O contexto da descoberta e o contexto da justificativa em sala de aula

Anabel Cardoso Raicik
UFSC/PPGECT
Brasil
anabelraicik@gmail.com

Luiz O. Q. Peduzzi
UFSC/Dep. Física/PPGECT
Brasil
luiz.peduzi@ufsc.br

RESUMO
Este artigo contextualiza uma história em quadrinhos desenvolvida na perspectiva de discutir aspectos relativos à Natureza da Ciência, sobretudo, a dicotomia entre o contexto da descoberta e da justificativa explicitada por Reichenbach e a dimensão tomada pela mesma à luz da moderna filosofia da ciência. Para o vínculo desse assunto com um conteúdo histórico específico utilizou-se os estudos de Stephen Gray. O texto elaborado na forma de um diálogo fictício em sala de aula é parte de um módulo de ensino referente a um segmento da história da eletricidade, voltado ao estudante de física em formação; contudo, ele pode ser utilizado em outras situações de ensino com relativa independência. Nesta perspectiva, apresentam-se algumas possibilidades de apropriação da história em quadrinhos.

ABSTRACT
This paper analyzes a comics developed with the aim of discussing aspects of the Nature of Science, especially the dichotomy between the contexts of discovery and justification as explained by Reichenbach and its dimension in the light of modern philosophy of science. We used the studies of Stephen Gray to link this issue with a specific historical content. The text, which was written in the form of a fictional dialogue in the classroom, is part of a teaching module related to a segment of the history of electricity, meant for the physics student in training, but being relatively independent. In this perspective, we present some possibilities of appropriation of the comics.

Palabras clave: cómics; contexto de descubrimiento y contexto de justificación; Stephen Gray.
Palavras chave: história em quadrinhos; contexto da descoberta e contexto da justificativa; Stephen Gray.
Keywords: comics; context of discovery and context of justification; Stephen Gray

INTRODUÇÃO

Já há bastante tempo, pesquisas em ensino de física vêm defendendo discussões de caráter histórico-filosófico nas ações pedagógicas da educação científica (Clough; Oslon, 2008; Praia *et al.,* 2007; El-hani, 2006; Lederman, 2007; Peduzzi, 2005; McComas *et al.*, 1998; Matthews, 1998; Martins, 2006; Hodson, 1986). Nesta perspectiva, é possível contextualizar a ciência; analisá-la como uma atividade passível de subjetividade, dependente do contexto sociocultural de cada época, suscetível a mudanças, permeada por diversas concepções metodológicas (Peduzzi, 2005; Matthews,

1995). Sobretudo, um ensino *sobre* a ciência pode contribuir para o desenvolvimento das competências, que se julgam serem necessárias, ao cidadão do século XXI (Forato *et al,*. 2011).

No entanto, o ensino de ciências ainda apresenta resistências a mudanças e, comumente, diversas concepções inadequadas acerca da ciência e do seu desenvolvimento (Gil Pérez *et al*., 2001; Fernández *et al*., 2002; McComas *et al*., 1998; Rezende *et al*., 2010). Para que novas reflexões sobre a ciência estejam presentes no ensino, é relevante que se desenvolvam trabalhos voltados ao professor em formação e a futuros pesquisadores, que também atuarão como docentes.

As Histórias em Quadrinhos (HQ), atualmente, já são potencialmente reconhecidas como instrumentos pedagógicos (Carvalho; Martins, 2009), principalmente por sua natureza lúdica, que propicia um jogo de linguagem e uma dinâmica entre os personagens. A utilização desses materiais está sendo inserida no ensino de ciências (Testoni *et al.* 2013; Souza; Vianna, 2013; Cruz *et al*., 2013; Caruso; Silveira, 2009; Carvalho; Martins, 2009) e, inclusive, recomendada para diferentes níveis de ensino (Santos; Vergueiro, 2012; Worner; Romero, 1998). Contudo, na formação de professores, esse instrumento não está sendo consideravelmente explorado (Carvalho, Martins, 2013).

Este artigo apresenta o enredo da HQ: *História e Filosofia da Ciência em sala de aula: objeções à dicotomia entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa,* elaborada na forma de um diálogo fictício em sala de aula entre o professor e seus alunos. Contextualiza a sua inserção em um módulo de ensino referente a um segmento da história da eletricidade e apresenta possibilidades de como utilizá-la, com relativa independência, no panorama de um ensino que valoriza discussões histórico-filosóficas.

A HISTÓRIA EM QUADRINHOS: O CONTEXTO DA SUA ELABORAÇÃO

Normalmente, propostas que utilizam HQ apresentam diferentes perspectivas que subsidiam a utilização desse recurso no ensino. Como ressaltam Pena (2003) e Keogh (*et al*., 1998), pode-se usá-los como motivação (para iniciar a discussão de um tema, induzir o diálogo, atrair, despertar, instigar a curiosidade para o conteúdo da disciplina e levantar os conhecimentos prévios dos alunos), como exemplo do que foi ensinado, para que sejam montados projetos com o material (para o futuro professor aprender a desenvolver, através dos "quadrinhos", a crítica e a criatividade dos alunos), para criar exercícios e problemas a partir do conteúdo da história (dar aos alunos "quadrinhos" com distorções conceituais, e solicitar aos mesmos que encontrem e corrijam esses problemas), para estimular o processo de aprendizagem. Ademais, materiais com essa característica podem ser elaborados, especificamente, para discutir concepções *sobre* a ciência.

A HQ: *História e Filosofia da Ciência em sala de aula: objeções à dicotomia entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa*[1] foi planejada para discutir, sobretudo, a distinção entre os contextos da descoberta e da justificativa (DJ) explicitada por Reichenbach (1938) e a dimensão tomada pela mesma à luz da moderna filosofia da ciência. Para o vínculo desse assunto com um conteúdo histórico específico, utilizou-se os estudos de Stephen Gray que ensejaram a compreensão dos conceitos de corpos isolantes e condutores e a 'descoberta' da comunicação da

[1] A história em quadrinhos, completa, pode ser acessada no endereço: evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br

virtude elétrica por contato. Essa história em quadrinhos compõe um módulo de ensino referente a um segmento da história da eletricidade em uma disciplina sobre a história da física.

O módulo é constituído: i) pelo texto "Do efeito âmbar à garrafa de Leyden" (Peduzzi, 2013) que apresenta um resgate histórico dos estudos elétricos desde os gregos antigos até a garrafa de Leyden; ii) pelos artigos "Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física" (Raicik; Peduzzi, 2013a) e "Uma discussão sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay" (Raicik; Peduzzi, 2013b) que contemplam, respectivamente, discussões sobre a dinâmica entre hipótese e experimentação nos estudos iniciais da eletricidade e uma análise de cunho histórico-filosófico dos contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay; iii) por dois trechos do documentário da BBC "Shock and Awe.The Story of Electricity", que apresenta a espetacular luz azulada emitida por um vidro e o aparato experimental utilizado por Gray em uma de suas famosas experiências com o "garoto suspenso por fios" e o vídeo "La danse des feuilles d'or", que demonstra uma experiência similar à realizada por Du Fay; iv) por uma atividade experimental proposta com eletroscópios, que procura explorar o conceito de *experimentação exploratória* (Steinle, 1997; 2002); v) por seminários que comportam apresentação em *slides*, atividade experimental e convites a discussões.

A partir de uma análise dos componentes do módulo de ensino, o grupo de alunos que cursou a disciplina Evolução dos Conceitos da Física do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, no primeiro semestre de 2013, sugeriu o desenvolvimento de um material que discutisse os contextos da descoberta e da justificativa, face à complexidade do tema. Visando implementar essa sugestão, produziu-se então a HQ [fig. 1], composta por 22 quadrinhos elaborados na forma de um diálogo fictício em uma sala de aula, a fim de propiciar maior dinamicidade à história. Cabe ressaltar que o conteúdo que se quer discutir está na narrativa da história que é, então, subsidiada pela imagem e pelo cenário.

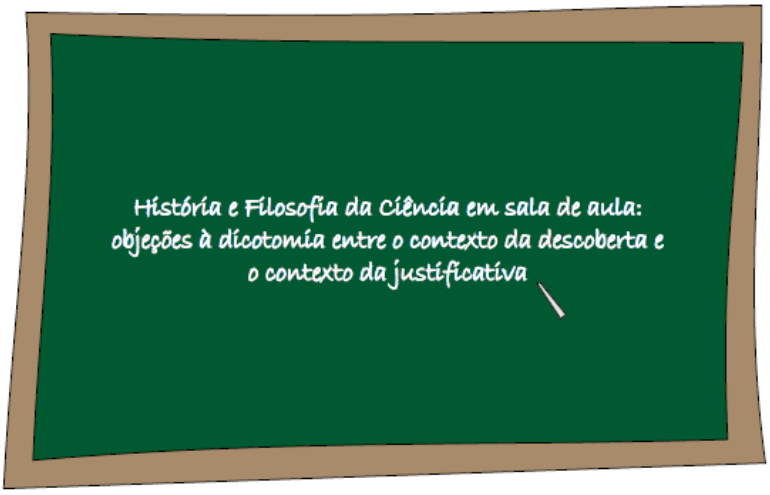

Figura 1 – Capa da história em quadrinhos: sobre as objeções à dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa.

DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS

A história inicia-se com algumas colocações acerca da prática científica; destaca-se que, muitas vezes, ela é permeada por situações inesperadas, dúvidas, problematizações, erros, mas onde sempre está presente a reflexão e, no âmbito de uma ciência experimental, um permanente diálogo entre a experimentação e as convicções teóricas do estudioso.

Nesse cenário, os alunos (personagens) atuam não apenas como coadjuvantes, mas como protagonistas que levantam questionamentos e apresentam colocações ao tema em debate. As perguntas e as considerações feitas tanto pelo professor como pelos discentes objetivam, sobretudo, estimular o espírito crítico do aluno na compreensão dos conteúdos. No quadro [fig. 2], por exemplo, os alunos, acostumados com uma ciência pautada em um método, questionam o docente sobre o papel dos elementos subjetivos presentes em uma pesquisa científica que, supostamente, segue passos rígidos e eficazes.

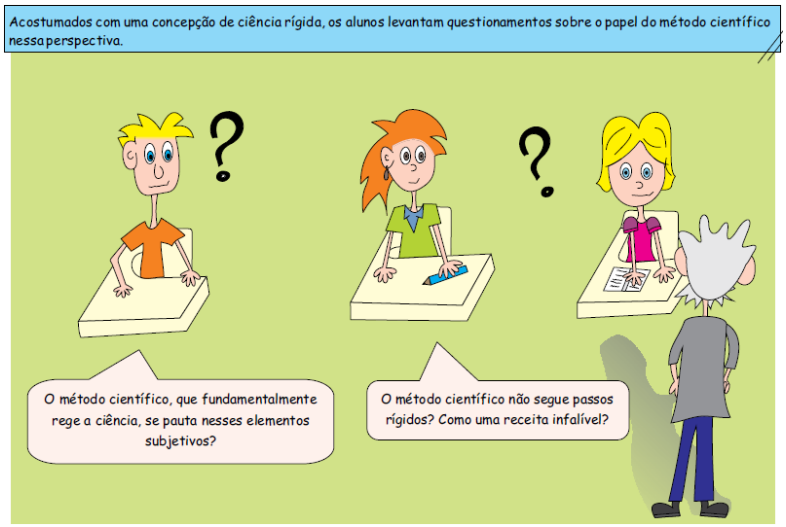

Figura 2 – Quadro (nº3): os alunos questionam sobre o método científico e os elementos que fazem parte da pesquisa científica.

Na sequência, apresenta-se a concepção filosófica hegemônica do início do século XX, enfatizando que, para ela, a essência da ciência estava em seus resultados e não na sua gênese. Nessa perspectiva, a ciência podia ser considerada como uma coletânea de afirmações empíricas e formais acerca da natureza (Kragh, 2001); um produto acabado que obteve determinados resultados a partir do método científico. A distinção explícita dos contextos da descoberta e da justificativa, na década de 1930, consolidou ainda mais a relevância dos resultados científicos, apresentados como uma *reconstrução lógica* do conhecimento (Reichenbach, 1938). Contudo, na década de 1960 alguns filósofos e historiadores, principalmente, começaram a argumentar que a ciência, em particular o processo de seu desenvolvimento, é muito mais complexa do que sustentava a concepção positivista.

O diálogo, em sua continuidade, traz o questionamento perspicaz de um aluno sobre concepções tradicionais ainda fortemente arraigadas ao livro didático, que ignoram os diferentes aspectos subjetivos da ciência. O professor, então, problematiza a concepção de ciência que valoriza apenas os resultados científicos, atentando para certas imagens que se perpetuam no ensino quando discussões acerca do procedimento científico são negligenciadas [fig. 3].

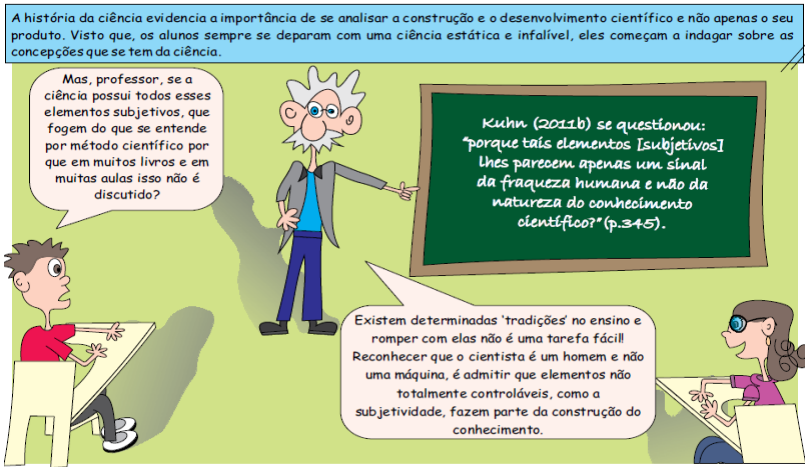

Figura 3 – Quadro (nº 8): discutem-se as concepções ainda tradicionalistas, que negligenciam o processo científico, abordadas pelos livros didáticos.

A seguir, introduzem-se as concepções de Reichenbach acerca dos contextos da descoberta e da justificativa, contextualizando suas ideias naquele período histórico. Esclarece-se que, para ele, há uma diferença significativa entre como a ciência é desenvolvida e como ela é apresentada à comunidade [fig. 4].

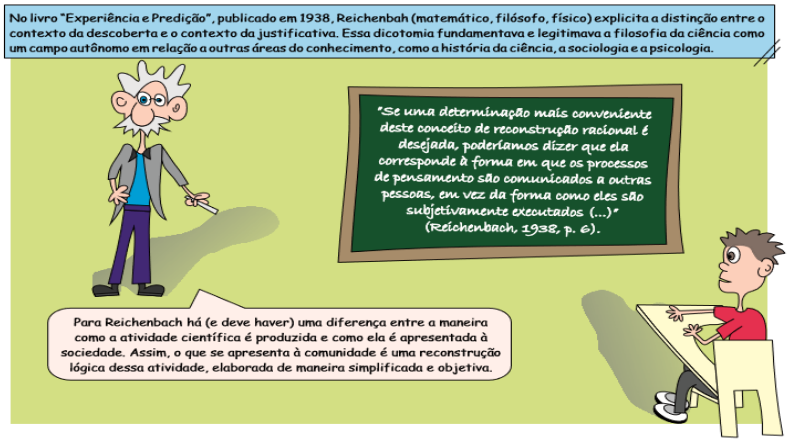

Figura **4** – Quadro (nº 11): explicita-se a separação entre a maneira como a atividade científica é apresentada à comunidade e como ela é realmente desenvolvida.

No âmbito da distinção entre processo e produto, a HQ mostra que o contexto da descoberta comporta certa "irracionalidade" e aspectos subjetivos; contempla casualidades, erros, intuições, ações criativas. Esses elementos não fazem parte de regras rígidas e infalíveis – como apregoa o método científico (Moreira; Ostermann, 1993) – ao contrário, explicitam aspectos humanos na construção do conhecimento. Contrastando isso, apresenta o contexto da justificativa, que corresponde a uma reconstrução lógica do desenvolvimento científico. Esse contexto ignora qualquer subjetividade envolvida na pesquisa cientifica, priorizando o seu produto objetivo. Não apresenta, necessariamente, o processo de construção do conhecimento tal como se desenvolveu, mas o reconstrói à luz de um encadeamento lógico [fig. 5].

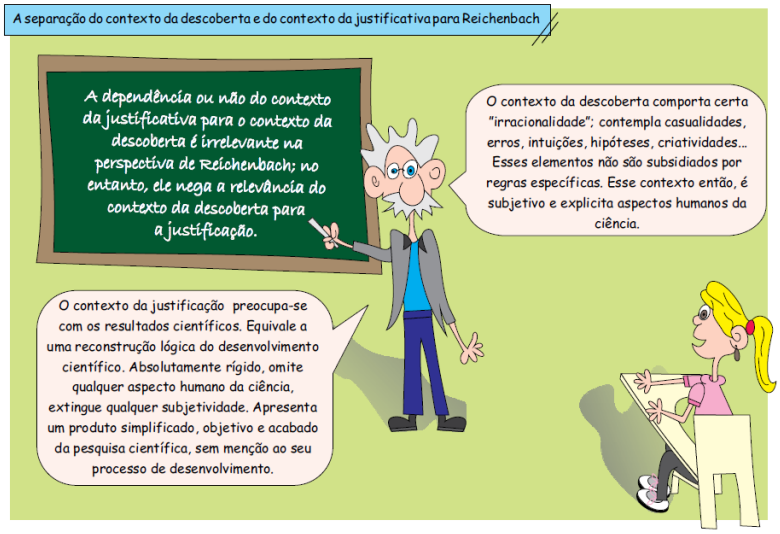

Figura 5 – Quadro (nº12): a separação do contexto da descoberta e do contexto da justificativa.

Utilizando os estudos de Stephen Gray, a HQ apresenta e discute as objeções feitas à distinção DJ pela filosofia da ciência contemporânea. A partir da descoberta da condução elétrica, argumenta-se que os contextos da descoberta e da justificativa são processos temporalmente indistintos, por exemplo. A observação casual da atração de uma pena por uma rolha conectada a um tubo de vidro atritado – que está na gênese do conceito de comunicação da virtude elétrica (Gray, 1731) – não pode ser dissociada à justificativa que Gray irá desenvolver, à luz de seus pressupostos, para explicar e compreender esse novo fenômeno [fig. 6].

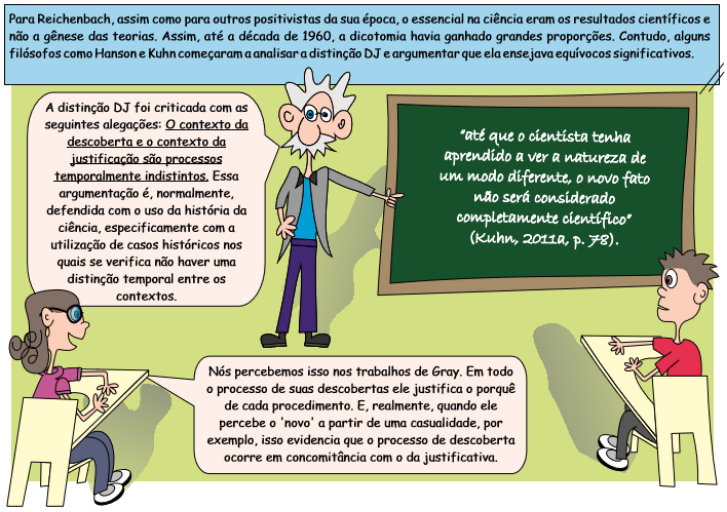

Figura **6** – Quadro (nº 14): contrapõe-se a separação temporal dos contextos DJ por meio da análise da descoberta da condução elétrica.

O contexto histórico, em geral, permite apreciar o processo científico, os elementos subjetivos, econômicos, culturais, filosóficos, etc. que estão presentes nesse meio e influenciam os trabalhos desenvolvidos. Através dos trabalhos de Gray, o professor salienta que a ciência é permeada pelas relações sociais, que podem ou não favorecer o seu desenvolvimento. Destaca, por exemplo, as dificuldades que esse estudioso teve para se integrar a Royal Society. Ademais, o acaso evidenciado por ele e a escolha específica de alguns materiais para seus trabalhos, sem dúvida, mostram que determinadas escolhas subjetivas condicionam as pesquisas científicas [fig. 7].

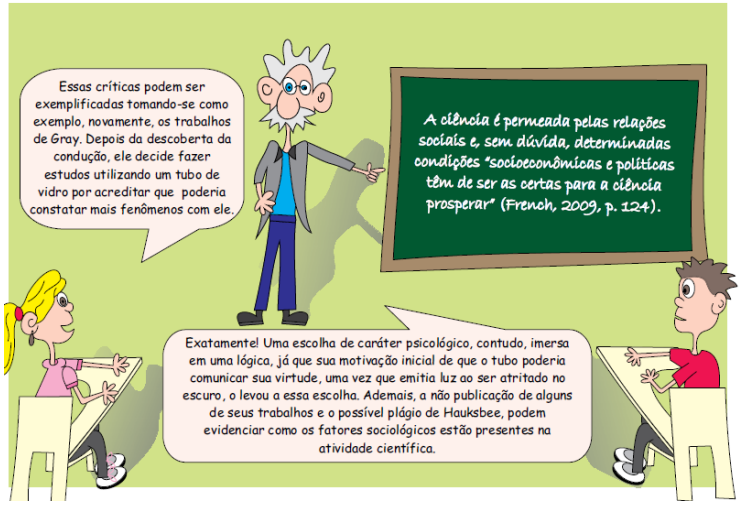

Figura 7 – Quadro (nº 19): a distinção DJ é criticada com a análise dos estudos de Stephen Gray.

Por fim, a história discute a incoerência da dicotomia DJ perpetuada por muito tempo na esfera científica e com ampla presença no ensino de ciências, argumentando ser inadequado distinguir processo e resultado científico em um ensino que se preocupa (ou deveria) em discutir aspectos *sobre* a ciência [fig. 7]. A perseverança na dicotomia DJ distorce a compreensão de aspectos relativos à natureza e ao trabalho científico. Nessa perspectiva, salienta-se que episódios da história da ciência, como os estudos de Gray, permitem examinar a ciência como uma atividade passível de subjetividade e possibilitam compreender a incoerência da separação entre o contexto da descoberta e da justificativa na análise do desenvolvimento da ciência.

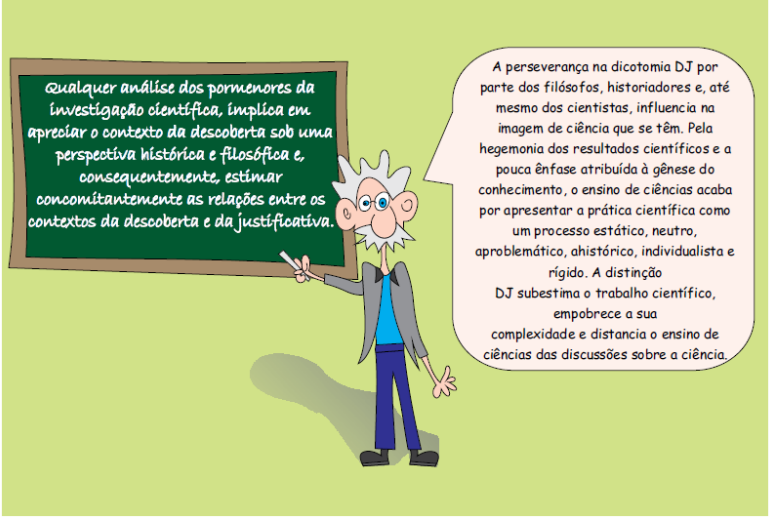

Figura 7 – Quadro (nº 21): a análise histórica da ciência pode evidenciar a incoerência da separação entre os contextos DJ e as consequências dessa dicotomia na perpetuação de certas imagens acerca da ciência.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO: PERSPECTIVAS PARA O USO DA HQ

A história em quadrinhos *História e Filosofia da Ciência em sala de aula: objeções à dicotomia entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa* foi elaborada para ser agregada a um módulo de ensino referente a um segmento da história da eletricidade em uma disciplina sobre a história da física. Desde o primeiro semestre de 2014, ela já faz parte do mesmo. Nesse sentido, a sua articulação com os demais elementos desse módulo otimiza o seu uso. Contudo, dado a riqueza epistemológica do assunto, a HQ pode ser trabalhada, com relativa independência, em outros contextos.

Assim, por exemplo, no primeiro semestre de 2014, a HQ subsidiou o seminário: "Uma discussão sobre o contexto da descoberta e da justificativa", apresentado para alunos da licenciatura em física que estavam cursando uma disciplina com enfoque histórico e filosófico no Instituto Federal de Santa Catarina. O objetivo central da palestra era evidenciar aspectos relativos à natureza da ciência com a distinção DJ. Como os alunos não possuíam conhecimentos específicos acerca dos

trabalhos de Stephen Gray foi necessário contextualizar os seus estudos – o que foi feito sem grandes dificuldades, ao longo do seminário. Isso apenas mostra que o professor tem de zelar pela contextualização histórica que a HQ demanda para que ela seja plenamente utilizada.

A função da história em quadrinhos, nesse contexto, foi a de exemplificar o conteúdo das discussões do seminário e instigar os alunos às atividades posteriores sobre o assunto, no âmbito da disciplina. Sugeriu-se aos estudantes, com o auxílio do professor, que modificassem essa história de forma a adaptá-la a outro nível de ensino, como o ensino médio, por exemplo. Uma atividade com essa característica demanda uma compreensão do tema discutido na HQ, uma análise crítica do mesmo e um planejamento de adaptação do material. Isso envolve discussões *sobre* a ciência em sala de aula e pode indicar aos futuros professores possibilidades de trabalhar esse assunto em suas aulas.

Ainda no primeiro semestre letivo de 2014, a HQ foi incorporada ao módulo *História e Filosofia da Ciência em sala de aula: objeções à dicotomia entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa,* na disciplina Evolução dos Conceitos da Física do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina na modalidade de ensino de física à distância. Nessa perspectiva, o módulo sofreu algumas alterações. Uma videoaula, na qual se discute algumas críticas feitas à dicotomia DJ à luz da moderna filosofia da ciência e vinculada aos estudos de Stephen Gray, foi produzida para suprir a ausência dos seminários e da atividade didática (que compõem o módulo no ensino presencial). Nesse sentido, a HQ foi incorporada para, além de motivar os alunos e exemplificar as discussões apresentadas na videoaula, estimular o processo de aprendizagem acerca dos aspectos relativos à Natureza da Ciência. A utilização da HQ na educação à distância evidencia que ela pode prescindir de aulas presenciais, demandando apenas a incorporação e agregação de outros materiais para sua contextualização.

Neste artigo, procurou-se apresentar a estrutura e as potencialidades da HQ. Uma análise preliminar do seu uso, tanto no seminário quanto nos ensinos à distância e presencial, sugere que ela é capaz de contribuir para a implementação de discussões significativas acerca dos contextos da descoberta e da justificativa, um assunto que ainda não se faz presente em sala de aula.

REFERÊNCIAS

Caruso, F.; Silveira, C. (2009). Quadrinhos para a cidadania. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.217-236.

Carvalho, L. S.; Martins, A. F. P. (2013). Formação continuada com quadrinhos nas aulas de Ciências: algum problema?. Linhas Críticas, Brasília, DF, v.19, n.39, p. 331-353.

Carvalho, L. S.; Martins, A. F. P. (2009). Os quadrinhos nas aulas de Ciências Naturais: uma história que não está no gibi. Revista Educação em Questão, Natal, v. 35, n. 21, p. 120-145.

Clough, M. O.;Oslon, J. K. (2008). Teaching and assessing the nature of science: An Introduction. Science & Education, v. 17, p.143–145.

Cruz, T. M. G. S.; Mesquita, N. A. S.; Soares, M. H. F. B. (2013). H'Química – O uso dos quadrinhos para o Ensino de Radioatividade. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX, São Paulo. Atas.

El-Hani, C. N. (2006). Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científica de nível superior. In: Silva, C. C. (Org.). História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: Da Teoria à Sala de Aula. São Paulo (Brasil): Editora Livraria da Física. p. 3-21.

Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A.; Praia, J. (2002). Visiones Deformadas de La Ciencia Transmitidas por la Enseñanza. Enseñanza de las ciencias, p. 477-488.

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, v. 28, n. 1, p. 27-59.

Gil Pérez, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A.; Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 125-153.

Gray, S. (1731). A letter to Cromwell Mortiner, M. D. Secr. R. S. Containing Several Experiments concerning Electricity. Philosophical Transactions, v. 37, p. 18-44.

Hodson, D. (1986). Philosophy of Science and Science Education. Journal of Philosophy of Education, v. 20, n. 2, p. 215-225.

Keogh, B.; Naylor, S.; Wilson, C. (1998). Concept cartoons: a new perspective on physics education. Phys. Educ. 33(4), p. 219-224.

Kragh, H .(2001). Introdução à Historiografia da Ciência. Portugal: Porto Editora.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In: Abell, S. K.; N. G. Lederman (Eds.). Handbook of research on science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831-880.

Martins, R. A. (2006). Introdução: história da ciência e seu uso na educação. In: Silva, C. C. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Matthews, M. R. (1995). História, filosofia, e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214.

Matthews, M. R. (1998). In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science. Journal of Research in Science Teaching, vol. 35, n. 2, p. 161-174.

McComas, W, F.; Almazroa, H.; Clough, M. (1998). The nature of science in science education: in introduction. Science & Education, v. 7, p. 511-532.

Moreira, A. M.; Ostermann, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.10, n. 2, p. 108-117.

Peduzzi, L. O. Q. (2013). Do efeito âmbar à garrafa de Leyden. Florianópolis. (publicação interna).

Peduzzi, L. O. Q. (2005). Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, M.(org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC.

Pena, F. L. P. (2003). Como trabalhar com "TIRINHAS" nas aulas de Física. Física na Escola, v. 4, n. 2.

Praia, J.; Gil Pérez, D.; Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. Ciência & Educação, v. 13, n. 2, p. 141-156.

Raicik, A. C.; Peduzzi, L. O. Q. (2013a). Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XX, São Paulo. Atas.

Raicik, A. C.; Peduzzi, L. O. Q. (2013b). Uma discussão sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências , IX, São Paulo. Atas.

Reichenbach, H. (1938). Experience and Prediction. Chicago: University of Chicago Press.

Rezende, F. S.; Ferreira, L. N. A.; Queiroz, S. L. (2010). Concepções a respeito da construção do conhecimento científico: uma análise a partir de textos produzidos por estudantes de um curso superior de química. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 9, n. 3, p. 596- 617.

Santos, R. E.; Vergueiro, W. (2012). Histórias em quadrinhos no processo de aprendizado: da teoria à prática. EccoS – Rev. Cient., São Paulo, n. 27, p. 81-95.

Souza, E. O. L.; Vianna, D. M. (2013). Reflexões sobre o uso de histórias em quadrinhos para promover o discurso na aula. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX, São Paulo. Atas.

Steinle, F. (1997). Entering new fields: exploratory uses of experimentation. Philosophy of Science, v. 64, p. 565-574.

Steinle, F. (2002). Experiments in History and Philosophy of Science. Perspectives on Science, v. 10, n. 4, p. 408-432.

Testoni, A. L.; Souza, P. H.; Nakamura, E.; Paula, S. M. (2013). Histórias em quadrinhos nas aulas de física: uma proposta de ensino baseada na enculturação científica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX, São Paulo. Atas.

Worner, C. H.; Romero, A. (1998). Una manera diferente de enseñar física: física y humor. Enseñanza de las Ciencias, 16 (l), p. 187-192.