

EPISÓDIOS HISTÓRICOS E NATUREZA DAS CIÊNCIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Thaís Cyrino de Mello Forato
Universidade Federal de São Paulo

Alexandre Bagdonas
Universidade Federal de Lavras

Leonardo Testoni
Universidade Federal de São Paulo

RESUMO: Argumentamos que o estudo de diferentes episódios históricos pode contextualizar discussões sobre diversos aspectos da natureza das ciência (NDC), problematizando visões essencialistas e promovendo visões melhor informadas na formação de professores. Para isso, apresentamos narrativas históricas escritas e didatizadas sob a perspectiva da historiografia contemporânea, que exemplificam a contextualização de diferentes fatores epistêmicos e não epistêmicos envolvidos no desenvolvimento das ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Natureza das ciências; episódios históricos; ensino de ciências.

OBJETIVOS: Oferecer fundamentos teórico e metodológico para promover debates sobre diferenças, semelhanças e peculiaridades entre aspectos da NDC, intrínsecos a distintos episódios históricos ou suas interpretações.

MARCO TEÓRICO

A história, filosofia e sociologia da ciência tem sido utilizadas para promover aprendizado *em e sobre* as ciências (Acevedo-Díaz et al. 2017). Algumas propostas adotam o estudo de episódios históricos para ilustrar aspectos supostamente consensuais, na forma de enunciados declarativos, sem discutir seus riscos e limitações (Hodson 2014; Bagdonas et al. 2015). Essa chamada “visão consensual” da natureza da ciência (NDC), apresentada em listas de afirmações assertivas, tem recebido críticas, pois carregaria uma visão essencialista de ciência, cega às diferentes disciplinas (Irzik; Nola 2011, Noronha et al., no prelo). Propostas alternativas vem sendo realizadas (Allchin 2011; Martins 2015, Arduriz-Bravo; Bejarano 2016; Acevedo-Díaz; Garcia-Carmona 2016 etc), contudo, a lacuna entre a literatura e a sala de aula continua um dos desafios da didática das ciências.

Relembramos como episódios históricos, pautados na historiográfica atual (Martins 2010), inscrevem a pluralidade metodológica das ciências, evidenciando que não existe uma concepção única para a sua natureza, permitindo evitar visões ingênuas sobre NDC e a memorização de enunciados “consensuais”. A construção de narrativas históricas admite, assim, que episódios históricos são complexos, sofrendo a ação de inúmeras influências.

A partir do caos histórico, o historiador cria uma ordem compreensível, através de um processo de *seleção* daquilo que é descrito e pelas *conexões* que ele próprio inventa. Mesmo se sua seleção não levar a uma história linear, houve uma omissão de inúmeros aspectos, e uma grande simplificação da complexidade histórica.” (Martins 2010, p. 5-7).

Considerando a historiografia da ciência uma atividade dinâmica, contextualizada e datada, que fundamenta distintas interpretações, entendemos que cada narrativa histórica pode mostrar diferentes aspectos da NDC em um mesmo recorte histórico.

Argumentamos, assim, que apresentar um conjunto de aspectos da NDC não significa, necessariamente, que se está defendendo uma visão essencialista das ciências. Abordagens historiográficas atuais exemplificam fatores epistêmicos e não epistêmicos envolvidos na elaboração de conceitos e teorias das ciências, que podem se modificar de um contexto para outro, de uma ciência para outra. Cada episódio e abordagem podem evidenciar um conjunto peculiar de NDC.

Apesar dos benefícios pedagógicos mobilizados na discussão de um único episódio histórico, alguns riscos são previstos (Forato 2009). Quando se discute um único recorte ou pensador, exemplificando a influência de fatores extra científicos na ciência, os estudantes podem concluir que esse evento teria sido uma exceção. Por exemplo, quando estudamos a influência de aspectos alquímicos e religiosos na ciência de Newton pode-se transmitir a ideia de que teria sido apenas um caso peculiar. Seria interessante conhecer outros pensadores para os quais havia diferentes relações entre ciência e religião, como Georges Lemaître (1894-1966), cujas crenças religiosas e outros fatores metafísicos motivaram e auxiliaram suas pesquisas (Bagdonas & Silva 2015). Isso não significa defender que sempre existe a influência da metafísica ou da religião na ciência.

Quando se enfatiza apenas a presença de fatores subjetivos no desenvolvimento da ciência, corre-se o risco de fomentar o relativismo ingênuo (Forato 2009). Em um jogo didático para ensinar cosmologia e NDC no ensino médio, Bagdonas e col. (2014) discutiram como a guerra e o nacionalismo influenciaram a ciência durante a Primeira Guerra Mundial, problematizando a visão da ciência como neutra. Para evitar o relativismo ingênuo foi problematizado o determinismo social, discutindo como argumentos racionais e interpretação de dados observacionais foram importantes na escolha entre diferentes modelos cosmológicos.

Outra concepção ingênua de NDC surgiu entre alunos da escola básica, quando atribuíram à falta de tecnologia para realizar experimentos, na Antiguidade Clássica, as razões para haver diferentes teorias adequadas à época, para explicar a natureza da luz, (Forato 2009, cap.4).

Alertamos, assim, que abordar um único episódio da HC pode fortalecer estereótipos ou implicitamente sugerir que aspectos da NDC seriam peculiares apenas ao episódio estudado.

METODOLOGIA

Tais reflexões fundamentaram o pressuposto da importância de se discutir diferentes episódios históricos com o mesmo grupo de estudantes, explicitando como cada contexto e enfoque historiográfico mostram diferentes aspectos da NDC.

Selecionamos pesquisas que vem sendo conduzidas em parceria com outros pesquisadores, em perspectiva da historiografia acima defendida, como exemplos de propostas didáticas que explicitam aspectos da NDC (tabela 1).

Como mais um critério de seleção, observamos três pressupostos, que podem fundamentar as ações do formador de professores:

1. A importância de se explicitar a pluralidade metodológica nas ciências, confrontando diferentes aspectos da NDC, exemplificados por distintos contextos socio-históricos;

2. Reconhecer alguns aspectos que podem estar presentes em diferentes episódios, portanto, não sendo peculiares a estereótipos ou mitos da HC, entretanto, evitando generalizá-los de modo a incorrer na visão essencialista;
3. Reconhecer a diversidade de interpretações sobre um mesmo episódio histórico permite explorar a consistência entre a visão de ciências que cada relato transmite e os objetivos formativos pretendidos.

RESULTADOS

Os trabalhos na tabela 1 exemplificam aspectos epistêmicos e não epistêmicos nos episódios históricos, que podem ser confrontados e debatidos em disciplinas de práticas pedagógicas, sobre história das ciências no ensino, ou ainda, em físicas gerais, mobilizando conceitos e teorias da física, além de aspectos da NDC. Como sugestão metodológica para sua escolha e uso, pode-se utilizar os três pressupostos acima descritos, de modo a selecionar quais temas trabalhar, em função dos diferentes contextos educacionais.

Tabela 1.
Propostas para abordagens da NDC.

<i>Referencial/tema</i>	<i>exemplos sobre a NDC</i>
Bagdonas; Silva 2015 Controvérsia entre teoria do Big Bang e Estado Estacionário	<ul style="list-style-type: none"> – Relações entre ciência e religião debatidas por Lemaitre, Hoyle e o Papa Pio XII – Como lidar com conflitos entre visões de mundo distintas em sala de aula? – O que diferencia ciência de religião e outras formas de ver o mundo?
Bagdonas <i>et al</i> 2014 Historia da Cosmologia: ciência e contexto socio-cultural	<ul style="list-style-type: none"> – Jogo didático para pensar relação ciência e sociedade no período de 1914 a 1939 – Tensão nacionalismo e universalismo na ciência durante a Primeira Guerra – Disputas de prioridade e problematização do conceito de descoberta – Problematização da neutralidade da ciência e do determinismo social
Borges; Forato 2017 História da termodinâmica e da arte	<ul style="list-style-type: none"> – Ciência e arte expressando o contexto científico e dimensões socioculturais na ciência – máquinas térmicas e transformações sociais – Desenvolvimento de teorias face a necessidades econômicas e políticas – Ciência aprimorando o rendimento de máquinas a vapor, precedendo a evolução da técnica em decorrência de avanços na ciência?
Cardeira 2016 Gás hidrogênio como combustível no acidente do Hindenburg-1937, nos foguetes da NASA e nos ônibus da EMTU/SP	<p>O uso do gás hidrogênio e o progresso tecnológico em contextos sociais, políticos e econômicos</p> <p>Usos políticos de voos aerostáticos na França, na década de 1780</p> <p>Zeppelins e transportes intercontinentais em voos de alto luxo, em demonstração de poder do partido nazista</p> <p>Interesses econômicos e políticos na retomada do gás hidrogênio em propulsores para foguetes da NASA e na corrida espacial no século XX</p> <p>Ciência como empreendimento coletivo</p> <p>Questionar a neutralidade e infalibilidade da ciência: “erros e acertos” no uso do gás hidrogênio como combustível</p> <p>Problematizar visões ingênuas de que a ciência sempre progride linearmente</p>
Cardoso 2015 Máquinas térmicas na história do Brasil	<p>Necessidades econômicas e políticas na construção de ferrovias e aplicação das máquinas térmicas no contexto brasileiro</p>

<i>Referencial/tema</i>	<i>exemplos sobre a NDC</i>
Forato 2009, vol. 2, p. 25-61. Concepções sobre a natureza da luz em 3 episódios	Não havia consenso entre filósofos: observação de fenômenos não permitia interpretação única Diferentes explicações para a luz baseadas no modo como cada escola de pensamento entendia o funcionamento do Universo Pressupostos na formulação de hipóteses, construção de modelos e observação de experimentos Premissas para a aceitação de entes inobserváveis em modelos científicos Não é possível tirar conclusões apenas a partir dos experimentos, mas eles são muito importantes para a elaboração de teorias científicas Influências financeiras e interesses pessoais na ciência.
Forato; Silva 2012 Análise do filme Apollo 13 ¹ e episódios históricos sobre a relação homem-Lua	Visão de mundo no geocentrismo aristotélico Observações celestes na aceitação do heliocentrismo Transitoriedade das idéias na ciência Motivações políticas na conquista do espaço Visão sobre ciências e cientistas implícitas no filme Valores pessoais e conflitos humanos no contexto científico da NASA Ciência como patrimônio coletivo histórico cultural Conflito entre cientistas pode fragilizar a imagem pública da ciência?
Gomes; Forato 2015 Marie Curie: Química Teórica e Física Moderna no Ensino	Decaimento e emissões radioativas no dia a dia Contexto cultural do desenvolvimento do conceito de radioatividade Questões de gênero na HC Coletividade da ciência Transitoriedade de modelos atômicos
Leal et alli 2016 Ciência, religião e respeito à pluralidade cultural no ensino	Visões de Newton e Leibniz sobre a providência divina Newton e o combate ao ateísmo Desmistificar ateísmo de Darwin Incertezas na construção do pensamento científico Complexificar relação ciência-religião
Neves et alli 2016 The experiments of charge/mass of the cathode rays particles late XIX century	The scientific problems that motivated the experiments Collaboration and disagreement among scientists The role of mistakes in the science opposing the idea of infallible genius Problematizing neutral observations and a single and unique experimental method The context that disregarded metaphysical entities as a possible reason for Thomson has received more credit than Kaufmann and Wiechert
Pereira; Forato 2012 Mayer, Rumford e o princípio da conservação da energia	Interesses políticos e pessoais no reconhecimento da prioridade Pressupostos aceitos no século XIX mas banidos da ciência atual

CONCLUSÕES

Os trabalhos (tabela 1) trazem propostas didáticas, tendo sido várias delas implementadas em diferentes contextos educacionais, analisando em que medida foram efetivas para o aprendizado da NDC.

1. Howard, R. Apollo 13. Universal Pictures, Imagine Entertainment 1995.

Informamos temas e aspectos da NDC abordados visando oferecer mais de um episódio sobre relações da ciência com tecnologia; política; economia; religião; valores pessoais, visões de mundo etc. Ademais, eles também mobilizam conceitos e aspectos epistêmicos, além dos destacados. O formador de professores pode selecionar de acordo com o contexto educacional, conteúdo e objetivos formativos da disciplina ministrada.

REFERENCIAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J.A., GARCÍA-CARMONA, A. y ARAGÓN, M.M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*. In press.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A. y GARCÍA-CARMONA, A. (2016) «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». *Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. y BEJARANO, N. (2015). Finding criteria to support decisions on which philosophy of science is more useful for science teachers. 11th Conference of the European Science Education Research Association. University of Helsinki, Finland.
- ALLCHIN, D. (2011) Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- BAGDONAS, A., GURGEL, I. y ZANETIC, J. (2014). Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Rev. Bras. de História da Ciência*, 7(2), 242-260.
- BAGDONAS, A., ROZENTALSKI, E. y POLATI, F. (2015). Controversial aspects of the construct NOS in the Ibero-American Science Education journals: a literature review. In: *Proceedings of the IHPST 13th Biennial International Conference*, Rio de Janeiro.
- BAGDONAS, A. y SILVA, C. (2015). Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion. *Science & Education*, 24(9-10), 1173-1199.
- BORGES, D.B.S. y FORATO, T.C.M. (2017). *Ciência e Sociedade: Retratos da História da Termodinâmica na Arte*. in Moura, B. y Forato, T. *As diversas faces da História e da Epistemologia da Ciência: relações com Ensino, Gênero e Arte*.(orgs.) São Bernardo do Campo: Ed. da UFABC.
- CARDEIRA, F. (2016). *O uso do gás hidrogênio: dos aerostatos aos ônibus da EMTU/SP e uma proposta para o ensino de ciências*. Monografia. Graduação em Ciências. Universidade Federal de São Paulo.
- CARDOSO, C. (2015). *Ensino de Física na Escola Básica: Abordando a História da Ciência no Brasil*. Monografia. Graduação em Ciências. Universidade Federal de São Paulo.
- FORATO, T.C.M. (2009). *A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese de Doutorado em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2vols.
- FORATO, T.C.M. y SILVA, C. (2012). *Apollo 13 do fracasso ao triunfo*. In Oliveira, B.(Org). *Ciência e Cinema na Sala de Aula*. Belo Horizonte: Fino Traço Editora, p.95-110.
- GOMES, T. y FORATO, T.C.M. (2015). *Marie Curie e as emissões radioativas: uma proposta para a sala de aula*. In Silva, A.P. y Guerra, A.(Orgs.). *História da Ciência e Ensino: Fontes Primárias e propostas para sala de aula*. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 253-264.
- HODSON, D. (2014). *Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases*. In *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Springer Netherlands, 911-970.

- IRZIK, G. y NOLA, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education, *Science & Education*, 20 (7), 591-607.
- LEAL, K.P., FORATO, T.C.M. y BARCELLOS, M. (no prelo). Ciência e religião em conflito na sala de aula: episódios históricos como propostas para a formação de professores. *Rev. Bras. de História da Ciência*.
- MARTINS, A. (2015). Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Cad. Bras. de Ens. de Fís.* 32(3), 703-737.
- MARTINS, R.A. (2010). Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto whig? *Boletim de Hist. e Fil. da Biologia*, 4(3), 4-7.
- NEVES, D., PEREIRA, B., PEREIRA, S., FORATO, T. y BIANCO, A. (2016). The Wiechert, Kaufmann and Thomson experiments on the charge/mass of the particles of the cathode rays. 1st European IHPST Regional Conference. Flensburg, Alemanha.
- NORONHA, A., BAGDONAS, A. y GURGEL, I. (no prelo) Is the electron real? Who discovered the expanding Universe? Debating non consensus topics of Nature of Science in science classrooms In: Prestes, M. E. y Silva, C. *Teaching science with context: Historical, Philosophical, Sociological Approaches*, Springer.
- PEREIRA, A.K.S.; FORATO, T.C.M. (2012). Controvérsias históricas na sala de aula: o princípio da conservação da energia. *Atas do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Maresias.