

## **A Estrutura Conceitual e Epistemológica de uma Descoberta Científica: Reflexões para o Ensino de Ciências**

(The Conceptual and Epistemological Structure of a Scientific Discovery: Reflections for Science Teaching)

**ANABEL CARDOSO RAICIK e LUIZ O. Q. PEDUZZI**

Universidade Federal de Santa Catarina ([anabelraicik@gmail.com](mailto:anabelraicik@gmail.com), [luizpeduzzi@gmail.com](mailto:luizpeduzzi@gmail.com))

**Resumo.** Este artigo busca explicitar a estrutura conceitual e epistemológica de uma descoberta científica de modo a contrapor a dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa, perpetuada por muito tempo na esfera científica. Para tanto, apresenta as ponderações de Hanson, Kipnis e Kuhn sobre esse tema. No ensino de ciências, discussões acerca do processo de uma descoberta ainda são raramente existentes. Desta forma, normalmente, são disseminadas várias imagens inadequadas sobre a ciência. Uma análise da terminologia descoberta nos livros didáticos aprovados no PNLD/2012 evidencia as concepções de ciência que se pode transmitir no ensino quando se utiliza, de maneira ampla e inadvertidamente, esse termo. Por fim, procura argumentar que o contexto da descoberta possui elementos complexos e lógicos, e está, de forma intrínseca, relacionado ao contexto da justificação.

**Abstract.** This article seeks to clarify the conceptual and epistemological structure of a scientific discovery in order to oppose the dichotomy between the contexts of discovery and justification, long perpetuated in the scientific sphere. It presents the weights of Hanson, Kuhn and Kipnis on this topic. In science education, discussions about a discovery process are rarely available. This way are usually disseminated several inappropriate images of science. An analysis of the discovery terminology in textbooks approved in PNLD/2012 shows the science conceptions that can be transmitted when those are used in teaching, broadly and inadvertently this termination. Finally, seek to argue that the context of discovery has complex and logic elements, and is intrinsically related to the context of justification.

**Palavras-chave:** descoberta científica, ensino de ciências, contextos da descoberta e da justificativa

**Keywords:** scientific discovery, science education, contexts of discovery and justification

### **Introdução**

Em uma investigação científica, o estudioso elabora e testa hipóteses, erra, passa por situações inesperadas, observa, argumenta, interpreta etc., até que, ao final desse processo, diz-se que ele *descobriu algo* – em casos específicos, pois nem sempre uma investigação científica leva a uma descoberta. Ao final e durante essa investigação, é preciso criar uma justificativa – argumentos – para a pesquisa realizada, bem como para seus resultados. Dessa forma, em muitos casos, as questões relativas à gênese do conhecimento ficam ofuscadas diante da transcrição da validade do corpo teórico (STEINLE, 2006).

O desenvolvimento de um conhecimento científico não é tão simples, como muitas vezes se deixa transparecer. No ato de descobrir, o estudioso justifica suas ações, seus passos e seus progressos, seja divulgando explicitamente seu trabalho à comunidade científica ou compartilhando seus argumentos com os pares de forma indireta através de conversas, cartas, por exemplo. Todo argumento requer ‘verificação’, ‘confirmação’, ‘observação’, ‘interpretação’, ‘hipóteses’ que fazem parte da sua

estrutura conceitual, ou seja, da estrutura da descoberta científica (HANSON, 1967). Assim, é imprescindível que se entenda e reconheça como algo ocorre e o que ele é para, de fato, se chegar a uma descoberta científica (KUHN, 2011a; 2011b).

Os filósofos da ciência, com pendores mais positivistas, ignoraram por muito tempo o contexto da descoberta<sup>1</sup>. Sob a alegação de que esse contexto não possui elementos lógicos<sup>2</sup> devendo, portanto, ser analisado por disciplinas fatuais, excluíram a descoberta de suas análises sobre os desenvolvimentos da ciência; que se resumiam a um produto, fruto de um processo por eles ignorado (RAICIK; PEDUZZI, 2015). Assim, esses filósofos pouco podem discorrer sobre uma descoberta, visto que não analisaram sua natureza, sua essência, seu pormenor. Contudo, aqueles filósofos mais historicistas observaram que, ao analisar os processos da construção do conhecimento, não seria plausível admitir que os contextos da descoberta e o contexto da justificativa (DJ) fossem distintos e independentes um do outro; como por muito tempo se perpetuou no campo histórico e filosófico da ciência, principalmente, pela explicitação da distinção entre o procedimento científico e a reconstrução lógica do conhecimento apresentada à comunidade científica por Reichenbach em 1938, por exemplo. A dicotomia entre os contextos DJ delega ao contexto da justificativa maior relevância epistêmica. Todavia, como será discutido neste artigo, o contexto da descoberta possui uma estrutura conceitual e epistemológica tão relevante à epistemologia e à filosofia da ciência, quanto os resultados científicos. Ademais, de acordo com a moderna filosofia da ciência, esses dois contextos não podem – a menos que se avenge equivocadamente à ciência deturpações sobre a sua natureza – ser distintos e analisados separadamente. Conforme Arabatzis (2006):

---

<sup>1</sup> No livro “Experiência e Predição”, publicado em 1938, Hans Reichenbach explicita a distinção entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa. O contexto da descoberta está relacionado, principalmente, com as origens do conhecimento científico, a sua gênese, o processo de construção da ciência permeado por concepções psicológicas, subjetivas. Já o contexto da justificação preocupa-se com os resultados científicos que, absolutamente rígido, omite qualquer aspecto humano da ciência, extingue qualquer subjetividade. Cabe ressaltar que a partir da década de 1960 iniciam-se reações a esta dicotomia em autores como Norwood Hanson, Thomas Kuhn, Michael Polanyi e Paul Feyerabend sob a alegação de que os contextos são indissociáveis.

<sup>2</sup> Ao considerar que no contexto da descoberta não há elementos lógicos, muitos filósofos admitiam que esse contexto era repleto de irracionalidade; ideias oriundas de concepções psicológicas, escolhas subjetivas, hipóteses não testadas, etc., Todavia, como alerta Kuhn “nenhum processo essencial ao desenvolvimento científico pode ser rotulado de "irracional" sem que se cometa enorme violência ao sentido do termo” (Kuhn, 2006, p.160).

(...) a justificativa da hipótese seria uma característica constitutiva da descoberta. O contexto da descoberta é ‘carregado’<sup>3</sup> com o contexto da justificativa, porque “descoberta” é um termo que se refere a uma conquista epistêmica: se há sucesso em descobrir algo então, sem dúvida, esse algo existe (p. 217).

De acordo com a dicotomia DJ, uma descoberta científica não possui aspectos lógicos e por isso não revela interesse para a filosofia da ciência e pode, claramente, ser distinta da justificação do conhecimento. Nessa perspectiva, este artigo busca explicitar a complexidade conceitual e epistêmica de uma descoberta científica afim de, sobretudo, contrapor a dicotomia entre os contextos DJ, perpetuada por muito tempo na esfera epistemológica e científica. Para tanto, apresenta as considerações de uma descoberta conforme Norwood Hanson, Naum Kipnis e Thomas Kuhn. A seguir, discorre sobre uma análise desenvolvida sobre a *terminologia* descoberta presente em um segmento da eletricidade nos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)/2012. Essa análise evidencia as imagens de ciência que se pode transmitir no ensino de ciências quando se utiliza, de maneira ampla e geral, esse termo. Por fim, busca-se argumentar que o contexto da descoberta possui elementos complexos e lógicos – e está, de forma intrínseca, relacionado ao contexto da justificação – demandando, portanto, uma análise pormenorizada do seu papel no desenvolvimento científico.

### **Hanson e a estrutura conceitual e epistemológica das descobertas**

Hanson (1967) discute e exemplifica a complexidade conceitual de uma descoberta. Argumenta que os conceitos de ‘verificação’, ‘observação’ ou ‘hipótese’, em uma perspectiva fatural (empírica), expressam o que os cientistas fazem; no entanto também podem designar o que a ciência é. Dessa forma, admite ser um equívoco pensar que a “descoberta nada tem haver com a estrutura conceitual dos argumentos e das teorias científicas” (p. 323).

No artigo *Uma anatomia da descoberta*, o autor explicita o significado da descoberta de *um X*, *de X*, *daquele X* e de *X como Y*, a fim de apresentar os diferentes eventos, estruturas e processos de uma descoberta. Ainda, apresenta diferentes categorizações de uma descoberta: “back-into”, “puzzle-out”, “subsume and reticulate” e “trip-over”, destacando a complexidade do contexto e a importância da sua análise

---

<sup>3</sup>Termo original: “laden”.

filosófica. Afinal, como adverte, “um conceito não analisado é um conceito desconhecido” (p. 321).

Na descoberta de *um X*, sobressaem-se elementos como objeto-nomes, processos ou eventos que possuem suas particularidades; essas peculiaridades outorgam atributos definidos à descoberta. Esse X remete-se, por exemplo, à descoberta de um planeta, de uma oxidação, de uma colisão. Em 1731, Willian Herschel descobriu *um X*; o planeta Urano<sup>4</sup>. Envolvido no trabalho de mapear a esfera celeste enquanto se concentrava em uma determinada área celeste, Herschel deparou-se com a observação de um objeto discoidal que aparentava ser esverdeado e de sexta-magnitude. Com interesse nessa nova constatação, duas noites após as primeiras observações percebeu que o disco havia se movido. Desta forma, concluiu se tratar de um planeta. Por mais que o cientista estivesse, possivelmente, mapeando a esfera celeste com algum objetivo primário, a descoberta de Urano foi desprovida de uma expectativa teórica. Esse episódio exemplifica a descoberta de *um X* objeto.

Todavia, muitas descobertas remetem a um termo variável que leva seus valores a processos universais e abrangentes e a entidades-tipo. Neste caso, logra-se a descoberta *de X*. Nos estudos de Antoine Henri Becquerel encontra-se a descoberta da radioatividade<sup>5</sup>, que exemplifica esse conceito de Hanson (1967). Becquerel trabalhava com materiais fosforescentes que, excitados por luz, produziam uma impressão em chapas fotográficas. Na carência de luz solar – devido às condições climáticas de Paris, onde realizava suas pesquisas – guardou um cristal de urânio e algumas chapas fotográficas em uma gaveta. Ao revelar as chapas, dias após, deparou-se com impressões nas mesmas. Assim, mesmo na ausência de luz, o urânio foi capaz de perturbar chapas fotográficas (CORDEIRO, 2011; MARTINS, 1997). A esse estudioso é creditada a descoberta da radioatividade (espontânea); a descoberta de X, um processo abrangente e universal.

Há também a descoberta *daquele X*. Nessa conceitualização, a descoberta é uma propriedade de X, isto é, remete a um fato, a uma conclusão. J. W. Nicholson descobriu que o movimento do nono satélite de Júpiter possui um movimento retrógrado. Diferentemente das descobertas anteriores, essa se refere a algo mais específico, que

---

<sup>4</sup> Adiante, discute-se a descoberta de Urano sob a interpretação de Kuhn. Segundo Kuhn, pode-se considerar a descoberta de Urano como de *X como Y*, visto que Herschel supôs a possibilidade se ser um cometa ou uma estrela nebulosa.

<sup>5</sup> Há divergências, e diferentes argumentações, sobre a descoberta de Becquerel, como a apresentada por Roberto de Andrade Martins em seu artigo “Como Becquerel não descobriu a radioatividade” publicado no Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 7 (Número Especial): 27-45, 1990.

pode inclusive ser examinado dentro de um quadro teórico já existente. O experimento de Davisson-Germer, por exemplo, evidenciava a difração dos elétrons quando arremessados em um cristal. A descoberta das manchas solares também exemplifica uma descoberta desse tipo. Os chineses, há mais de dois mil anos, já haviam observado o aparecimento de manchas solares quando em condições climáticas favoráveis (por exemplo, conseguiam vê-las, em algumas regiões específicas, quando o Sol estava nascendo ou se pondo no horizonte) (AROCA; SILVA, 2011). No entanto, não tinham como saber se esse era um fenômeno que se originava em sua superfície. No ocidente, com o auxílio do telescópio, Galileu observou as manchas solares e sustentou que elas, efetivamente, eram um fenômeno solar, tendo inclusive estimado a velocidade de rotação deste astro. O jesuíta Scheiner argumentava, por sua vez, que as manchas se deviam a determinados objetos/corpos que se interpunham entre o observador e o Sol. A disparidade nas explicações pautava-se, sobretudo, na concepção filosófica de Scheiner; adepto da filosofia aristotélica, não podia admitir perturbações no Sol.

A descoberta de *um X como Y* refere-se a uma distinção entre as primeiras observações feitas a algo – até então não detectado – e a sua explicação (mais plausível). Neste caso, os valores remetem a um confronto sem identificação entre o que pode ser e o que se julga ser. Hanson (1967) exemplifica esse conceito com a descoberta dos anéis de Saturno. Para esse autor, Galileu o descobriu, embora nunca tenha visto esses anéis tal como o são. Ao lançar seu olhar ao telescópio apontado a Saturno, Galileu foi o primeiro a observar esses anéis, interpretando-os como sendo três astros reunidos, que se assemelhavam a algo como uma xícara com alças. Assim, descobriu um X (os anéis) como Y (astros reunidos). Após dois anos, Galileu observa Saturno completamente esférico e indaga:

Ao observar Saturno nestes últimos poucos dias, descobri-o sozinho, sem seus astros costumeiros, perfeitamente redondo e definido como Júpiter... Como isso é possível? Dissiparam-se os dois astros menores como manchas solares? Terão subitamente sumido e fugido? Ou terá Saturno devorado seus próprios filhos? Ou foi a aparência um engano e uma ilusão? Não consigo analisar uma mudança tão nova, tão estranha e tão inesperada. A limitação do tempo, a fraqueza de meu intelecto, o terror de estar equivocado confundiram-me grandemente (RESTON, 1995, p. 142).

Vale ressaltar que Galileu não elaborou uma explicação plausível para sua observação, visto que, posteriormente, levantou várias hipóteses sobre as causas do sumiço desses astros. Segundo Kuhn (2011a) “a descoberta de um novo tipo de fenômeno é um acontecimento complexo, que envolve o reconhecimento tanto da *existência de algo*, como de sua *natureza*” (p. 81).

O contexto da descoberta e o contexto da justificativa (DJ) não são dissociáveis; assim uma observação por uma observação não constitui uma descoberta. Hanson (1967) alerta que as descobertas de um X como Y requerem cuidado, pois, muitas vezes, quando não analisadas apropriadamente, podem ser sinônimos de meras ‘observações’ ou de ‘conclusões’ precipitadas e não, necessariamente, de um processo árduo de estudos, reflexões e interpretações.

Esses quatro conceitos de descoberta evidenciam a lógica desse contexto, ainda que uma lógica ‘informal’, por não envolverem ‘regras definidas’, uma vez que apresentam características conceituais e se encontram em um contexto de estudo envolvendo atividades de interpretações, análises, revisões (...). Cada caso requer procedimentos diferenciados. Algumas descobertas podem ser interpretadas à luz de uma teoria já disponível, enquanto outras não. Certas descobertas podem se referir a propriedades de uma descoberta anterior, enquanto outras podem apresentar ineditismos universais. Hanson (1967) ainda menciona outras descobertas: *como X, se X, possibilidade de X*. Realça a preocupação de que os filósofos também devam se ater a essa pluralidade de descobertas existentes na prática científica e não remeter essa análise apenas para a história da ciência, a psicologia ou a sociologia. No prosseguimento de seu trabalho então, o autor discorre sobre determinadas categorias de descoberta, a fim de minimizar os equívocos conferidos a esse contexto, evidenciando para tanto que as descobertas podem ocorrer em distintos momentos procedimentais de uma investigação científica.

A primeira categorização apresentada é a descoberta ao acaso (*trip-over discovery*). Caracterizada pela ausência de qualquer expectativa ou antecipação em relação a algo, admite-se que, literalmente, o estudioso tropeçou em uma descoberta. Os estudos de Carl Anderson, com raios cósmicos, exemplificam um processo dessa tipificação. Anderson trabalhava com Robert Millikan, em 1930, em um projeto cujo propósito era o de medir o espectro de energia dos elétrons secundários produzidos pela incidência de raios cósmicos na atmosfera terrestre e em outros materiais. Nessa investigação, constatou-se que cerca da metade das partículas encontradas eram elétrons e que aproximadamente a outra metade eram partículas portadoras de carga positiva e unitária, como a dos elétrons (PEDUZZI, 2010). No entanto, Anderson e Millikan divergiam nas hipóteses sobre essas partículas positivas. Para Anderson, as partículas de carga positiva possuíam massas semelhantes a do elétron. Algum tempo depois, observou uma partícula atravessando a chapa de chumbo – chapa que havia

acrescentado ao dispositivo experimental – uma partícula leve, de baixa velocidade e carga positiva, movendo-se para cima. Era, então, um elétron positivo; o pósitron. Anderson não estava com expectativas de encontrar esse “rastros”. “Segundo Carl D. Anderson (...), seu descobridor, ela [a descoberta] foi inteiramente acidental” (PEDUZZI, 2010, p. 22).

Em qualquer evento casual, que se encontra no domínio dessa categorização (*trip-over*), emergem os pressupostos conceituais e teóricos subjacentes ao estudioso. Assim, admitir o ‘novo’, a partir de um acaso, não presume neutralidade já que os acidentes ou “erros” tornam-se descobertas pela sagacidade<sup>6</sup> do estudioso em entender esse novo fato (ROBERTS, 1993). Anderson desenvolveu cálculos e conjecturas sobre a observação feita, e compreendeu que “a única conclusão possível parecia ser que a trajetória observada era realmente a de um elétron carregado positivamente” (ANDERSON, 1936; PEDUZZI, 2010, p. 24). Outros exemplos de descobertas ‘acidentais’ são a descoberta de Urano e a descoberta da maioria dos cometas.

Uma descoberta pode ser, também, do tipo resistiva (*back-into discovery*). Neste caso, a descoberta é evidenciada pela oposição teórica ou especulativa às expectativas do estudioso; o próprio investigador é, em princípio, “contra” a descoberta. Imerso em seus pressupostos e convicções, o estudioso não se submete facilmente às observações realizadas, ao dado empírico. Este tipo de descoberta realça a confiança do cientista em suas próprias concepções. Dirac, por exemplo, resistiu à concepção do pósitron, que emergia de sua teoria do elétron livre. De modo semelhante, Michelson não tinha dúvidas sobre a existência do éter. Apesar dos sucessivos experimentos que realizou juntamente com Morley, eles não corroboraram esta sua certeza. Como salienta Hacking (2012), reportando-se a esse episódio:

Certos tipos de descobertas experimentais geram fatos importantíssimos que se tornam parâmetros a respeito dos fenômenos, com os quais toda teoria futura terá de lidar, e que, junto aos parâmetros teóricos comparáveis, acabam nos forçando a uma determinada direção (p. 358).

O resultado negativo da experiência de Michelson-Morley rapidamente foi relacionado, no âmbito didático, à teoria da relatividade especial; aceito, comumente, como um forte proponente para compreender a teoria de Einstein. No entanto, por vezes, ignoram-se as resistências a esse resultado experimental. Não apenas Michelson deixou de renunciar à sua convicção, como Poincaré e Lorentz relutaram em aceitar a não existência do éter.

---

<sup>6</sup> Termo utilizado em seu sentido amplo: perspicácia, persistência, curiosidade, astúcia.

Certamente, nem todas as descobertas são inesperadas ou não possuem uma expectativa teórica. A descoberta esperada/prevista (*puzzle-out discovery*) tipifica-se pela procura de respostas a uma indagação. As descobertas precisam ser decifradas e interpretadas, como um quebra cabeça, pois já há uma expectativa teórica e até psicológica do investigador. Em 1915, por exemplo, Percival Lowell e Willian Henry Pickering haviam predito que deveria haver um novo planeta, além dos oito conhecidos; já que as órbitas de Urano e Netuno apresentavam discrepâncias. O grande desafio da época era, então, justamente o de observar/identificar esse corpo com as características específicas pressupostas teoricamente. Em 1931, depois de 15 anos de investigações e pesquisas, Clyde Tombaugh consegue localizar Plutão. Esses episódios ilustram a sagacidade do estudioso; sua persistência, sua curiosidade, sua astúcia.

Outra classificação de descoberta é a generalizadora (*subsume and reticulate discovery*). Esta se refere a uma descoberta de unificação. Busca consolidar duas ou mais teorias de forma teórica e/ou empírica para solucionar um problema ou um novo fenômeno. “Diz respeito àquela que subordina uma ampla gama de observações” (RAICIK; PEDUZZI, 2013, p. 4). A lei da gravitação, por exemplo, representa uma descoberta unificadora. Essa lei permite que se expliquem tanto movimentos celestes (movimento orbital dos planetas, dos satélites, dos cometas) quanto fenômenos terrestres (a queda dos corpos, o fenômeno das marés, etc.).

Newton passou a pensar que todos os corpos se atraíam com forças proporcionais aos produtos de suas massas e inversamente proporcionais às distâncias. Chegou, então, à teoria da gravitação universal. Rompeu com explicações mecanicistas para gravidade (como os turbilhões de Descartes) e estendeu a noção de forças atrativas a todo o Universo (FERREIRA; MARTINS, p. 14, 2010).

Ou seja, Newton propôs o ‘poderoso conceito da atração universal’ no qual cada corpo do universo atrai todos os outros, “mantendo, assim, todo o universo sob *uma lei básica*” (RONAN, 1987, p. 99, grifo nosso).

Alguns estudos, no âmbito do eletromagnetismo, também ostentam descobertas desse tipo. Os resultados dos trabalhos de Oersted evidenciaram uma relação qualitativa entre eletricidade e magnetismo; o reconhecimento do efeito magnético produzido por uma corrente elétrica. A partir desta constatação, vários estudiosos (Michael Faraday, André-Marie Àmpère e outros) começaram a investigar esse assunto, consolidando ainda mais essa unificação.

(...) a magnetização de agulhas de ferro e de aço por correntes elétricas, verificada por Dominique François Jean Arago (1786-1853) e Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) e a mensuração da força magnética produzida por uma corrente elétrica sobre o polo de uma agulha imantada, realizada por Jean-Baptiste Biot (1774-1862) e Felix Savart (1791-1841), tornavam cada vez mais sólida e inquestionável a relação entre eletricidade e magnetismo (PEDUZZI, 2015, p. 134).

A síntese matemática do eletromagnetismo, elaborada por Maxwell, também exemplifica uma descoberta generalizadora. Ele incorporou os estudos da ótica ao eletromagnetismo – buscando uma unificação – fazendo “surgir uma nova teoria científica com amplo poder explicativo (...)” (PEDUZZI, 2015, p. 130). Maxwell reestruturou, assim, o eletromagnetismo clássico. Vale ressaltar que as descobertas com essa característica, onde há uma unificação de teorias, perpassaram por um processo lento de pesquisas, análises, estudos e participação de vários estudiosos.

Conforme Hanson (1967), um dos obstáculos conceituais que dificulta a compreensão de uma descoberta é a influência da subjetividade (ou seja, os aspectos psicológicos). Desta forma, explicitar os processos lógicos, complexos e conceituais envolvidos no ato de descobrir torna-se fundamental para o seu pleno entendimento. Caso inexistam essas discussões, corre-se o risco de ignorar a pluralidade de ideias e enaltecer a concepção de descoberta científica “como algo que ocorre de repente, em um dramático momento criativo da imaginação, um lampejo de visão ou uma experiência do tipo ‘aha’” (FRENCH, 2009, p. 16). Preocupando-se com os equívocos interpretativos em relação a uma descoberta casual, Kipnis (2005) examina, especificamente, descobertas com essa particularidade.

### **Kipnis e as descobertas casuais**

Kipnis (2005) analisa não apenas os aspectos considerados lógicos em uma descoberta, mas também, enfaticamente, os ‘acidentes’ (eventualidades) abrangidos nesse processo. Para tanto, discorre sobre a possível descoberta acidental de Oersted em 1820, de que uma bússola situada sob um fio se desvia de sua posição normal cada vez que o fio é conectado a ambos os pólos de uma pilha voltaica.

Assim que publicou sua descoberta, Oersted não salientou o procedimento que o levou a tal resultado, dando margem a diferentes interpretações. Desta forma, Ludwig Wilhelm Gilbert comentou que o acaso se fez presente a Oersted durante sua palestra e desse acaso surgiu a descoberta. No entanto, o próprio descobridor, logo após este comentário, argumentou que há muito procurava uma relação entre a eletricidade e o

magnetismo e que, inclusive, previu que a agulha de uma bússola seria desviada na presença de uma corrente elétrica. Portanto, alegou que a descoberta em questão não foi fruto do acaso, como Gilbert havia expressado.

O assunto da casualidade ou não da descoberta de Orsted ressurgiu cinquenta anos depois, em uma carta que Christopher Hansteen direciona a Faraday. Nessa carta, Hansteen defende que Oersted já havia colocado o fio condutor em uma bateria galvânica em ângulo reto sobre a agulha magnética – e não observara movimentos – porém, durante uma aula em que utilizava uma potente bateria, colocou de modo improvisado o fio paralelo à agulha, servando assim o movimento da mesma. Para Hansteen aqui reside o acaso.

Kipnis (2005) argumenta haver incompatibilidade quanto ao entendimento do conteúdo da descoberta e do seu significado para Oersted e Hansteen. Enquanto que, para o primeiro, a descoberta pautava-se em uma ‘prova’ da junção entre eletricidade e magnetismo, para o segundo, baseava-se na transversalidade da força eletromagnética/magnética. O artigo de Kipnis (2005) busca explicitar os pormenores dessa descoberta – e não apenas exemplificá-la como feito aqui – apresentando argumentos que procuram justificar a incoerência na alegação de Hansteen.

Com o intuito de examinar, mais detidamente, o papel do acaso na construção do conhecimento científico, Kipnis (2005) analisa, ainda, os pormenores de um acaso. Para tanto, especifica as diferenças existentes entre uma descoberta inesperada, irregular, não planejada e imprevista, a fim de valorizar ainda mais a serendipidade, através da distinção de seus elementos.

Assim, define como descoberta *inesperada* aquela que contém resultados novos e que não estavam, naquele momento específico, sendo esperados. A força magnética, por exemplo, por meio da eletricidade já era esperada por muitos estudiosos, porém a maneira de constatá-la ainda não o era. As descobertas *irregulares* referem-se à forma como a pesquisa foi preparada e realizada. Essa descoberta é falseada por diferentes fatores. Assim, um resultado negativo pode indicar um aparelho ou um procedimento inadequado. A descoberta *não planejada* pode ocorrer em dois casos distintos: (i) a partir de uma pesquisa, planeja-se o primeiro experimento a ser desenvolvido. Se o resultado for inesperado esse experimento dá origem a novos, que não poderiam ter sido previamente planejados. Oersted, por exemplo, previu (planejou) o movimento da agulha magnética através de uma corrente, mas não esperava uma declinação de 90°. (ii) os passos iniciais não são planejados, pois o estudioso está pesquisando sobre outro

assunto. Oersted, de acordo com alguns historiadores, estaria estudando o aquecimento do fio no momento em que observou a agulha girar. Por fim, tem-se a descoberta *imprevista*. Esta se refere a um resultado esperado que não havia sido registrado ou anunciado antes da experiência. Oersted alegou que previu o movimento da agulha, mas não como seria esse movimento; “a predição só é importante se a descoberta é contestada, por exemplo, sobre sua prioridade ou sobre o acaso” (KIPNIS, 2005, p. 6).

Kipnis (2005) e Hanson (1967) buscaram evidenciar a complexidade de uma descoberta. Ainda que Kipnis tenha se restringido à descoberta “hansiana” *trip-over*, suas contribuições caracterizam a relevância lógica em um evento casual e a importância da análise dos muitos fatores envolvidos na prática científica para a compreensão de um acaso. Assim, mesmo que Oersted houvesse predito o movimento da agulha, “fatores lógicos, como hipóteses, não eliminam fatores acidentais” (KIPNIS, 2005, p. 20).

### **Kuhn e suas considerações às descobertas científicas**

Admitir a distinção entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa (DJ) nos termos de Reichenbach (1938), de certa forma, condiz com a noção de descoberta como algo que depende somente de um lugar, de uma data e de um descobridor. Normalmente, quando não se contextualiza o processo de uma descoberta – explicitando sua gênese, seu desenvolvimento, seu processo temporal – esses elementos (onde, quando e quem) sobressalientes no discurso, ofuscam a sua estrutura conceitual. A gênese do conhecimento torna-se insignificante nesta perspectiva, uma vez que se estimam apenas os resultados das pesquisas científicas (STEINLE, 2006).

Kuhn (2011b) argumenta que a descoberta científica possui uma estrutura e “um desenvolvimento complexo que se estende no tempo e no espaço” (p. 183). Seria inviável, em muitas descobertas científicas, elencar e perguntar-se sobre “onde” e “quem”, visto que a noção de descoberta pode ser ‘extraordinariamente excêntrica’. Desta forma, ele apresenta dois tipos de descoberta.

No primeiro tipo, as descobertas não poderiam ter sido previstas com base nas teorias aceitas. Essas descobertas, como a do oxigênio, da corrente elétrica, dos raios X e do elétron, são mais problemáticas devido à perturbação que proporcionaram à teoria vigente. Kuhn (2011b) sustenta que pelo menos três cientistas – Carl Scheele, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier – poderiam reivindicar a descoberta do oxigênio, dado que

para esse autor “quem descobre algo tem também de estar ciente da descoberta, assim como saber o que foi descoberto” (p. 188).

Um segundo tipo de descoberta refere-se àquelas que já eram previstas teoricamente antes de serem descobertas. Neste caso, os cientistas já sabiam pelo que procurar, a exemplo do neutrino, das ondas de rádio e alguns elementos da tabela periódica. Essa descoberta relaciona-se com a que o Hanson (1967) denominou de “*puzzle-out discovery*”. Kuhn (2011b) argumenta que as descobertas desse segundo tipo facilitam a denominação de lugar e tempo, no entanto, nas descobertas do primeiro tipo não há referências suficientes para que o cientista ou o historiador apresente quando a descoberta, de fato, foi completada.

Hanson (1967) alega que Herschel descobriu o planeta Urano (descoberta de *um X*). No entanto, Kuhn (2011b) argumenta que se deve ter cuidado ao atribuir a Herschel esse crédito, visto que esse cientista conclui que “há uma estranha estrela nebulosa ou talvez um cometa” (HERSCHEL, 1781 apud KUHN, 2011b, p. 189) e não, necessariamente, um planeta. Antes de 1781, muitos estudiosos, pelo menos dezessete, já haviam observado essa ‘anomalia’ e a interpretado como uma estrela. A distinção de Herschel está em ampliar as hipóteses, admitindo poder ser, também, um cometa. As observações adicionais, de que o objeto havia se movimentado, confirmaram a suposição do cometa. Assim, vários matemáticos se debruçaram a calcular a possível órbita do novo cometa, mas sem sucesso no ajuste matemático com as observações. Então, o astrônomo Anders Johan Lexell sugeriu se tratar de um planeta. Sem discutir os méritos de quem, de fato, supôs primeiramente ser um planeta (de acordo com Hanson foi Herschel, e segundo com Kuhn foi Lexell,) Kuhn (2011a) argumenta que “a descoberta de um novo tipo de fenômeno envolve reconhecer tanto *que* algo ocorre quanto *o que* ele é” (p. 189).

Logo, para Kuhn (2011a), toda descoberta começa com a consciência de uma anomalia, ou seja, com o reconhecimento de que, de alguma forma, algo está incoerente com as expectativas paradigmáticas – admitindo o período de ciência normal. Ou seja, “até que o cientista tenha aprendido a ver a natureza de um modo diferente o novo fato não será considerado completamente científico” (p. 78). Assim, sobressai nas entrelinhas da argumentação de Kuhn sua preocupação com a dicotomia dos contextos da descoberta e da justificativa.

Essa citação de Kuhn (2011a) fortalece a inquietação dos defensores do entrelaçamento entre os contextos, principalmente no que concerne à indistinção

temporal do contexto da descoberta e do contexto da justificativa. Ou seja, só no momento do reconhecimento da anomalia é possível argumentar sobre a existência da descoberta. No processo/estrutura de uma descoberta científica, muitas vezes, busca-se resolver um quebra-cabeça. No entanto, antes que se abandone o paradigma vigente, muita pesquisa e reflexão são construídas no entorno dessa descoberta. Desta maneira, a resistência (a exemplo do que Hanson denominou de *back-into discovery*) “garante que os cientistas não serão perturbados sem razão” (KUHN, 2011a, p. 92). Ademais, no processo de descoberta inferem-se fatores lógicos; hipóteses ou ‘perturbações’ que se entrelaçam à pesquisa. Ou seja, na prática científica, não há a dicotomia entre os contextos DJ.

A supervalorização do contexto da justificativa, principalmente no ensino de ciências, leva a dificuldades de compreensão da própria prática científica. A ciência, como se admite atualmente, a partir das renovadas discussões que ocorreram no campo da filosofia da ciência em meados do século passad<sup>7</sup>, possui um pluralismo metodológico e um dinamismo entre as teorias, as hipóteses e as experiências desenvolvidas. Desta forma, os contextos da descoberta e da justificativa, uma vez que são entrelaçados, não podem ser dicotomizados, ao menos quando se preza por um melhor entendimento sobre a ciência e sua natureza.

### **A terminologia descoberta e os livros didáticos**

Nos últimos anos, a história da ciência vem conquistando espaço nos livros didáticos. No entanto, com frequência, esses materiais acabam apresentando uma história distorcida (KRAGH, 2001; FORATO et al., 2011) e concepções equivocadas sobre a ciência. Quando negligenciam o processo de desenvolvimento da ciência, acabam exibindo histórias sucintas ou superficiais demais, ilustrações de impacto (grandes cientistas ou inventos) apenas com fins estéticos, sequências cronológicas de teorias (PEDUZZI, 2005). Desta maneira, os livros enfraquecem todo o processo envolto em uma investigação científica, estereotipando a ciência com o discurso apresentado em suas entrelinhas.

Conforme sugerem os PCN+ (BRASIL, 2002), a “física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade,

---

<sup>7</sup> O Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, que ocorreu em Londres em 1965 e resultou no livro “Criticism and the growth of knowledge” (LAKATOS; MUSGRAVE, 1970) atesta isso.

impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais” (p. 58). De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar o problema, sua origem e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber (BRASIL, 2006, p. 50).

(...) deve-se fazer a contextualização histórica dos problemas que originaram esse conhecimento científico e culminaram nas teorias e modelos que fazem parte do programa de conteúdos escolares a ser apreendido pelo aluno (BRASIL, 2006, p. 51).

Segundo Pena e Filho (2009), diversos autores apontam para a relevância de uma abordagem histórica em diferentes níveis de ensino. Desde os primeiros anos da década de noventa, os eventos nacionais e internacionais sobre Ensino de Física (SNEF, EPEF, REF, RELAEF)<sup>8</sup> já ressaltavam a necessidade da história e filosofia da ciência nos currículos escolares. Para Carvalho e Vannuchi (1996) “esta é a categoria cuja inclusão curricular apresenta maior consenso”.

De acordo com o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) /2009 (BRASIL, 2008), o livro didático subsidia a prática pedagógica do professor; assim, uma de suas funções é a de “oferecer informações atualizadas, de forma a apoiar a formação continuada dos professores, na maioria das vezes impossibilitados, pela demanda de trabalho, de atualizar-se em sua área específica” (p. 17). Nesta perspectiva, apresenta-se como um instrumento eficaz para o ensino-aprendizagem; para a atividade docente e para a aprendizagem do aluno. No entanto, deve-se ter cuidado quanto à história apresentada nos livros didáticos. Conforme Forato et al. (2011), essas ressalvas feitas às deturpações históricas que são disseminadas nos materiais, e, conseqüentemente, na educação científica, “devem-se menos a um preciosismo histórico em si, e voltam-se muito mais à preocupação sobre a visão de ciência que tais versões fomentam em professores e estudantes” (p. 36).

De acordo com o Guia de Livros Didáticos PNLD/2012, a obra deve contemplar um tratamento da história da ciência com o desenvolvimento dos conceitos, evitando resumir a biografias de cientistas ou a descobertas isoladas e, ainda, suprimir visões empírico-indutivistas da ciência. No edital do PNLD/2007 acentua-se que os livros deveriam considerar que “a descoberta tem um ou mais autores e um contexto histórico

---

<sup>8</sup> SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 1991 e 1993. EPEF: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 1990. REF: Reunión Nacional de Educación en la Física, 1991. RELAEF: Reunión Latino-Americana sobre Educação em Física, 1992.

que deve ser enfatizado e trabalhado” (p. 39), aspecto que se estende ao ensino em geral, considerando o amparo estrutural de uma descoberta.

Segundo o edital do PNLD/2012, os livros devem considerar que:

A Física, concebida ainda como uma atividade social e cultural humana, que é caracterizada pela sua historicidade, permite compreender que suas teorias e modelos explicativos não são melhores ou piores em si mesmos, nem são os únicos possíveis, nem são as últimas respostas que a humanidade poderá dar às nossas inquietações, nem às nossas necessidades (BRASIL, 2012, p. 37).

(...) os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, é absolutamente necessário que a obra, em todo o seu conteúdo, seja permeada pela apresentação contextualizada de situações-problema, que fomentem a compreensão de fenômenos naturais, bem como a construção de argumentações (BRASIL, 2012, p. 40).

Diante das recomendações, vê-se que se deve ressaltar o processo histórico da ciência evidenciando que as construções do conhecimento físico são permeadas pelos contextos sociocultural-histórico-econômicos. Visto ainda que nas recomendações se enaltece a importância do processo científico e não apenas os seus resultados, e que o desenvolvimento histórico demanda uma contextualização evitando resumi-lo a descobertas isoladas, deve-se compreender o que é, de fato, uma descoberta.

### **Análise dos livros de física do PNLD/2012**

A pesquisa desenvolvida visou verificar como os livros de física, aprovados no PNLD/2012, contextualizam a terminologia *descoberta* nos estudos iniciais da eletricidade, especificamente quando se referem aos trabalhos de Stephen Gray e Charles Du Fay.

A escolha dos livros didáticos para análise partiu de alguns critérios: inicialmente, sua aprovação no PNLD/2012. Em seguida, os que abordam a história da eletricidade – especificamente os estudos de Stephen Gray e Charles Du Fay – e os que apresentam, de fato, a palavra *descoberta* na redação do livro. Desta forma, dos 10 livros recomendados e aprovados no PNLD/2012, apenas 6 passaram por estes critérios.

Apesar de ser uma recomendação dos documentos oficiais a inserção da história da ciência nos livros didáticos, poucas são as obras que em sua “carta de apresentação” objetivam essa abordagem. No entanto, vê-se que, de maneira geral, elas buscam trabalhar de maneira contextualizada historicamente. Para não explicitar as obras citadas, optou-se por, aleatoriamente, atribuir-lhes letras representativas. A lista com todos os livros analisados encontra-se no apêndice deste artigo.

O livro A apresenta na unidade 1 um “tópico especial para você aprender um pouco mais”, que trata “as primeiras descobertas no campo da eletricidade” e tem por objetivo mostrar de maneira sucinta como evoluiu historicamente o estudo dos fenômenos relacionados ao efeito âmbar.

Efetivamente, recorrer à história como ferramenta pedagógica pode ajudar na compreensão do processo de construção de um corpo teórico. Ao longo do tópico, o livro ainda apresenta figuras que facilitam a visualização dos instrumentos desenvolvidos no período em questão. Por fim, apresenta algumas sugestões de atividades experimentais. Vê-se claramente a tentativa do autor de discutir alguns conceitos no campo da eletricidade, importantes historicamente; a concepção de eflúvio, fluidos elétricos, eletricidade vítrea e eletricidade resinosa.

O título do tópico: “As primeiras descobertas no campo da eletricidade” instiga a conhecer e entender uma descoberta. Descobrir algo, como já foi discutido nesse artigo, é um processo que envolve diferentes fatores e elementos; possui uma estrutura valiosa. Porém, esses fatores não são mencionados pelo livro; a palavra descoberta reaparece algumas vezes sem uma contextualização mínima. Desta forma, enaltece-se a imagem de descoberta como algo simples, que pode ser transcrita como uma mera observação.

A citação a seguir do livro A evidencia um fenômeno corriqueiro desde os gregos antigos, quando se começaram a observar as propriedades do âmbar: o afastamento entre os corpos depois de seu contato pela atração.

(...) quando um corpo leve é atraído por um objeto atritado, após tocar este objeto o corpo é repellido por ele. Este fenômeno só foi observado pela primeira vez (...) pelo jesuíta italiano Nicolo Cabeo. Em virtude dessa descoberta, a teoria do eflúvio teve de sofrer modificações, pois ela não era capaz de explicar o fenômeno da repulsão elétrica.

O livro didático afirma que o primeiro a observar o afastamento entre os corpos foi Cabeo e que a partir dessa observação ele “descobre que”. Sem evidenciar o valor das interpretações dadas ao fenômeno por outros estudiosos, transmite a ideia de que essa descoberta surgiu por um *insight* – Cabeo observou, logo descobriu. Essa observação feita (e possível “descoberta”, como colocado) por Cabeo foi a repulsão elétrica. No entanto, esse conceito e termo só irão surgir anos depois, em 1733, com o estudioso Charles François de Cisternay Du Fay (1698 – 1739), que de fato explicará o afastamento dos corpos por processos elétricos (DU FAY, 1733; ASSIS, 2011; HEILBRON, 1979).

Em seus estudos iniciais, Du Fay acreditava que o afastamento entre os corpos (depois da atração elétrica entre os mesmos) se devia a uma atração desses corpos por outros nas imediações. Uma experiência indicada por René Reaumur fez Du Fay mudar essa sua conjectura. Através de diversas análises, hipóteses, reflexões, variações experimentais (tipo de materiais, tamanho dos corpos, etc.) de experimentos realizados por outros estudiosos como Reaumur e Hauksbee, esse cientista francês concluiu que o afastamento entre os corpos deve-se a um fenômeno elétrico: repulsão elétrica. Como enfatizam Wong e Hodson (2008), as observações não falam por si, elas devem ser interpretadas. Muitos cientistas já haviam observado o afastamento entre os corpos, como Otto von Guericke, que atribuiu a esse evento uma falta de afinidade entre os corpos envolvidos. Assim, Du Fay descobriu a repulsão no sentido de que a admitiu como real e, de fato, existente, procurou compreender o que era esse afastamento e por que ele ocorria, concedendo a este fenômeno um caráter elétrico.

A explicação dada por Cabeo ao fenômeno era de natureza mecânica; o afastamento entre os corpos nada mais era que a colisão entre um objeto pesado e um leve (ASSIS, 2011). Ou seja, o termo descoberta, no sentido em que é apresentado no livro em questão, indica que a repulsão foi constatada e explicada por Cabeo a partir de uma simples observação e que, aparentemente livre de qualquer pressuposto teórico, essa observação neutra o levou a uma ‘verdade’ científica – a repulsão elétrica.

A obra didática **B**, apesar de sua tentativa em trazer considerações históricas, apresenta interpretações anacrônicas (que leva o aluno a pensar que os termos utilizados atualmente são os mesmos empregados pelos cientistas). Buscando contextualizar os estudos iniciais da eletricidade, o livro alega que as forças elétricas e magnéticas eram consideradas distintas na época de Gilbert, por volta de 1600; no entanto, esses efeitos elétricos e magnéticos não eram interpretados como forças e sim como fluidos ou eflúvios. A respeito de Du Fay, menciona:

Nessa mesma época, o químico francês Charles François DuFay (1698-1739) descobriu que corpos eletrizados se atraem ou se repelem e sugeriu a existência dos dois tipos de eletricidade: repulsiva e atrativa (...).

A repulsão entre os corpos, como já foi mencionado, era observada e interpretada à luz das concepções de cada estudioso (choques mecânicos, ausência de afinidade entre os corpos, entre outros). O grande diferencial de Du Fay foi o de explicar esse fenômeno sob uma conjectura elétrica. A afirmação acima oculta uma discussão dessa fascinante interpretação, que se procedeu com uma ampla investigação experimental

guiada pelas hipóteses e observações minuciosas desse estudioso. O parágrafo do livro, sem mais considerações, apresenta duas concepções importantes desenvolvidas por Du Fay; o reconhecimento da repulsão elétrica (já discutido nessa seção) e a existência de dois tipos de eletricidade (BOSS; CALUZI, 2007). A percepção da existência de dois tipos de eletricidade culminou no segundo princípio de Du Fay:

Este princípio é: existem duas eletricidades distintas, muito diferentes uma da outra, uma que eu chamo de eletricidade vítrea e a outra de eletricidade resinosa [...] A característica dessas duas eletricidades é que um corpo de eletricidade vítrea, por exemplo, repele todos aqueles de eletricidade resinosa (DU FAY, 1733, p. 263-264).

A obra **B** apresenta as duas eletricidades como sendo de dois tipos diferentes; atrativa e repulsiva. No entanto, o que Du Fay considerou como distintos eram os materiais que determinavam – a partir da atração ou repulsão dos corpos envolvidos – que tipo de eletricidade teriam: vítrea ou resinosa.

O livro **C** apresenta um tópico denominado “conhecendo um pouco mais”, no qual busca apresentar “a descoberta da eletricidade”. Procurando contextualizar os estudos de Stephen Gray (1666-1736) menciona que:

Em 1729, o físico inglês Stephen Gray (?1666-1736), então com mais de sessenta anos de idade, fez a maior descoberta de sua vida: conseguiu conduzir a eletricidade de um corpo para outro através de fios de linho ou varas de bambu.

A questão que se levanta é a não contextualização de como se deu essa descoberta. Da maneira como aparece no livro, pode-se pensar que o processo se deu de diferentes maneiras – Gray poderia estar buscando incansavelmente por essa descoberta, pode ter ocorrido por acaso, etc. Além disso, referir-se a maior “descoberta de sua vida”, transpassa a visão de que todo o trabalho de Gray resumiu-se nisso. No entanto, todas as suas contribuições para o campo da eletricidade foram importantes, dentre elas as concepções de isolantes e condutores.

Neste caso, não se exploram os fatores que permeiam a descoberta. Logo se induz a pensar que resultados são mais importantes que os processos. No entanto, conforme argumenta Arabatzis (2006), o pensamento utilizado na atividade de descobrir é tão importante quanto o raciocínio empregado para sua justificação. Assim, discorrer sobre o processo de descoberta – o qual envolve o acaso, as hipóteses, as experimentações, as verificações e afins – faz-se tão necessário quanto ensinar seu produto.

O processo que conduziu à descoberta da eletrização por comunicação se dá num cenário em que se buscava, sobretudo, entender os fenômenos elétricos. Gray trabalhava

com tubos de vidro, normalmente ociosos. Em uma ocasião decide fechar um tubo com rolhas, para simplesmente não entrar pó em sua parte interna; já que a poeira poderia atrapalhar a eletrização do corpo. Inesperadamente, ao atritar o tubo de vidro, ele observa que a rolha – que não havia sido atritada – atraiu para si uma pena. Nas palavras de Gray (1731) “eu estava muito surpreso e concluí que havia certamente uma virtude atrativa comunicada à rolha pelo tubo excitado” (p.20).

Essa descoberta se deu totalmente ao acaso. Como diria Hanson (1967), o estudioso tropeçou na descoberta. Gray estava despreparado para o inesperado, e ainda não havia um corpo teórico que explicasse tal fenômeno. No entanto, isso não implica ser ele um estudioso neutro. Diante da falta de uma teoria específica que esclarecesse o incidente, Gray poderia ter ignorado a observação feita; no entanto, à luz de suas concepções – inserido em estudos envolvendo conjecturas elétricas – buscou compreender esse acaso em sua investigação.

O livro **D** recai sobre a mesma falta de contextualização do processo da descoberta da eletrização por contato, apresentando o resultado (de uma investigação rigorosa) em poucas palavras, de forma a propiciar ou intuir que essa constatação se deu de forma simples.

Por volta de 1729, o inglês Stephen Gray (1666-1736) descobriu que a propriedade de atrair ou repelir podia ser transferida de um corpo para outro mediante contato. Até então, acreditava-se que somente por meio de atrito se conseguia tal propriedade.

É importante ressaltar que Gray descobriu que a “virtude” atrativa podia se transferir por contato de um corpo para outro, mas não a “virtude repulsiva”, dado que a repulsão elétrica foi descoberta posteriormente, em 1733. O que Gray buscou fazer foi utilizar diferentes materiais, variar a forma de sua disposição, entender o porquê dessa atração entre a rolha e a pena, enfim... Conforme Gil Pérez et al. (2001) “é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para os obter, o que conduz a revisões contínuas na tentativa de obter esses mesmos resultados por diferentes caminhos e, muito particularmente, para mostrar coerência com os resultados obtidos noutras situações” (p. 137).

A terminologia descoberta aparece, ainda, como momentos de *insights* do estudioso, ou para referenciar títulos de tópicos e legenda de figuras. O livro **E**, sem qualquer preocupação em apresentar os desenvolvimentos dos estudos de Gray, informa que:

Outro cientista que contribuiu para isso [entendimento das atrações entre os corpos] foi o inglês Stephen Gray (1670-1736) ao sugerir, em 1731, a existência de fluidos elétricos que dariam à matéria suas características elétricas. Além do conceito de fluidos elétricos, discorreu sobre como estes escoavam pelos corpos.

Não fica claro ao leitor quais as contribuições de Gray para a compreensão de como estes fluidos escoavam pelos corpos. Com esse trecho, o professor em sala precisa apontar diversos fatores contextuais (não apresentados pelo livro), a fim de esclarecer ao aluno o que, de fato, Gray desenvolveu. Possivelmente, o livro refere-se à eletrização dos corpos por contato ou a distância. A obra ainda apresenta a legenda de uma figura – onde há dois oradores, provavelmente fazendo demonstrações, e um amplo número de espectadores – da seguinte maneira:

Palestra do físico Stephen Gray, por volta de 1730, sobre as descobertas em eletricidade.

A obra **F**, apesar de procurar discorrer sobre alguns conceitos básicos da eletricidade como isolantes e condutores e a eletricidade vítrea e resinosa de Du Fay, fragiliza o potencial do termo descoberta. Explicita no título do Tópico “as primeiras descobertas” como se o ato de descobrir fosse o mesmo em todos os casos, como se não houvesse diferentes tipos de “descobertas” possíveis, cada uma com suas próprias estruturas.

Na maioria das obras, verifica-se a tentativa dos autores em resgatar a história da eletricidade; no entanto, há equívocos históricos e epistemológicos – “muitas vezes, as entrelinhas de um texto sugerem uma visão de ciência diferente daquela que se busca defender. Algumas concepções arraigadas acabam por surgir furtivas em breves comentários ou adjetivos revelando juízos de valor que comprometem o resultado final de um trabalho, no que diz respeito às imagens de ciência e de seu funcionamento” (FORATO et al., 2011, p. 36).

### **Considerações à análise desenvolvida**

Um dos problemas dos materiais didáticos é justamente o de apresentar apenas a justificativa de um conhecimento, ignorando o processo que levou a esse “produto final”. Não obstante, os livros que ainda procuram trazer uma abordagem do desenvolvimento construtivo de conceitos e teorias equivocam-se quanto à contextualização da descoberta. O livro didático é uma ferramenta pedagógica que subsidia a prática do professor, mas não deve ser a sua única fonte de informação e

instrumentação. Certamente, há muitas maneiras de se propiciar discussões sobre a Natureza da Ciência (NdC) em sala de aula.

Cabe ressaltar, a importância do professor como sujeito fomentador de discussões de cunho histórico e filosófico no ensino. Esse estudo visou ressaltar que a terminologia *descoberta* pode ser um meio para que, discussões com esse enfoque, façam-se presentes nas aulas de ciências. O significado epistêmico da descoberta pode suscitar ponderações sobre a importância dos erros, da casualidade, da dinâmica entre hipóteses e experimentações, dos diferentes métodos do desenvolvimento de uma pesquisa, da construção, de fato humana e coletiva, da ciência. Nesse sentido, é possível e recomendável discutir-se (tendo como pano de fundo essa terminologia) a complexidade da investigação científica.

Para além dessas considerações, pormenorizar a importância da análise concomitante entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa para a compreensão, não apenas do que vem a ser uma descoberta, mas da própria construção da ciência, torna-se profícua no ensino.

Dado que muitos livros didáticos não precisam, necessariamente, ater-se a aspectos históricos ou filosóficos com tamanho grau de minuciosidade, cabe ao professor oportunizar tais discussões no âmbito escolar. Para tanto, é necessário investir na formação inicial e na formação continuada dos professores, para se ter profissionais devidamente preparados, visto que “qualquer narrativa da história da ciência encerra uma visão de ciência e dos processos de sua construção” (FORATO et al., 2011 p. 53).

Segundo Holton (2003 apud FORATO et al., 2011), uma alternativa para propiciar discussões no âmbito histórico-filosófico e epistemológico em sala de aula, seria aproximar os educadores e os historiadores da ciência. Considerando que há obstáculos a essa aproximação, sugere-se que os professores, ao menos, leiam os periódicos científicos, principalmente os que tratam da história da ciência (SILVA; PIMENTEL, 2008). Para além dessas sugestões, cabe trabalhar na formação dos futuros professores; seria prudente que o professor dispusesse de uma formação, ainda que mínima, da história e epistemologia da ciência, porém isso ainda é um desafio (FORATO et al., 2011).

Massoni (2010), depois de uma longa investigação na literatura, mostra que diversos pesquisadores pontuam a inclusão de disciplinas de cunho epistemológico e filosófico da ciência nos cursos de licenciatura na área de ciências. Visto que a formação continuada de professores é um desafio, essas disciplinas na grade curricular

propiciariam aos futuros docentes uma competência maior para tratar do assunto em sala de aula, promovendo uma melhoria no ensino de ciências. Dessa forma, ainda que os livros apresentem equívocos históricos e não contemplem discussões histórico-filosóficas, o professor subsidiaria tais incursões, já que teria formação suficiente para dialogar sobre as concepções não apresentadas pelos livros e que se fazem relevantes para a formação do aluno.

A análise contextual do termo descoberta nos livros investigados visa alertar sobre as possíveis contribuições que essa palavra suscita no âmbito da NdC, da investigação científica e de todo o processo de construção de um corpo de conhecimento, e não julgar taxativamente o certo e o errado. Assim, procura-se propiciar reflexões à respeito da importância de se implementar discussões de caráter histórico-filosófico nos livros didáticos e, além disso, instigar o professor a discussões dessa natureza em sala de aula, a partir, por exemplo, de um episódio histórico específico. Considerando que os livros precisam contemplar diferentes enfoques (científico, tecnológico, social, etc.), a atuação e reflexão do professor sobre esses aspectos mais específicos – discussões histórico-filosóficas – torna-se fundamental.

### **Considerações Finais**

A compreensão de uma descoberta científica ultrapassa a *reconstrução lógica* da investigação científica. O seu entendimento requer uma abordagem integrada entre história e filosofia da ciência. Nessa perspectiva, uma das argumentações que busca assegurar a distinção DJ – de que somente o contexto da justificação apresenta aspectos lógicos – torna-se inapropriada, como se procurou evidenciar nesse artigo. Uma descoberta científica pode, ainda que por meio de uma casualidade ou de um imprevisto, explicitar uma estrutura conceitual e epistemológica quando analisada, por exemplo, no âmbito histórico-filosófico da ciência.

A análise de uma descoberta pode, ainda, contrapor a alegação de que apenas as disciplinas fatuais, como a história da ciência, deveriam explorar esse contexto. A filosofia da ciência, uma disciplina normativa, nesse sentido, deveria se ater apenas ao contexto da justificativa. Contudo, determinadas questões envoltas em uma descoberta (Onde? Como? Quem? De que forma? Em que circunstâncias? Sob quais pressupostos teóricos (se existiam)?) evidenciam a importância de uma análise também filosófica, e não apenas histórica, desse contexto. Como ressalta Arabatzis (2006), a pergunta aparentemente ingênua “quando e por quem algo foi descoberto?” não pode ser

interpretada como um pedido de informação, mas como uma análise conceitual; “e uma análise conceitual (não apenas lógica) é um marca [também] da filosofia” (p. 227).

Como sempre há implicações filosóficas, explícita ou implicitamente, sobre o ensino de ciências, muitas ‘imagens’ e concepções são difundidas pelos princípios e pela postura dos professores perante à ciência e nas entrelinhas dos materiais didáticos. A consciência da complexidade conceitual e estrutural de uma descoberta científica, a relação existente entre os contextos da descoberta e da justificativa e os diferentes papéis do experimento na construção do conhecimento e seu diálogo com as hipóteses, por exemplo, podem e devem permear o ambiente de ensino.

Uma alternativa para tais discussões em sala de aula é por meio de episódios históricos. Contudo, a história apresentada nos livros didáticos, muitas vezes, enaltece imagens ‘infieis’ da construção do conhecimento científico; um método único e ingênuo da investigação, um gênio isolado e muitas obras valorizam apenas os conhecimentos aceitos atualmente, ignorando, por exemplo, os erros e a casualidade como parte do processo de desenvolvimento científico. Ao invés de explorarem pedagógica e epistemologicamente a história, a depreciam como meras descrições bibliográficas, por vezes.

Na análise realizada com os livros didáticos, notam-se elementos comuns apresentados na abordagem histórica da ciência, que indicam certas ideias de que uma descoberta surge de uma observação, “insights”, palpites, intuições e que essa não possui uma estrutura relevante. Conforme mencionado, mesmo que uma descoberta seja do tipo “trip-over”, que ocorreu por um acaso, essa casualidade só evoluirá, em termos de conhecimento e interpretação, pelo interesse do cientista e pelo envolvimento que empreenderá para compreender o novo fato. O investigador que vê apenas o que espera e descarta os resultados inesperados como sendo “errados” não fará nenhuma descoberta (ROBERTS, 1993).

Para não incidir em tais incorreções, principalmente no que concerne à terminologia *descoberta*, pode-se contextualizar melhor como se constroem conceitos e leis e não apenas os resultados de investigações. A história pode subsidiar discussões que são apontadas nos próprios documentos oficiais, evidenciando uma ciência com erros, problematizações, com as convicções específicas de cada época, destacando o processo social da construção do conhecimento e sua coletividade. A estrutura envolvida em uma descoberta ilustra a necessidade de combinar discussões históricas e

filosóficas no livro texto e, quando isso não ocorre, o professor precisa assumir esse importante papel.

## Referências

ANDERSON, C. D. *The production and properties of positrons (1936)*. Nobel Lectures, Physics 1922-1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965. Disponível em: [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1936/anderson-lecture.pdf](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1936/anderson-lecture.pdf)

ARABATZIS, T. On the Inextricability on the context of Discovery and the context of justification. *Revisiting Discovery and Justification*, p. 215-230, 2006.

AROCA, S. B; SILVA, C. C. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 1, 2011.

ASSIS, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, n. 4, p. 635-644, 2007.

BRASIL. *PCN Ensino Médio: Parâmetros Curriculares Nacionais. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, 2000.

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRASIL. *PNLD/2007*. Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas a serem incluídas no Guia de Livros Didáticos de 1ª a 4ª série do PNLD/2007.

BRASIL. *Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. PNLEM/2009. *Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: Física*. Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008.

BRASIL. PNLD/2012. *Guia de livros didáticos: Física*. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

BRASIL. PNLD/2012. *Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o Programa Nacional Do Livro Didático PNLD 2012 – Ensino Médio*. 2012.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCHI, A. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, p. 3-19, 1996.

CORDEIRO, M. *Dos Curie a Rutherford: Aspectos Históricos e Epistemológicos da Radioatividade na Formação Científica*. Florianópolis: UFSC, 2011. 234 p. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

DU FAY, C. F. C. Quatri'eme m'emoire sur l'electricité. De l'attraction et r'epulsion des corps électriques. *M'emoires de l'Académie Royale des Sciences*, pages 457-476, 1733. Tradução de Rafaela Rejane Samagaia Lamy Peronnet, Quarto «relatório de pesquisa» sobre eletricidade.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência. *Apostila da Disciplina de História e Filosofia da Ciência*. Tópicos de História da Mecânica. Programa de Educação à Distância. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLOA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FRENCH, S. *Ciência – Conceitos-chave em Filosofia*, Artmed, 2009.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

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

HACKING, I. *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

HANSON, N. R. An Anatomy of Discovery. *The Journal of Philosophy*, v. 64, n. 11, p.321-352, 1967.

HEILBRON, J. L. *Electricity in the 17th & 18th Centuries*. Berkeley: University of California Press, 1979.

KIPNIS, N. Chance in Science: The Discovery of Electromagnetism by H.C. Oersted. *Science & Education*, v. 14, p. 1-28, 2005.

KRAGH, H. *Introdução à Historiografia da Ciência*. Portugal: Porto Editora, 2001.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2011a.

KUHN, T. S. *A tensão essencial: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica*. São Paulo: Unesp, 2011b.

- KUHN, T. S. *O caminho desde a estrutura*. Livraria UNESP, 2006.
- LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge, 1970.
- MARTINS, R. A. Becquerel and the choice of uranium compounds. *Archive for History of Exact Sciences*, v. 51, n. 1, p. 67-81, 1997.
- MASSONI, N. T. *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica*. 2010. 412f. Tese (Doutorado). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- PEDUZZI, L. O. Q. *Do próton de Rutherford aos quarks de Gell-Mann, Nambu...* Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- PEDUZZI, L. O. Q. *A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica*. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. Disponível em: [www.evlucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evlucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)
- PEDUZZI, L. O. Q. 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, 2005.
- PEDUZZI, L. O. Q. *As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a História e a Filosofia da Ciência em um curso de Mecânica*. 1998. 850p. Tese (Doutorado em Educação) Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PENA, L. A. F.; FILHO, A. R. O uso didático da história da ciência após a implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNEM): um estudo a partir de relatos de experiências Pedagógicas publicados em periódicos Nacionais especializados em ensino de física (2000-2006). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 26, n. 1, p. 48-65, 2009.
- RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 18, n. 1, p. 132-146, 2015.
- RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma análise da terminologia *descoberta* e sua contextualização nos livros didáticos: os estudos de Gray e Du Fay. In: V ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA - RS, Porto Alegre. *Atas...*2013.
- REICHENBACH, H. *Experience and Prediction*. Chicago: University of Chicago Press, 1938.
- RESTON, J. *Galileu, uma vida*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1995.
- ROBERTS, R. M. *Descobertas acidentais em ciências*. Campinas, SP: Papyrus, 1993.

RONAN, C. A. *História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge*. Jorge Zahar Editor, 1987.

SILVA, C. C.; PIMENTEL, A.C. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 1, p. 141-159, 2008.

STEINLE, F. Concept formation and the limits of justification: “Discovering” the two electricities. *Revisiting Discovery and Justification*, v. 14, p.183-195, 2006.

WONG, S. L.; HODSON, D. From the Horse’s Mouth: What scientists Say About Scientific Investigation and Scientific Knowledge. *Science Education*, Wiley Periodicals, p. 109-130, 2008.

## Apêndice

**Quadro 01** - Livros analisados e aprovados no PNLD/2012; autores por ordem alfabética.

<b>Livro analisado</b>	<b>Autores</b>	<b>Referência</b>
Compreendendo a física	Alberto Gaspar	GASPAR, A. <b>Compreendendo a física: ensino médio</b> . São Paulo: Ática, v. 3, 2010.
Física em contextos- Pessoal – Social – Histórico	Alexander Pogibin; Maurício Pietrocola; Renata Andrade; Talita Romero	POGIBIN, A.; PIETROCOLA, M.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. <b>Física em contextos - pessoal – social – histórico</b> . São Paulo: FTD, v. 3, 2010.
Curso de Física	Antônio M. R. Luz; Beatriz A. Alvarez	MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. <b>Curso de Física</b> . São Paulo: Scipione, v. 3, 2010.
Física aula por aula	Benigno Barreto Filho; Cláudio Xavier da Silva	SILVA, C. X.; FILHO, B. B. <b>Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatório, física moderna</b> . São Paulo: FTD, v. 3, 2010.
Conexões com a física	Blaidi Sant’Anna; Glória Martini; Hugo Carneiro Reis; Walter Spinelli	SANT’ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. <b>Conexões com a física</b> . São Paulo: Moderna, v. 3, ano 2010.
Quanta Física	Carlos Kantor; Lilio P. Junior; Luis Menezes; Marcelo Bonetti; Osvaldo Junior; Viviane Alves	KANTOR, C. A.; PAOLIELLO J. L. A.; MENEZES, L. C.; BONETTI, M. C.; CANATO JR., O.; ALVES, V. M. <b>Físicas, 3º ano</b> . São Paulo: Ed PD, v. 3, 2010.
Física - ciência e tecnologia	Carlos M. A. Torres; Nicolau G. Ferraro; Paulo A. T. Soares	TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A. <b>Física – ciência e tecnologia: volume 3</b> . São Paulo: Moderna, v. 3, 2010.
Física para o ensino médio	Fuke; Kazuhito	FUKE, L.F.; KAZUHITO, Y. <b>Física para o Ensino Médio</b> . São Paulo: Saraiva, v. 3, 2010.
Física	Gualter; Helou; Newton	BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. <b>Física</b> . São Paulo: Saraiva, v.3, 2010.
Física e Realidade	Aurelio Gonçalves Filho; Carlos Toscano	FILHO, A. G.; TOSCANO, C. <b>Física e Realidade: ensino médio física</b> . São Paulo: Scipione, v.3, 2010.

**Fonte:** Desenvolvida pelos autores

**ANABEL CARDOSO RAICIK.** Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Santa Catarina (2012). Mestre em Educação Científica e Tecnológica pelo Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015). É doutoranda do Programa de Pós Graduação e Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

**LUIZ O. Q. PEDUZZI.** Possui graduação em Bacharelado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1973), mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1980) e doutorado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998). É professor do Departamento de Física da UFSC desde 1976. No Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, orienta, atualmente, pesquisas voltadas à investigação do potencial didático, cultural e epistemológico da história da ciência para o ensino da física. Até 2015 foi um dos editores do Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Recebido: 31 de outubro de 2015

Revisado: 22 de fevereiro de 2016

Aceito: 05 de maio de 2016