social associadas ao desenvolvimento do telescópio, são por vezes, mencionadas bem como o contexto do seu desenvolvimento. Em termos da relação entre a tecnologia e a ciência, o telescópio é considerado crucial para o desenvolvimento do conhecimento do Universo mas o seu avanço é condicionado pelas limitações da tecnologia da época.

No que se refere aos processos de construção do conhecimento, as observações desempenham um papel fundamental nessa construção, sendo por vezes consideradas como objetivas e resultantes do uso de um instrumento que estende os sentidos. Induzindo assim uma visão de Ciência que se aproxima de uma perspectiva empirista. Noutros momentos, as observações apresentam o estatuto de dados em bruto que necessitam de ser interpretadas. A necessidade de validar externamente as observações efetuadas por Galileu, de modo a analisar a sua credibilidade raramente é referida.

Os sistemas cosmológicos conhecidos na época de Galileu são superficialmente apresentados, em parte explicado pelas potenciais limitação de conhecimentos acerca do Universo dos leitores a quem as biografias se destinam. A inter-relação entre observações e sistemas cosmológicos é apresentada, embora as evidências que abalaram a credibilidade do sistema de Ptolomeu nem sempre são apresentadas de modo claro. Finalmente, a importância do trabalho da comunicação dos resultados do trabalho do cientista no contexto da época é mencionado de modo subtil.

A análise efetuada mostra que as biografias de Galileu para as crianças apresentam trabalho de Galileu com diferentes níveis de detalhe, sendo algumas delas consistentes com a informação histórica disponível e apresentando marcos no trabalho de Galileu. Estas últimas podem contribuir para uma iniciação à compreensão acerca dos processos envolvidos na construção da compreensão do Universo. Neste sentido, recomenda-se a integração destes últimos nos níveis iniciais aquando do estudo dos astros. Embora não seja de esperar que as biografias apresentem um maior nível de detalhe em relação aos sistemas cosmológicos ou à sua inter-relação com as observações efetuadas, dado o tipo de leitores a quem se destinam, seria importante

que uma imagem menos deformada da natureza das observações telescópicas fosse veiculada e que informações mais claras do que observou Galileu fossem apresentadas.

Referências Bibliográficas

- Almeida, P. (2008). *Galileu Galilei, "E no entanto, ela move-se"*. Matosinhos: Quidnovi
- Brown, H. (1985). Galileo on the telescope and the eye. *Journal for the History of Ideas*, 46, 487-501.
- Cachapuz, A. Sá-Chaves, I. & Paixão, F. (2004). *Saberes Básicos de todos os Cidadãos para o Século XXI. Relatórios e Estudos*. Lisboa: Conselho Nacional Educação
- Dagher, Z., & Ford, D. (2005). How are scientists portrayed in children's science biographies. *Science & Education*, 14, 377-393
- de Almeida G. (2008). *Chamo-me...Galileu Galilei*. Lisboa: Didática Editora
- Galvão, C. (2006). Ciência na Literatura e literatura na ciência. *Interações*, 3, 32-51
- Leitão, H. (2010). Estudo Introdutório. Em Galileu, G. *Sidereus Nuncius. O Mensageiro das Estrelas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Letria, J.J. (2009). *Galileu à Luz de uma Estrela*. Lisboa: Texto Editores
- McRobbie et al., C. (2000). Pre-service primary teachers' thinking about technology and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 81-91
- Shea, W. (2000). Looking at the Moon as another Earth. Terrestrial Analogies and seventeenth-century telescopes. In Hallyn, F. (Ed) *Metaphor and Analogy in the Sciences*. Dordrecht: Springer
- Zylbersztajn, A. (1988) Galileu-Um cientista e várias versões. *Caderno Brasileiro de Ensino da Física*, 5. (número especial), 66-48
- Willach, R. (2001). The development of telescope optics in the middle of the seventeenth century. *Annals of Science*, 58(4), 381-398.

1º Encontro de História da Ciência no Ensino

UTAD 27 de maio 2015



Autores:
Isilda Rodrigues - UTAD
Jorge Azevedo - UTAD

E-BOOK



• U • C •

Título

1º Encontro de História da Ciência no Ensino

Data

27 de maio de 2015

Editores

Isilda Rodrigues
Jorge Azevedo

Capa

Alexandra Mascarenhas

Edição

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

ISBN

978-989-704-206-5

Ano 2015