

# EDWIN HUBBLE E O ENIGMA DO REDSHIFT: UMA PROPOSTA DE TRABALHO BASEADA NA WHOLE SCIENCE

Karel Pontes Leal

*Universidade de São Paulo- USP, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências*

Marlon C. Alcantara

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - IF Sudeste MG*

Thaís Cyrino de Mello Forato

*Universidade Federal de São Paulo, Campus Diadema*

*Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências- USP*

*Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática- UNIFESP*

**RESUMO:** Elaborar propostas de ensino que abordem a ciência apresentando seus pressupostos teóricos, assim como seus aspectos históricos e epistemológicos, vem sendo um dos desafios atuais para professores e pesquisadores. Buscamos apresentar elementos do desenvolvimento de um estudo de caso, construído com o objetivo de colaborar para o desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre a ciência, a partir da concepção de Universo (visão astronômica) do início do século XX, centrado na figura de Edwin Powell Hubble. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica de fontes primárias e secundárias do episódio, à luz da *Whole Science*, proposta por Douglas Allchin. Apesar das dificuldades na elaboração de tais propostas, elas mostram-se frutíferas para a formação de professores e para seus usos na escola básica.

**PALAVRAS-CHAVE:** natureza da ciência, ensino de física, *whole science*, história da ciência.

**OBJETIVOS:** Apresentar alguns pressupostos teóricos e procedimentos metodológicos utilizados na elaboração de um estudo de caso na perspectiva da *Whole Science* (Allchin, 2013).

## QUADRO TEÓRICO

A construção de estudos de casos históricos, para se discutir aspectos relativos à NDC na sala de aula, vem sendo discutida por muitos pesquisadores (Henke, Höttecke e Riess, 2012). Esses estudos de casos apresentam abordagens históricas e metodológicas distintas e também são amparados por uma pluralidade de visões sobre a ciência. Dentre essas propostas, podemos encontrar construções de narrativas históricas, construção de redes históricas, narração de histórias (*storyteller*), discussões de recortes históricos, narrativas baseadas em investigação, entre outras. Na literatura especializada, encontramos grupos de pesquisa com visões diferentes sobre a NDC, seja a definição do termo, ou mesmo sobre a forma de descrição de seus aspectos. Em 2014, Moura publicou o artigo “O que é natureza da Ciência

e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?” apresentando uma revisão bibliográfica sobre essa diversidade de enfoques. Em tal artigo, é possível identificar alguns pesquisadores que defendem uma visão consensual sobre alguns aspectos da NDC que seriam relevantes para o ensino de ciências. Nesta linha, podemos ver trabalhos como Lederman (2007), Jiang & McComas (2014), entre outros. Entretanto, essa “visão consensual” vem sofrendo críticas de diversas naturezas (Martins, 2015) o que pode ser observado em trabalhos como Allchin, (2011), Irzik & Nola (2011), Clough (2007), entre outros. Mesmo a partir de divergências quanto à definição de NDC, podemos perceber que muitos autores identificam esse conteúdo como um componente indispensável para o Ensino de Ciências.

A compreensão de NDC é o componente mais importante da alfabetização científica por que este conhecimento, se adequado ou não, é o que utilizamos para validar questões públicas que envolvem a ciência e a tecnologia (Shamos apud Acevedo-Díaz; García-Carmona; Aragón-Méndez, 2016, p.409).

Ao se abordar a ciência a partir de uma visão que a coloque como um empreendimento humano, a História da Ciência (HC) passa a ser uma das vertentes importantes para se discutir os aspectos relativos à NDC (Forato, Pietrocola e Martins, 2011). Na mesma linha, Guerra & Braga (2014) destacam contribuições de se abordar controvérsias, relatando a construção da ciência como uma relação dialética entre o contexto sociocultural e a construção das teorias.

## METODOLOGIA

O estudo de caso foi construído durante a disciplina Natureza da Ciência e Ensino, oferecida pelo programa de Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, da Universidade de São Paulo, em 2015. Ministrada pelo professor Douglas Allchin, o programa da disciplina estava baseado na visão sobre NDC a partir da *Whole Science*, fundamentada por seu livro “*Teaching Nature of Science: perspectives & Resources*” (2013). A didatização do caso histórico foi amparada por trabalhos educacionais como Bagdonas (2015), Jardim & Guerra, (2014), entre outros, assim como por trabalhos historiográficos como Ferguson (1999) e Bartusiak (2009), além de fontes primárias, como os trabalhos de Hubble (1929) e (1933).

A visão de *Whole Science* para NDC (Allchin, 2013) foi o eixo metodológico diretor no qual as outras referências bibliográficas se somaram gerando o estudo de caso “Edwin Hubble e o enigma do *Redshift*”<sup>1</sup>. Essa abordagem didática da NDC busca aliar o ensino por investigação e a história das ciências, trazendo os problemas e resultados que emergiram em episódios históricos, de modo a tornar o aluno partícipe do desenvolvimento de teorias ou conceitos científicos.

Na visão de Allchin, os aspectos da NDC podem ser trabalhados em três vertentes: casos contemporâneos; casos históricos e ensino por investigação. Dentro dessas três vertentes, é necessário integrar os aspectos sociais, com aspectos mais internalistas da ciência, como componente epistemológico da ciência (Allchin, 2001).

Não precisamos somente ensinar conceitos de NDC. Precisamos também ensinar uma postura de análise sobre NDC. Ou seja, os alunos devem desenvolver um hábito de perguntar “como sabemos isso?” ou “com base em evidências e conhecimentos, como podemos ter confiança nesta afirmação científica particular?” (Allchin, 2016, p.7, tradução livre)

1. O case completo pode ser acessado pelo link: <[https://www.academia.edu/30953609/Edwin\\_Hubble\\_and\\_the\\_Puzzle\\_of\\_Astronomical\\_Red\\_Shifts](https://www.academia.edu/30953609/Edwin_Hubble_and_the_Puzzle_of_Astronomical_Red_Shifts)>

Nesse sentido, o autor observa que uma lista de aspectos supostamente consensuais é restrita para exemplificar a complexidade e dinamicidade da ciência, assim como para abordar os aspectos de NDC que podem surgir nas discussões em sala de aula. Para Allchin (2013), os alunos devem desenvolver uma ampla compreensão de como a ciência trabalha para interpretar a confiabilidade das afirmações científicas na tomada de decisões pessoais e públicas.

A partir dos referenciais citados acima, o estudo de caso foi sendo desenvolvido, centrado na figura de Edwin Powell Hubble, destacando alguns aspectos sociais e contendo fragmentos de seus trabalhos e de seus “concorrentes” e colaboradores, tais como gráficos e conceitos para explicar os afastamentos, velocidades e as técnicas utilizadas para os estudos das nebulosas.

## RESULTADOS

Podemos, a partir da construção desse estudo de caso, separar os resultados obtidos em duas vertentes. A primeira diz respeito diretamente à utilização de uma abordagem para a NDC no ensino de ciência, utilizada por Douglas Allchin em diferentes trabalhos. Essa metodologia de ensino, pautada em narrativas que proporcionam a imersão do estudante no objeto de estudo, parece promissora. A segunda contribuição de nossos resultados configura-se o estudo de caso especificamente construído por nós, que pode ser utilizado no ensino de ciências. Esse estudo de caso apresenta uma significativa variedade de aspectos da NDC, os quais, se ilustrados e debatidos em diferentes momentos da Escola Básica, podem trazer benefícios à educação científica dos estudantes.

A abordagem que utilizamos para a construção do estudo de caso, baseada no chamado “fazer ciência”, busca uma narrativa na qual se almeja a contextualização com uma época ou cenário escolhidos. Em determinados momentos da história que se desenrola, detalhando a investigação de um problema científico, observações, conjecturas de hipóteses, análise de dados, há interrupções nas quais os professores chamam a atenção para um detalhe do relato e questionam os estudantes a respeito de suas escolhas, caso tivessem as responsabilidades dos personagens da narrativa. Em nosso caso, podemos observar um momento em que um pesquisador apresentou dados e enunciou a resolução de um problema. Em seguida, outras pessoas apresentaram evidências de que o pesquisador ignorou diversos dados em sua publicação. A partir disso, indicamos possíveis questões que coloquem esse tipo de prática em foco (Think):

**THINK [4] – IMAGINE QUE VOCÊ ESTÁ ENTRE OS ASTRÔNOMOS QUE OBSERVARAM AS OMISSÕES NOS DADOS DO SILBERSTEIN, ONDE SÃO APRESENTADAS INFORMAÇÕES CONSISTENTES COM A TEORIA DEFENDIDA POR ELE. COMO VOCÊ LIDA COM ESSAS OMISSÕES? COMO ISSO AFETARÁ O SEU TRATAMENTO DE FUTUROS TRABALHOS POR ESTE ASTRÔNOMO?**

Fig. 1. Um dos momentos do estudo de caso no qual paramos o relato e questionamos os alunos a respeito de práticas do fazer científico.

Sendo assim, questionamos se todos os cientistas utilizam toda a gama de dados colhidos em seus trabalhos para construir suas hipóteses e teorias. Perguntamos também: “Como deve funcionar a ética na pesquisa científica?”.

Além de questões como essas, ao longo da narrativa, apresentamos diversas situações em que os estudantes devem tomar decisões e analisar dados, gráficos, diferenças importantes em edições de artigos publicados, influência de pesquisadores importantes em seus campos, disputas por crédito em teorias, entre outras.

O contexto da astronomia da década de 1920 mostrou-se fértil para a proposta. Utilizando fontes primárias e secundárias, buscamos um recorte que apresentasse diferentes facetas do personagem principal, Hubble. Há momentos nos quais ele utiliza conhecimentos recém construídos, como o desenvolvimento de Leavitt, para influenciar seu campo de pesquisa, torna seu observatório reconhecido na comunidade de astronomia e, sob diferentes controvérsias, é anunciado como o “descobridor da expansão do Universo” (Bagdonas, 2015).

O estudo de caso em questão busca humanizar a figura desse personagem. Ao apresentar e enunciar outras pessoas importantes na construção dos avanços da astronomia nessa época, tentamos demonstrar a importância da comunidade científica e da coletividade para o desenvolvimento de uma ideia. Além das contribuições dessas pessoas, discutir sobre o comportamento de Hubble ao se deparar com disputas de crédito, a ausência de trechos do artigo de Lamaître traduzido para o inglês, e, a ausência de convicção em seu discurso sobre a expansão do Universo podem levar o estudante a observar uma complexidade que algumas narrativas sobre história da ciência podem não apresentar.

Tomando como base<sup>2</sup> uma tabela construída por Allchin (2011) com diferentes aspectos da NDC e analisando o estudo de caso, observamos alguns desses aspectos para serem discutidos a partir de nossa narrativa, entre eles: concepções alternativas, relevância das evidências, métodos sistemáticos de observação, controle de experimentos, análises de erros e estatísticas, mudanças conceituais, competição entre cientistas, conflitos de interesses, além de tópicos relacionados às comunicações e divulgação de conhecimento.

A construção do estudo de caso e o contato com a nova metodologia de ensino de ciências são resultados significativos para a nossa formação continuada e nossa prática docente.

## CONCLUSÃO

Trabalhar a HC no ensino de ciências não é uma tarefa simples. Os desafios passam pela preparação de professores, a qualidade da pesquisa histórica que dará suporte a construção de materiais, e principalmente sobre os objetivos e metodologias para se trabalhar com a HC.

“A história não seria simplesmente um registro de fatos científicos. Para que tivesse a função de nos auxiliar a compreender o desenvolvimento científico, a história deveria ser escrita a partir de uma estrutura categorial que apontaria as complexidades da produção científica”. (Kuhn apud Vilas Boas et al, 2013, p. 289)

Um das implicações da *Whole Science* consiste no fato de inserir gráficos, tabelas, expressões matemáticas e outras formas de representação encontradas em fontes primárias, a partir de uma visão questionadora. Em nossa visão, esta é uma estratégia importante para colocar o aluno diante dos desafios da ciência e dos atributos da linguagem científica.

No geral, muito do conhecimento da ciência relevante para as pessoas nos estudos de casos se trata do conhecimento sobre a ciência, isto é, do conhecimento sobre o desenvolvimento e utilização dos conhecimentos científicos e não do próprio conhecimento científico (Ryder, 2001, p.35).

Deste modo, a elaboração de materiais baseados em questionamentos pode promover a reflexão sobre episódio histórico, além de promover uma maior interação entre o aluno e seu objeto de estudo. Essa montagem não é algo simples, requer tempo para a pesquisa histórica e, sobretudo, a reflexão sobre a própria

2. Existe um debate em relação às listas consensuais e suas críticas. Tomando tal trabalho como base, não adotamos uma vertente deste debate. Apenas utilizamos alguns nomes e tópicos utilizados por Allchin como parâmetro para descrever os aspectos que nosso estudo de caso aborda.

produção. Nesse sentido, a produção de materiais para o ensino de ciências a partir da perspectiva histórica, se torna um grande desafio, tanto do ponto de vista da composição da pesquisa histórica, quanto para a perspectiva educacional. A divulgação e discussão sobre os referenciais educacionais para a construção desses materiais constitui-se um passo importante para impulsionar a produção acadêmica e orientar a formação de professores. Permitir o acesso a esses materiais promoveria maior clareza sobre quais são seus objetivos e quais são os principais riscos e vantagens de se trabalhar com a história da ciência no ensino de ciências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J.A., GARCÍA-CARMONA, A., ARAGÓN-MÉNDEZ, M.M.(2016). Un caso de Historia de la Ciencia para aprender Naturaleza de la Ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 408–422.
- ALLCHIN, D. (2001). Error types. *Perspectives on Science*, 9, p. 38–59.
- (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science & Education*, 95, 518–542.
- (2013). *Teaching the nature of Science – Perspectives and resources*. Saint Paul. MN: SHiPS Education Press.
- (2016). *Beyond the Consensus View: Whole Science*. Disponível em: < <http://www.tc.umn.edu/~allch001/papers/Allchin-2016-Beyond-consensus.pdf> >. Acesso em: 20/12/2016.
- BAGDONAS, A. (2015). *Controvérsias envolvendo a Natureza da Ciência em sequências didáticas sobre cosmologia*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo.
- DRIVER, R. *et al.* (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- FERGUSON, KITTY. (1999). *Measuring the universe : our historic quest to chart the horizons of space and time*. Walker & Company, New York.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. (2011). Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis*, 28(1), 27–59.
- GUERRA, A.; BRAGA, M. (2014). The Name of the Rose: A Path to Discuss the Birth of Modern Science. *Science & Education*, 23, 643–654.
- GIL-PERÉZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125–153.
- 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, 1223–1261.
- JIANG, FENG; MCCOMAS, W. F. (2014). Analysis of Nature of Science Included in Recent Popular Writing Using Text Mining Techniques. *Science & Education*, 23, 1785–1809.
- LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of science: past, present and future. In: Abell, S. K.;Lederman, N.G.(Eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 831–879.
- MARTINS, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis*, 32(3),703–737.
- MOURA, B.A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?. *Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro*, 7(1). 32–46.
- RYDER, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1–44.
- VILAS BOAS, A.; Silva, M. R.; Passos, M. M.; Arruda, S. M. (2013). História da Ciência e Natureza da Ciência: debates e consensos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis*, 30(2), 287–322.

