

Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência

A discussion about the context of discovery and justification: The dynamics between hypothesis and experimentation in science

ANABEL CARDOSO RAÍCIK

Universidade Federal de Santa Catarina | UFSC

LUIZ O. Q. PEDUZZI

Universidade Federal de Santa Catarina | UFSC

132

RESUMO Neste ensaio discute-se o diálogo entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico, explicitando as novas preocupações epistêmicas que se teve com o experimento, sobretudo no início dos anos 80. Apresenta-se, sucintamente, concepções da experimentação normalmente disseminadas no ensino de ciências. Através do conceito de *experimentação exploratória*, delineado por Steinle, discorre-se sobre a distinção explicitada por Reichenbach entre os contextos da descoberta e da justificativa evidenciando, por meio de uma revisão bibliográfica, pertinentes objeções a essa dicotomia à luz da moderna filosofia da ciência.

Palavras-chave experimentação exploratória – contexto da descoberta e da justificativa – ensino de ciências.

ABSTRACT *This essay discusses the dialogue between hypothesis and experimentation in the construction of scientific knowledge, explaining the new epistemic concerns related to an experiment, especially in the early 80s. Conceptions of experimentation usually disseminated in science education are briefly presented. Through the concept of exploratory testing, outlined by Steinle, it talks about the distinction explicit by Reichenbach between the contexts of discovery and justification showing, through a literature review, relevant objections to this dichotomy in the light of modern philosophy of science.*

Keywords *exploratory experimentation – context of discovery and justification – science education.*

Introdução

O século XX é marcado por “novas” considerações sobre a ciência, no âmbito histórico e filosófico. A partir dos anos 60 houve uma reforma na maneira de pensar e caracterizar o conhecimento científico em relação às primeiras décadas desse e do século passado. Muitos estudos apontam que, essas novas concepções sobre a ciência tomaram impulso, principalmente, com os trabalhos de Thomas Kuhn; que puseram em questão as “normas metodológicas

universais” que regiam os estudos da filosofia da ciência¹. Assim, instaura-se um novo quadro teórico que fundamenta a reflexão e a percepção da investigação científica. “Os filósofos já há muito fizeram da ciência uma múmia. Quando finalmente desenrolaram o cadáver, e viram os restos de um processo histórico de vir a ser e descobrimento, criaram para si mesmos uma crise de racionalidade. Isso aconteceu por volta de 1960”².

Com os estudos de Kuhn, Hanson e outros pós-kuhnianos como Hacking, institui-se uma filosofia que trata a ciência como uma atividade complexa que se relaciona com outras atividades humanas. Essa nova filosofia da ciência requer discutir e analisar, entre outras questões, a correlação existente entre experiência e hipóteses (ou teorias) na construção do conhecimento científico e a distinção existente entre os enfoques heurísticos e os enfoques lógicos nesse campo³. Ou seja, a dicotomia dos contextos da descoberta e da justificativa (DJ) e, conseqüentemente, a separação da filosofia da ciência das outras áreas do conhecimento como a história da ciência.

No âmbito da experimentação, Steinle⁴ apresenta duas classificações: a experimentação subordinada por uma *teoria-orientada* e a experimentação *exploratória*. A segunda dessas classificações permite compreender a relação inerente entre os contextos da descoberta e da justificativa; explicita possíveis ligações entre os aspectos heurísticos e lógicos em uma pesquisa científica. Para este autor, a compreensão da experimentação só pode ser plenamente alcançada por meio da história e da filosofia da ciência. Assim, a separação dessas duas áreas do conhecimento se torna questionável.

No ensino de ciências, seja através dos professores ou dos materiais didáticos, há sempre uma concepção filosófica, implícita ou explicitamente presente. Essa perspectiva filosófica orienta a um entendimento epistêmico da ciência; sobre o método científico, sobre o contexto de investigação, sobre o papel do experimento na ciência, sobre a sua pluralidade metodológica. Principalmente no que concerne ao ensino das ciências⁵ essa postura filosófica torna-se mais visível. Com frequência e tradicionalmente, o ensino de física negligencia os diferentes papéis que a experimentação exerce na construção do conhecimento científico, assim como a filosofia os ignorou por muito tempo em suas análises sobre o desenvolvimento da ciência. As novas vertentes filosóficas do final do século XX incorporaram os estudos historiográficos para a reflexão e entendimento do conhecimento produzido e sua criação. Desta forma, tem-se novas preocupações com a natureza do conhecimento científico, conseqüentemente, “no campo da educação científica, esse acabou sendo um caminho natural a ser trilhado”⁶. Porém, ainda que novas características comecem a ser consideradas no ensino, algumas perspectivas referentes à experimentação precisam ser exploradas, como a dinâmica do experimento e da hipótese no desenvolvimento da investigação científica.

Assim, em um primeiro momento neste artigo, discute-se o papel da experiência na ciência e seu diálogo com as hipóteses, explicitando as novas preocupações epistêmicas que se teve com o experimento no início dos anos 80. Em seguida, discorre-se sobre a experimentação e o ensino de ciências que, normalmente, ignora as suas diferentes funções na atividade científica, evidenciando-o como algo independente de hipóteses e problematizações.

Posteriormente, aborda-se, através do conceito de experimentação exploratória^{7,8}, os contextos da descoberta e da justificativa. A seguir apresenta-se a distinção explicitada por Reichenbach desses dois contextos, discorrendo sobre as pertinentes objeções a eles feitas pela moderna filosofia da ciência. Essa discussão é, então, seguida pelas considerações de Kuhn acerca da incoerência da distinção DJ. Por fim, discorre-se sobre as preocupações com as concepções inadequadas *sobre* a ciência fomentadas no ensino devido a sua, ainda, persistência em valorizar apenas os resultados científicos e, inadvertidamente, consentir com a dicotomia DJ.

Experimentação e hipóteses na construção do conhecimento

A visão hegemônica da experiência como corroboradora ou refutadora de hipóteses e teorias, amplamente disseminada no século XIX, começa a se deteriorar ao longo do século XX. No âmbito de uma nova reflexão à ciência,

os filósofos começam a analisar mais detidamente, sobretudo a partir da década de 80, o significado da experimentação e os historiadores da ciência buscam examiná-la no seu âmbito cultural, social e retórico⁹. O papel subsidiário da experimentação é revisto, então, dado o reconhecimento da sua complexidade e das suas diferentes relações com a construção do conhecimento científico.

O livro “Representar e Intervir” de Ian Hacking¹⁰, publicado originalmente em 1983, é um exemplo das renovadas discussões sobre os excessos da dimensão teórica da ciência em detrimento das experimentações. Hacking buscou valorizar a experimentação e atentar para o fato da experiência não vir a ser apenas corroboradora (ou falseadora) de teorias, mas geradora de novos fenômenos e novos conhecimentos. Segundo o próprio autor:

*a verdadeira mensagem de Representing and Intervening é que grande parte da ciência é experimentação, transformação do mundo e construção de instrumentos para modificar o mundo: intervir, e não apenas teorizar, ou representar*¹¹.

Mendonça¹², na edição brasileira do livro, faz uma apresentação das concepções de Hacking sobre a ciência. Expõe que ele duvida da ideia disseminada de que, seguindo os mesmos passos metodológicos em uma experiência bem-sucedida, é possível obter-se os mesmos resultados. Para Hacking só faz sentido repetir um experimento para aperfeiçoá-lo, já que, como explicita:

*experimentar é criar, produzir, refinar e estabilizar os fenômenos. Se os fenômenos fossem abundantes na natureza, como amoras prontas para serem colhidas no verão, então o não funcionamento dos experimentos seria estranhíssimo. Mas é difícil produzir os fenômenos de qualquer forma estável*¹³.

Em cada nova experimentação, o arranjo e a maneira como o experimento será conduzido e analisado tornam-se diferentes e, ainda não são, em sua totalidade, estáveis; estão sujeitos a falhas, a erros, a imprevistos e a especulações casuais. Nesse momento afloram os pressupostos teóricos de cada estudioso, ou seja, “o experimentador não é o ‘observador’ da filosofia da ciência tradicional, mas sim uma pessoa alerta e observadora”¹⁴. As observações são dependentes de conhecimentos prévios, seja de natureza científica, filosófica, religiosa, cultural, etc.; “observadores vendo a mesma cena do mesmo lugar veem a mesma coisa, mas interpretam o que vêem diferentemente”¹⁵. Ainda que não haja um corpo teórico constituído, a experimentação tem o seu valor e dialoga com as hipóteses que são formuladas antes e durante o processo investigativo.

Assim, refletir sobre a prática científica torna-se importante para (re)ver o papel da experimentação. Conforme Garcia e Estany¹⁶, isso implica em analisar e reconhecer alguns fatores que interferem no trabalho científico, como “a infraestrutura material, os instrumentos, a interação humana (...)”. Como ressalta Gil Pérez *et al.*¹⁷, tem-se uma visão ingênua que a ciência é socialmente neutra. Não dando aporte às relações CTS (ciência-sociedade-tecnologia), acredita-se que os cientistas estão “acima do bem e do mal”, que não possuem necessidade de opções. Como a própria ciência (em geral), a experimentação, no que concerne principalmente à sua “forma estável”, sofre influências de diferentes instâncias.

*A experiência científica é orientada e mesmo valorizada pelo enquadramento teórico do sujeito, que em diálogo com ela a questiona, a submete a um interrogatório, de respostas não definitivas. A experiência enquadra-se num método pouco estruturado, que comporta uma diversidade de caminhos, ajustando-se ao contexto e à própria situação investigativa*¹⁸.

Nessa perspectiva, um experimento pode ser conduzido simplesmente por “curiosidade”; uma curiosidade científica a fim de verificar o que, possivelmente, pode ocorrer de novo, um desejo de compreender a natureza ou um fenômeno em específico. Ainda, um experimento pode ser subsidiado por hipóteses cujo objetivo podem ser o de formar novas teorias ou obter regularidades empíricas. Desta maneira, como coloca Hacking,

a experimentação tem vida própria”, ou seja, exerce diferentes papéis na construção do conhecimento, na busca do entendimento da natureza, na procura de novas “descobertas”; não se enquadra em um método rígido. Desse modo, torna-se essencial para compreender a ciência e o seu desenvolvimento: “Reconhecer a importância e a validade das práticas experimentais na constituição da ciência, sua função independente da teoria ou em equilíbrio com ela”¹⁹.

Ainda que “diferentes tipos de relacionamento entre teoria e experimento existiram em diferentes estágios do desenvolvimento científico”²⁰, muitas experiências são desenvolvidas sem que haja um corpo teórico estabelecido que rege as observações. O diálogo entre as hipóteses e a experimentação nem sempre é simples; o confronto entre o que se idealiza e o que realmente se realiza se interligam; “reside aqui, pensamos, uma das riquezas heurísticas da experimentação”²¹.

Neste sentido, Hacking²² cita alguns trabalhos em que as observações precederam as teorias, dentre eles as investigações de Newton sobre a dispersão da luz. Nestes estudos, percebe-se uma conversação maior entre as hipóteses, as ideias, as problematizações e as experimentações realizadas²³.

Granés, no capítulo 2 do seu livro “La gramática de una controversia científica: el debate alrededor de la teoría de Newton sobre los colores de la luz”²⁴, dedica-se à exposição detalhada e à análise do artigo que Newton publica em 1672^{25, 26}. O autor destaca as características metodológicas mais notáveis da investigação de Newton, apresentando as diferenças desse estudioso e alguns de seus antecessores e contemporâneos quanto a concepção do fenômeno das cores e as ideias subjacentes sobre a ciência e seus métodos.

Newton e muitos outros estudiosos “não eram um monte de empiristas irracionais sem nenhuma ‘ideia’ em suas cabeças. Eles viram o que viram por serem pessoas curiosas, inquisitivas, reflexivas”²⁷. Newton partiu de uma indagação para iniciar sua pesquisa sobre a dispersão da luz. Este estudioso se ateve ao alongamento da mancha que contradizia a teoria da época; assim iniciou sua pesquisa criando, produzindo, refinando e dialogando suas hipóteses (criadas à luz de seus pressupostos) com os experimentos. Newton não queria corroborar ou refutar, mas entender e explicar uma anomalia.

135

Experimentação e ensino de ciências

Hacking (e outros tantos) clamaram por mudanças. Há mais de duas décadas, disse ele, segundo Caliman e Almeida, que já estava no momento de:

[...] ‘reconhecer a ciência pelo que ela é: um emaranhado de pensamento e ação, teoria e experimento’. Hoje, diz ele, nós temos uma imagem mais verdadeira da ciência, e a ciência uma imagem mais verdadeira dela mesma”²⁸.

Apesar das novas ressalvas e reflexões à experimentação e ao próprio desenvolvimento da ciência, iniciados no século passado por filósofos e historiadores, o ensino tradicional dissemina, ainda, uma visão da prática e da investigação científica voltada a um método^{29, 30, 31, 32}. Assim, o conhecimento emerge de um problema que é identificado e termina com a solução encontrada; sem rupturas, sem desvios, sem a possibilidade de novos questionamentos³³.

Diversas análises sobre a educação científica apontam que o ensino transmite imagens equivocadas acerca do processo de construção e de desenvolvimento do conhecimento científico^{34, 35, 36, 37, 38}. Assim, mesmo que a ciência se autoconheça melhor, o ensino precisa, ainda, compreendê-la mais em sua autenticidade.

A prática letiva fortemente ligada a posições epistemológicas positivistas gera dificuldades e impasses no que diz respeito a dinâmica entre hipótese e experimentação, quando se pensa em procedimentos relativos à construção do

conhecimento. As concepções de muitos professores e alunos não diferem de uma visão popular da ciência. Em uma percepção empirista, a experiência limita-se à manipulação de variáveis que propiciará a descrição de um fenômeno via teorias ou leis. Nesta perspectiva, a ciência é desenvolvida e construída sobre um pilar estável; “as teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento”³⁹.

Nesse panorama, a experimentação subsidia por si a pesquisa científica, que se focaliza na obtenção de dados. Desta forma, assume-se que a experiência independe das hipóteses e problematizações. No entanto, a hipótese tem um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações⁴⁰ e precisa ser devidamente valorizada.

A prática do cientista evidencia o processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Essa prática mostra que a ciência possui processos mais complexos do que de simplesmente prosseguir prescritivamente. Segundo Hodson⁴¹, essa prática pode ser vista como um processo composto por três fases: criação, validação e incorporação de conhecimentos, que correspondem respectivamente à geração de hipóteses, aos testes ao qual a hipótese é sujeita e ao processo social de aceitação e registro do conhecimento científico.

Nesse âmbito, Hodson^{42,43} preocupa-se com a subutilização da experimentação no ensino, no sentido de que em poucos momentos a atividade experimental é explorada plenamente com o seu real potencial ou contextualizada devidamente (via história da ciência, por exemplo).

A inexistência de uma descrição significativa do desenvolvimento histórico do conhecimento científico, juntamente com a ênfase excessiva da aprendizagem de produtos da pesquisa científica, não só prejudica a compreensão do desenvolvimento do conhecimento científico, mas também desvaloriza o papel do indivíduo na sua geração. Nós acreditamos que os alunos irão apreciar e se beneficiarem a partir de observações dos cientistas sobre diferentes experiências e pressupostos teóricos, levando a conclusões diferentes em relação aos mesmos dados, e comentários sobre o papel fundamental da intuição e da estética na ciência⁴⁴.

136

Visto que a prática científica contempla relações que fogem ao escopo do que se entende por um método científico – único e infalível – (como a conversação entre hipótese e experimentação) alguns objetivos do ensino de ciências são traçados na literatura. Estes objetivos visam o planejamento de um currículo mais eficaz, tanto do ponto de vista educacional quanto filosófico, capaz de descrever uma prática científica mais coerente com a sua realidade. De acordo com Hodson⁴⁵, o ensino de ciências deve contemplar três aspectos principais:

- Aprendizagem das ciências: como aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos.
- Aprendizagem sobre a natureza das ciências: o desenvolvimento da natureza e dos métodos da ciência, tomando consciência das interações complexas entre ciência e sociedade.
- A prática da ciência: desenvolvimento dos conhecimentos técnicos, éticos entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

Para que esses objetivos de aprendizagem sejam alcançados, é necessário escolher uma atividade de aprendizagem baseada na exploração, desenvolvimento e modificação das ideias dos alunos. Ademais, é preciso levar em conta que a aprendizagem é um processo, no qual os alunos constroem e reconstróem seu próprio entendimento à luz de suas experiências. Esses aspectos principais para o ensino de ciências, sugeridos por Hodson⁴⁶, podem gerar debates e reflexões acerca de como se desenvolvem os conceitos físicos e, entre outras considerações, de que não há um método científico.

Isto é possível com discussões do desenvolvimento científico via história e filosofia da ciência, que podem gerar reflexões e debates acerca das imagens que se tem do trabalho científico^{47, 48}, auxiliar na compreensão de aspectos da natureza da ciência (NdC) e apresentar limitações quanto ao entendimento do método na ciência^{49, 50, 51}.

No que concerne à reflexão e compreensão do papel da experiência e a sua relação com a hipótese no processo

construtivo da ciência, faz-se necessário especificar alguns tipos de experimentação. Para isso, pode-se inicialmente distinguir os experimentos de caráter qualitativo e quantitativo.

Experimentação exploratória

Os filósofos e os historiadores da ciência da escola positivista descreviam a investigação científica através de experimentos quantitativos; o que importava eram as medições e os dados precisos. Em uma nova concepção filosófica (e histórica) passa-se a ressaltar, também e principalmente, a importância dos experimentos qualitativos que permitem analisar o conhecimento e seu desenvolvimento em uma perspectiva mais epistemológica. Conforme Ferreirós e Ordóñez⁵² os experimentos qualitativos, que antecedem a uma estrutura teórica estabelecida, ao menos no campo da física, desempenham um papel fundamental no processo de formação de conceitos.

Os estudos iniciais sobre o eletromagnetismo, com Oersted e Faraday, por exemplo, evidenciam a contribuição dos experimentos qualitativos na elaboração de novos conhecimentos científicos. Oersted delinea algumas concepções e noções sobre a relação eletricidade/magnetismo a partir de certos resultados experimentais. Faraday foi conduzido a novas “descobertas”, “estimulado pela leitura dos artigos que precisou consultar e intrigado, talvez, por alguns resultados estranhos encontrados na repetição dos experimentos”⁵³. Esses experimentos, de cunho qualitativo, permitem que o fenômeno em questão seja refinado, acomodado e especificado com maior precisão⁵⁴. Na eletricidade do século XVIII, podem ser citados os estudos que contribuíram para a compreensão do conceito da repulsão elétrica e dos materiais isolantes e condutores, respectivamente desenvolvidos por Du Fay e Gray⁵⁵.

Steinle⁵⁶ apresenta duas classificações à experimentação. Para ele, as experimentações são permeadas por uma teoria (*theory-driven*) – das quais possuem um pendor mais quantitativo – ou serem exploratórias – que avivam dimensões qualitativas. Os procedimentos em cada um dos casos, normalmente, abrangem alguns aspectos essenciais das experimentações realizadas na pesquisa científica, no entanto, o autor ressalta que outras classificações são possíveis.

As experiências do primeiro tipo são subordinadas por uma ‘teoria-orientada’ e, normalmente, denominadas tradicionais. Todo o procedimento é desenvolvido à luz de uma teoria bem estruturada. No entanto, como Steinle^{57,58} destaca, não é notoriamente claro o que exatamente se entende por teoria nesse contexto. Esse tipo de experimento não serve, necessariamente, apenas para corroborar teorias ou hipóteses. A determinação de um parâmetro numérico, por exemplo, ou o uso de teorias com aporte heurístico dentro da busca por um novo efeito, seriam igualmente dirigidos por uma “teoria-orientada” e, portanto, assim também classificados. Tipicamente, as experimentações do tipo *theory-driven* são realizadas a partir de expectativas específicas sobre os resultados possíveis. A própria rigorosidade experimental exclui de certa forma a possibilidade de resultados não pré-concebidos; não há flexibilidade experimental nesses casos, visto que todo o procedimento é, antes da execução/prática, estabelecido para um fim específico e só para este.

A segunda classe de experimentos são os exploratórios. Esse tipo de experimentação ocorre, normalmente, em períodos em que inexistente um corpo teórico científico bem definido, ao menos no campo de interesse. Ela é conduzida pelo desejo de obter regularidades empíricas elementares e “descobrir” conceitos e classificações adequadas. Apesar da sua autonomia quanto à teoria, esse experimento pode ser, e muitas vezes o é, sistemático e dirigido, inclusive por objetivos epistêmicos; entender, compreender, “descobrir”. Normalmente, esse tipo de experimentação caracteriza-se pela sua pluralidade metodológica. Dentre elas, a busca por uma regularidade empírica, a variação de um grande número de parâmetros experimentais (o tipo de material, as condições sob as quais se encontram... etc.), a análise de quais parâmetros afetam o efeito/fenômeno em questão e quais são essencialmente necessários, e a possível formação de novos conceitos. As experimentações, do tipo *exploratória*, ressaltam a dinâmica entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico; permitem variar, duvidar, analisar e, atentamente, se deparar com o inesperado.

Steinle⁵⁹ argumenta que, a partir dos experimentos exploratórios é possível objetar a dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa (DJ), e desta forma compreender melhor a construção da ciência e analisá-la no âmbito da sua gênese e da sua validação. Essa distinção foi apresentada, explicitamente, por Reichenbach⁶⁰ e confrontada, contemporaneamente, sobretudo por filósofos e historiadores da ciência.

Os contextos da descoberta e da justificativa: primórdios da distinção DJ segundo Reichenbach

No livro “Experiência e Predição”, publicado em 1938, Reichenbach explicita a distinção entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa. Essa dicotomia fundamentava e legitimava a filosofia da ciência como um campo autônomo em relação a outras áreas do conhecimento, como a história da ciência, a sociologia e a psicologia.

Para Reichenbach⁶¹ a epistemologia possui três tarefas principais; a descritiva, a crítica e a consultiva. No processo de planejamento dessas tarefas, torna-se fundamental separar a epistemologia e a psicologia.

A epistemologia não considera os processos do pensamento na sua ocorrência real; essa tarefa é deixada inteiramente à psicologia. O que a epistemologia pretende é construir os processos de pensamento na forma do qual eles deveriam ocorrer se fossem classificados em um sistema consistente [logicamente] (...). A epistemologia, assim, considera um substituto lógico ao invés dos processos reais. Para este substituto lógico foi introduzido o termo reconstrução racional⁶².

Assim, independentemente da origem psicológica, a epistemologia preocupa-se com a avaliação do processo da investigação científica. Há, na perspectiva de Reichenbach, uma diferença significativa entre como o pensamento e o trabalho são apresentados à comunidade, e a forma pela qual foi desenvolvido subjetivamente. Consequentemente, o que o cientista publica para os seus pares não é o que ele realizou e desenvolveu, mas uma reconstrução lógica da sua prática. Logo,

Se uma determinação mais conveniente deste conceito de reconstrução racional é desejada, poderíamos dizer que ela corresponde à forma em que os processos de pensamento são comunicados a outras pessoas, em vez da forma como eles são subjetivamente executados (...). Introduzo os termos contexto de descoberta e contexto de justificação para marcar essa distinção. Então temos que dizer que a epistemologia só se ocupa com a construção do contexto de justificação⁶³.

Para Reichenbach o processo de descoberta escapa de uma análise lógica, já que não possui regras que permitam “construir uma máquina descobridora que assumiria a função criadora do gênio”⁶⁴. O contexto da descoberta está relacionado, principalmente, com as origens psicológicas; as ideias. Já o contexto da justificação, preocupa-se com os resultados científicos. Absolutamente rígido, omite qualquer aspecto humano da ciência; extingue qualquer subjetividade. Por conseguinte, a lógica só se preocupa com o contexto da justificativa, ou seja, em analisar as relações entre os fatos e as teorias.

De acordo com Shiemann⁶⁵, Reichenbach não faz objeção quanto ao que o cientista irá publicar sobre o âmago de sua pesquisa. No entanto, argumenta que determinados fatores, como a subjetividade e uma possível linguagem cotidiana utilizada, não atenderão à lógica. Assim, o domínio legítimo da epistemologia, que visa assegurar uma consideração cientificamente articulada dos conhecimentos humanos é, para ele, o contexto da justificação⁶⁶. Segundo Siegel⁶⁷, Reichenbach não se preocupa com o quanto o contexto da justificativa pode ou não ser relevante e necessário para o contexto da descoberta (a dependência ou não do contexto da justificativa para o contexto da descoberta é irrelevante), no entanto nega a relevância do contexto da descoberta para a justificação. A filosofia da ciência pode justificar

as teorias trazidas das ciências naturais, mas as ciências naturais por si, não podem justificá-las⁶⁸. Essa justificação enfatiza, então, o caráter normativo da epistemologia em contraste com as disciplinas fatuais. Nesta perspectiva, a filosofia da ciência, entidade puramente normativa, objetiva estabelecer as regras que devem reger qualquer atividade que mereça ser chamada de ciência⁶⁹.

Segundo Hoyningen-Huene⁷⁰, a diferença entre o normativo e o fatural pauta-se na diferença de perspectiva; a perspectiva fatural é caracterizada pelo aspecto descritivo, enquanto a perspectiva normativa prima pelo aspecto avaliativo do conhecimento. No entanto, vale ressaltar que Reichenbach admite que no contexto da descoberta seja possível haver aspectos normativos; entretanto as perspectivas normativas diferem em cada contexto; “mas ele [Reichenbach] não rejeita os aspectos formais ou normativos da descoberta”⁷¹.

Apesar de outros filósofos da ciência como Carnap e Popper já utilizarem a distinção entre esses contextos, foi com Reichenbach que eles, explicitamente, foram dicotomizados. A filosofia da ciência, na contemporaneidade de Reichenbach, imersa no empirismo lógico, não visava trabalhar e analisar os processos da pesquisa científica. O essencial pautava-se nos resultados científicos; as “descobertas” (como produto) realizadas, as teorias elaboradas, os métodos (lógicos) utilizados e a justificação empírica que derivam da teoria.

Assim, o contexto da descoberta não era objeto da epistemologia ou da filosofia da ciência, mas da psicologia, da história e da sociologia. A gênese das teorias não teria interesse algum para os defensores da epistemologia científica na década de 30⁷².

A partir da década de 1960, entretanto, iniciam-se reações a esta dicotomia, em autores como Hanson, Thomas Kuhn, Polanyi Michael e Paul Feyerabend, principalmente no que concerne a separação entre a filosofia e a história da ciência.

Críticas à dicotomia entre os contextos DJ à luz da moderna filosofia da ciência

Hoyningen-Huene⁷³ apresenta cinco argumentos convergentes, veiculados na literatura, entre os que criticam a dicotomia DJ:

(i) O contexto da descoberta e o contexto da justificação são processos temporalmente indistintos. Essa argumentação é, normalmente, sustentada com o uso da história da ciência, especificamente com a utilização de um caso histórico no qual não há uma distinção temporal entre os contextos.

(ii) O contexto da descoberta possui aspectos lógicos. Essa afirmação afronta a concepção de que o contexto da descoberta deve ser analisado somente pelos campos empíricos do conhecimento, como a história, a psicologia e a sociologia. Essa reivindicação integra-se com a do próximo item.

(iii) O contexto da descoberta e o contexto da justificação são ambíguos. Uma vez que descobrir algo significa adquirir conhecimento e, conseqüentemente, justificar (implícita ou explicitamente) essa nova aquisição, a distinção entre os contextos adquire peculiaridade dúbia. Neste sentido, alguns autores defendem que, se uma distinção é demandada ela deve, ao menos, discriminar três processos; a geração, a procura e o teste (por conseguinte a aceitação). No entanto, essas considerações também recaem, de certo modo, a distinção entre aspectos normativos e fatuais.

(iv) A justificação possui aspectos sociológicos e psicológicos. Nesse discurso, cujo principal proponente é Kuhn, argumenta-se que o contexto da justificativa possui elementos sociológicos – no âmbito da escolha social de teorias pela comunidade que inclusive varia de uma comunidade científica à outra, ou de uma época à outra – e

elementos psicológicos – visto que cada membro de uma comunidade pode interpretar diferentemente determinados valores. Kuhn argumenta que, as decisões fundamentais são justificadas no sentido das escolhas feitas de acordo com valores específicos dos sujeitos ou de uma comunidade, no âmbito do paradigma do qual aderem.

(v) *A psicologia e outras disciplinas empíricas são relevantes à epistemologia.* Nesta perspectiva, argumenta-se que disciplinas fatuais podem ser importantes para a epistemologia. Elas podem oferecer elementos que permitem um melhor entendimento do conhecimento, uma vez que analisa seu processo.

Essa pluralidade de críticas à distinção DJ, segundo Hoyningen-Huene⁷⁴, acaba debilitando a defesa dos que sustentam a análise concomitante dos contextos e, conseqüentemente, favorecendo os que se opõem a ela. Ou seja, segundo esse autor, quanto menor a objetividade, centrada em um único argumento opositor à dicotomia, mais enfraquecidas se tornam essas críticas. Uma das objeções do autor é a pouca ênfase dada à diferença entre o fatural e o normativo. Apesar da ressalva de Hoyningen-Huene, sustenta-se, no presente artigo, que a multiplicidade de argumentos contra a dicotomia é um forte elemento para evidenciar a complexidade envolvida nos contextos. Além do mais, as diferentes proposições argumentativas apresentadas na literatura permitem analisar a ciência como um processo de desenvolvimento e reconhecê-la, não apenas como um produto – obtido através de reconstruções unicamente lógicas e normativas –, mas também através de seus aspectos subjetivos.

Assim, as críticas referidas à distinção DJ não necessariamente se pautam na diferença entre o que o cientista publica e a maneira com a qual procede na sua pesquisa; um dos aspectos explicitados por Reichenbach para sustentar sua argumentação. Por ter sido motivo para grandes reflexões na ciência, as críticas a essa dicotomia são de diferentes vertentes; abrangem outros aspectos que os contextos podem suscitar, como os apresentados nos cinco itens anteriores.

De acordo com Arabatzis⁷⁵, a distinção também tem sido confrontada sob o argumento de que o tipo de raciocínio utilizado na atividade da descoberta não difere, fundamentalmente, do raciocínio utilizado na sua justificação. Uma vez que a geração de hipóteses e a proposição de teorias visam a compreensão de um fenômeno e, de modo conseqüente, a resolução de um determinado problema, a investigação científica abrange muitas fases, cada qual envolve, mesmo que parcialmente, uma justificativa. Dessa forma, os contextos da descoberta e da justificativa são entrelaçados de tal maneira que não permitem, satisfatoriamente, uma análise dicotômica.

A perseverança na dicotomia DJ por parte dos filósofos, historiadores e, até mesmo, dos cientistas, influencia na imagem de ciência que se tem. Pela supremacia dos resultados científicos, e a secundariedade à sua gênese, o ensino de ciências acaba por apresentar a prática científica como um processo estático, neutro, aproblemático, ahistórico, individualista e rígido⁷⁶. A separação dos contextos não interfere só sobre a realidade científica, mas sobre a influência dessa percepção no ensino. A distinção DJ, assim, transgride o trabalho científico, empobrece a sua complexidade e distancia o ensino de ciências das discussões *sobre* a ciência.

A visão rígida (algorítmica, exata, infalível)⁷⁷, por exemplo, transpassa uma concepção de ciência subsidiada pelo “método científico”, desmerecendo a conversação entre a experimentação e as hipóteses e desprezando qualquer papel subjetivo à ciência; as casualidades, as criatividade, as dúvidas, os valores e os erros. No entanto, como argumenta Thomas Kuhn^{78, 79}, os elementos subjetivos – a princípio, pertencentes ao contexto da descoberta – são importantes e estão presentes nas tomadas de decisões de uma teoria. Nessa vertente, o autor apresenta elementos do período da ciência normal que enfraquecem a distinção DJ defendida por muitos filósofos ao longo da história.

Kuhn e a distinção DJ

Em “A estrutura das Revoluções Científicas”, publicada em 1962, Kuhn tece críticas à distinção entre o contexto da descoberta e da justificativa^{80, 81, 82}, principalmente no que concerne à separação entre disciplinas fatuais – como a história da ciência – e as normativas – como a filosofia da ciência. Na introdução do livro o autor escreve:

*Dizemos muito frequentemente que a história é uma disciplina puramente descritiva. Contudo, as teses sugeridas acima são frequentemente interpretativas e, algumas vezes, normativas. Além disso, muitas de minhas generalizações dizem respeito à sociologia ou à epistemologia. Pode até mesmo parecer que (...) eu tenha violado a muito influente distinção contemporânea entre 'o contexto da descoberta' e o 'contexto da justificação'*⁸³.

Kuhn admite que a escolha de teorias perpassa por processos que são considerados – por muitos filósofos e no âmbito da distinção – “irracionais”^{84, 85}. Admitindo que, na realidade do cientista não há a dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa, sua obra recebe diversas críticas. Para contestá-las, Kuhn⁸⁶ apresenta no livro “A tensão essencial” o capítulo “Objetividade, juízo de valor e escolha de teoria”, cuja finalidade é responder às acusações feitas por filósofos que argumentaram que ele atribuiu aos processos subjetivos a tomada de decisão de uma teoria.

*Alguns cientistas valorizam mais do que outros a originalidade, e por isso são mais propensos a assumir riscos. Alguns preferem teorias mais abrangentes e unificadas a soluções exatas e detalhadas dos problemas, mas de abrangência aparentemente menor. Fatores diferenciais como esses são descritos por meus críticos como subjetivos e contrastados com os critérios compartilhados, ou objetivos, com que comecei aqui [precisão, consistência, abrangência, simplicidade, fecundidade] (...) Meu argumento, portanto, é que toda escolha individual entre teorias rivais depende de uma mescla de fatores objetivos e subjetivos, ou de critérios compartilhados e individuais. Uma vez que os últimos não figuravam de costume na Filosofia da Ciência, a ênfase que dei a eles dificultou que meus críticos percebessem minha crença nos primeiros*⁸⁷.

Kuhn⁸⁸ argumenta que todas as vezes que tentou aplicar as distinções “mesmo *grosso modo*, às situações reais nas quais o conhecimento é obtido, aceito e assimilado, fê-las parecer extraordinariamente problemáticas”. A realidade do cientista (o processo de investigação científica) não condiz com a divisão imposta por muitos filósofos; fatores individuais variáveis (de diferentes naturezas) desempenham um papel na justificativa de teorias e não somente nas condições fatuais da descoberta⁸⁹.

Segundo Hoyningen-Huene⁹⁰, admitindo que elementos individuais interfiram tanto na justificação quanto na descoberta do conhecimento, a dicotomia dos contextos só seria plausível e útil, de acordo com Kuhn, se esses fatores individuais fossem imperfeitos e pudessem ser suprimidos de *qualquer* análise (mas, na realidade e segundo Kuhn, isso não é possível, logo, esse é um viés que confronta a dicotomia). Um dos equívocos que dificulta a compreensão dos contextos está no privilégio cedido à descrição simplificada da construção do conhecimento; o resultado científico e não o seu processo.

Os filósofos, na perspectiva da ‘antiga’ filosofia da ciência, admitem que valores pessoais possam interferir na construção do conhecimento ou na escolha de teorias; no entanto, remetem tais elementos ao contexto da descoberta, sendo assim irrelevantes para a objetividade científica. Kuhn questiona-se: “como os filósofos da ciência puderam ignorar por tanto tempo os elementos subjetivos que, como eles mesmos admitem, participam regularmente das escolhas efetivas de teorias feitas por cientistas individuais?” O autor prossegue perguntando “por que tais elementos lhes parecem um sinal apenas da fraqueza humana, e não *da* natureza do conhecimento científico?”⁹¹.

Os filósofos, que concordam com a distinção, buscam um “algoritmo capaz de ditar uma escolha racional e unânime”⁹². No entanto, a intersubjetividade na escolha de uma teoria por uma comunidade científica não implica que os membros da mesma, no âmbito de suas decisões individuais, não consideraram relevantes aspectos subjetivos, muitas vezes determinantes, dos seus pares, ou seja, a decisão final foi coletiva, mas as razões individuais podem ter sido distintas; “[os] filósofos da ciência mais tradicionais, [compartilham] a suposição de que o problema de escolha de teorias pode ser resolvido por técnicas semanticamente neutras”⁹³.

Uma vez que esses elementos individuais são considerados, não é plausível para os críticos de Kuhn ponderarem que a sua visão quanto à dicotomia é apenas uma *descrição idealizada* (argumentação utilizada pelos seus opositores às suas considerações). “A meu ver, portanto, a maioria dos filósofos da ciência considera, hoje, que o algoritmo buscado tradicionalmente é um ideal não de todo atingível”⁹⁴.

Na história da ciência é possível constatar que as considerações pertinentes ao contexto da descoberta são também relevantes para a justificação e é por isso que é tão difícil construir aquela máquina que substituiria o “gênio”, conforme apontado por Reichenbach. Dado que a ciência é ‘humana’, torna-se difícil o reconhecimento dos elementos cognitivos que foram decisivos na escolha, na proposição e na gênese de teorias. Essas “escolhas que apresentam problemas são aquelas que os filósofos da ciência precisam entender”⁹⁵. Logo, é preciso que haja uma relação entre as disciplinas fatuais e normativas, uma vez que uma não deveria ser unicamente normativa ou fatural. A distinção DJ expressa, para Kuhn, uma visão equivocada da história da ciência e de outras disciplinas afins, como a sociologia da ciência⁹⁶.

Com que direito, e baseado em que critérios, o observador/historiador ou observador/sociólogo diz ao filósofo quais fatos da vida científica precisa incluir em sua reconstrução, e quais pode ignorar? A fim de evitar longas reflexões sobre a filosofia da história e da sociologia, restrinjo-me a uma resposta pessoal. Não estou menos preocupado com a reconstrução racional, com a descoberta dos elementos essenciais, do que os filósofos da ciência. Meu objetivo, também, é uma compreensão da ciência, das razões de sua particular eficácia, do estatuto cognitivo de suas teorias. Ao contrário, porém, da maioria dos filósofos da ciência, comecei como um historiador da ciência, examinando atentamente os fatos da vida científica. Tendo descoberto, no decorrer do processo, que muito comportamento científico, até mesmo o dos maiores cientistas, infringia persistentemente cânones metodológicos aceitos [distinção DJ], por exemplo] (...)”⁹⁷.

Kuhn não pretendeu eliminar os aspectos normativos do âmbito da epistemologia em defesa de uma abordagem meramente descritiva, mas procurou romper com o idealismo de que a racionalidade está associada apenas à normatividade, aos processos lógicos e a algoritmos devidamente justificáveis. O que Kuhn defende é que algumas questões filosóficas alegadamente puras, tais como aquelas sobre a dinâmica de teorias ou sobre o progresso científico, necessariamente, envolvem aspectos sociológicos. Por outro lado, entende-se que o tratamento de algumas questões sociológicas, consideradas puras, tais como os valores que regem o comportamento das comunidades científicas, envolve também aspectos epistemológicos⁹⁸.

Não há, ao menos satisfatoriamente, como separar então a gênese do conhecimento da sua validade, visto que no processo de formação do conhecimento ensejam-se escolhas conceituais. Assim, o processo é sempre relativo a um quadro conceitual que é tomado como dado⁹⁹. Quando não há esse quadro conceitual estabelecido, cria-se um, novamente justificando algumas escolhas à luz de pressupostos que interferem no que é ou foi descoberto.

A relação concomitante entre os contextos DJ: possibilidade para discussões *sobre* ciência no ensino

As correntes de pensamento do século XX, no âmbito histórico e filosófico, ampliaram a noção que se tem de ciência. Isso implicou em admitir que diferentes elementos fazem parte da atividade científica; os erros, a casualidade, a interação humana, as ideias, as hipóteses. Um dos enfoques desta nova perspectiva defende a importância de reconhecer o papel construtivo da experimentação na construção do conhecimento¹⁰⁰.

As novas preocupações das diferentes funções da experimentação, sobretudo as qualitativas, iniciadas nos anos de 1980, contribuíram para a compreensão da importância epistemológica do experimento na construção da ciência. As reconsiderações nesse domínio acentuam a relevância da consideração do processo de desenvolvimento científico e não apenas dos seus resultados. A apreciação de uma experimentação, do tipo *exploratória*^{101, 102} por exemplo, evidencia, dentre outras coisas, a incoerência da dicotomia DJ; uma vez que para compreendê-la é preciso analisar a ciência no âmbito da sua gênese e da sua validação.

O ensino de ciências, por sua vez, ainda é majoritariamente orientado por uma concepção positivista da ciência. A perseverança, ainda existente, na dicotomia DJ por parte de filósofos, historiadores e, até mesmo, de cientistas,

influencia a imagem de ciência disseminada nas salas de aula. Pela hegemonia dos resultados científicos e a pouca ênfase atribuída à gênese do conhecimento, o ensino de ciências acaba por apresentar a prática científica como um processo estático, neutro, aproblemático, ahistórico, algorítmico, individualista e rígido¹⁰³. A distinção DJ, nesta perspectiva, subestima o trabalho científico, empobrece a sua complexidade e distancia o ensino de ciências das discussões *sobre* a ciência. Não raramente, os manuais didáticos detêm-se apenas nos resultados científicos; apresentando uma reconstrução lógica do desenvolvimento científico e omitindo a natureza do seu procedimento. Consequentemente, em diferentes níveis de ensino, muitos alunos acabam se deparando, entre outras coisas, com uma ciência estática e infalível, na qual inexistem fatores subjetivos.

Quando se explicita o processo científico, verifica-se que não há uma metodologia universal, ou seja, a ciência não se constrói seguindo um método; ela é muito mais do que um produto, fruto de uma reconstrução lógica. Existem valores individuais e coletivos que norteiam e influenciam o desenvolvimento científico. Kuhn analisou a ciência, por meio de sua história, como um processo, sobretudo, construído humanamente e, portanto, passível de subjetividade. Suas contribuições ressaltam ainda, e dentre outras coisas, a relevância de uma análise da ciência compatível com suas atividades; olhar a ciência como ela realmente ocorre. Em suma, ele explicita que os argumentos ditos 'lógicos' ou 'justificáveis' não podem ser considerados mais relevantes e incomparáveis aos condicionamentos psicológicos e sociológicos declarados pertencentes ao contexto da descoberta que, nessa perspectiva, são tão importantes e constituintes à atividade científica que os primeiros. Hacking¹⁰⁴ ressaltou, por exemplo, o reconhecimento da ciência pelo que ela realmente é: muitas vezes uma complexa relação entre pensamento e ação, teoria e experimentação. Os filósofos contemporâneos buscam explicitar, em síntese, que não é possível separar-se os contextos DJ quando se analisa a Natureza da Ciência.

Salienta-se que a própria compreensão e ampliação do conceito de uma descoberta, também pode reunir elementos para se contrapor a distinção DJ. O contexto da descoberta expõe elementos importantes tanto para as disciplinas fatuais, como a história da ciência, quanto para disciplinas normativas, como a filosofia. Assim, a explicitação de certos aspectos relativos a sua complexidade e a análise dos pormenores de seu contexto, permite evidenciar que esse conceito extrapola o contorno da distinção.

Por fim, como bem enfatiza Lakatos¹⁰⁴, parafraseando Kant: a filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega. Qualquer análise dos pormenores da investigação científica implica em apreciar o contexto da descoberta sob uma perspectiva histórica e filosófica e estimar, concomitantemente, as relações entre os contextos da descoberta e da justificativa. A partir dessa relação intrínseca entre os contextos DJ é possível evidenciar a dinâmica existente entre convicções teóricas e experimentações na pesquisa científica.

Notas e referências bibliográficas

Anabel Cardoso Raicik é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: anabelraicik@gmail.com.

Luiz O. Q. Peduzzi é professor do Departamento de Física/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: luiz.peduzzi@ufsc.br.

- 1 PAIXÃO, M. F. C. S. *História e Filosofia da Ciência: Construir uma Nova Imagem da Ciência na Formação de Professores*. Castelo Branco, Portugal: Instituto Politécnico de Castelo Branco; Escola Superior de Educação, 2003.
- 2 HACKING, I. *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012, p. 59.
- 3 PAIXÃO, op. cit., 2003.
- 4 STEINLE, F. Entering new fields: exploratory uses of experimentation. *Philosophy of Science*, v. 64, p. 565-574, 1997.
- 5 GARCIA, A. E. G.; ESTANY, A. Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, n. 31, p. 7-24, 2010.
- 6 BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. A física experimental numa perspectiva histórico-filosófica. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F.; FERREIRA, J. M. H.

(Orgs.) *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRRN, 2012, p. 211.

- 7 STEINLE, F. Concept formation and the limits of justification: "Discovering" the two electricities. *Revisiting Discovery and Justification*, v. 14, p.183-195, 2006.
- 8 STEINE, op. cit., 1997.
- 9 STEINLE, F. Experiments in History and Philosophy of Science. *Perspectives on Science*, v. 10, n. 4, p. 408-432, 2002.
- 10 HACKING, I. *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.
- 11 HACKING, I. Entrevista com Ian Hacking, por Paul Kennedy e David Cayley, 2007. *Psicologia & Sociedade*, v. 21, n. 3, p. 465-470, 2009, p. 468.
- 12 MENDONÇA, A. L. O. Ian Hacking: uma ponte entre a tradição e a pós-modernidade. In: HACKING, I. *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.
- 13 HACKING, op. cit., 2012, p. 13.
- 14 HACKING, op. cit., 2012, p. 331.
- 15 CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense: 1993, p. 43.
- 16 GARCIA, ESTANY, op. cit., 2010 p. 21.
- 17 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.
- 18 PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL PEREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, 2002a, p. 257.
- 19 GARCIA, ESTANY, op. cit., 2010, p.11.
- 20 HACKING, op. cit., 2012, p. 241.
- 21 PRAIA, CACHAPUZ, GIL PÉREZ, op. cit., 2002a, p. 257.
- 22 HACKING, op. cit., 2012.
- 23 SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. A Nova teoria sobre luz e cores de Isaac Newton: uma tradução comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 18, n. 4, p. 313-27, 1996. Nestes trabalhos os autores apresentam uma tradução comentada do primeiro artigo publicado por Newton sobre a teoria das cores; "é possível perceber quão complexo é o trabalho de Newton, e quão distante ele se encontra de um empirismo ingênuo" (p. 314).
- 24 GRANÉS, J. S. *La gramática de una controversia científica: El debate alrededor de la teoría de Newton sobre los colores de la luz*. Colombia: Universidad Nacional de Colômbia; Editorial UniBiblos: 2001.
- 25 Em fevereiro de 1672, Newton publica na *Philosophical Transactions da Royal Society* um artigo sobre a nova teoria de formação de cores, a partir da luz branca em experimentos com prisma. Esse fenômeno era explicado de diferentes maneiras por Hooke, Boyle, Descartes e Grimaldi, com base em teorias sobre a modificação da luz ao passar por um meio transparente.
- 26 NEWTON, I. A letter of Mr. Isaac Newton, professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colours; sent by the author to the publisher from Cambridge, febr. 6. 1671/72; in order to be communicated to the R. Society', *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v.6, n.80, p. 3075-3087.
- 27 HACKING, op. cit., 2012, p. 244.
- 28 CALIMAN, L. V. E ALMEIDA, R. G. Entrevista com Ian Hacking, por Paul Kennedy e David Cayley. *Psicologia & Sociedade*, v. 21, n. 3, p. 465-470, 2009, p. 270.
- 29 PÉREZ; MONTORO; ALÍS; CACHAPUZ; PRAIA, op. cit., 2001.
- 30 FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones Deformadas de La Ciencia Transmitidas por la Enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, p. 477-488, 2002.
- 31 KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2002, Águas de Lindóia, São Paulo. *Anais...* Águas de Lindóia, São Paulo, 2002.
- 32 MOREIRA, A. M.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.10, n. 2, p. 108-117, 1993.
- 33 PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002b.
- 34 PÉREZ; MONTORO; ALÍS; CACHAPUZ; PRAIA, op. cit., 2001.
- 35 FERNÁNDEZ, GIL, CARRASCOSA, CACHAPUZ, PRAIA, op. cit., 2002.
- 36 McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. The nature of science in science education: an introduction. *Science & Education*, v. 7, p. 511-532, 1998.
- 37 REZENDE, F. S.; FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. 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, 2010.
- 38 MOREIRA, OSTERMANN, op. cit., 1993.
- 39 CHALMERS, op. cit., 1993, p. 17.
- 40 PRAIA, CACHAPUZ, GIL PÉREZ, op. cit., 2002a.
- 41 HODSON, 1998 *apud* PRAIA, CACHAPUZ, GIL PÉREZ, op. cit., 2002a.
- 42 HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico Del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, v.12, n.3, p. 299-313, 1994.
- 43 HODSON, D. *Teaching and Learning about Science Language: Theories, Methods, History, Traditions and Values*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers: 2009.
- 44 WONG, S. L.; HODSON, D. From the Horse's Mouth: What scientists Say About Scientific Investigation and Scientific Knowledge. *Science Education*, Wiley

- Periodicals, 2008, p. 126.
- 45 HODSON, op. cit., 1994.
- 46 Idem.
- 47 PÉREZ; MONTORO; ALÍS; CACHAPUZ; PRAIA, op. cit., 2001.
- 48 FERNÁNDEZ, GIL, CARRASCOSA, CACHAPUZ, PRAIA, op. cit., 2002.
- 49 MATTHEWS, M. R. História, filosofia, e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- 50 PEDUZZI, L. O. Q. *Evolução dos Conceitos da Física*. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011.
- 51 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.
- 52 FERREIRÓS, J.; ORDÓÑEZ, J. Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*. v. 34, n. 102, p. 47–86, 2002.
- 53 DIAS, V. S.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: O Caminho da Livraria À Descoberta da Indução Eletromagnética. *Ciência & educação*, v. 10, n. 3, 2004, p. 521.
- 54 FERREIRÓS, ORDÓÑEZ, op. cit., 2002.
- 55 ASSIS, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- 56 STEINLE, op. cit., 1997.
- 57 Idem.
- 58 STEINLE, op. cit., 2006.
- 59 Idem.
- 60 REICHENBACH, H. *Experience and Prediction*. Chicago: University of Chicago Press, 1938.
- 61 Idem.
- 62 REICHENBACH, op. cit., 1938, p. 5-6.
- 63 Idem, p. 6-7
- 64 REICHENBACH, H. *La filosofía científica*. México: Fondo de cultura económica, 1953, p. 211.
- 65 SCHIEMANN, G. Inductive justification and discovery. On hansreichenbach's foundation of the autonomy of the philosophy of science. *Archimedes*, v. 14 (Revisiting Discovery and Justification), part 2, p. 23–39, 2006.
- 66 BAGCE, S. Reichenbach on the relative a priori and the context of discovery/justification distinction. *Synthese*, v. 181, n. 1, p. 79–93, 2011.
- 67 SIEGEL, H. Justification, Discovery and the Naturalizing of Epistemology. *Philosophy of Science*, v. 47, n. 2, p. 297-321, 1980.
- 68 SCHIEMANN, op. cit., 2006.
- 69 ARABATZIS, T. On the Inextricability on the context of Discovery and the context of justification. *Archimedes*, v. 14 (Revisiting Discovery and Justification), part 2, p. 215-230, 2006.
- 70 HOYNINGEN-HUENE, P. Context of Discovery end Context of Justification. *Studies in History and Philosophy of Science*, v.18, n. 4, p. 501-515, 1987.
- 71 BAGCE, op. cit., 2011, p. 87.
- 72 ECHEVARRÍA, J. *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Ediciones Akal, 1995, p. 53.
- 73 HOYNINGEN-HUENE, op. cit. 1987.
- 74 Idem.
- 75 ARABATZIS, op. cit., 2006.
- 76 PÉREZ; MONTORO; ALÍS; CACHAPUZ; PRAIA, op. cit., 2001
- 77 Idem.
- 78 KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2011a.
- 79 KUHN, T. S. *A tensão essencial: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica*. São Paulo: Unesp, 2011b.
- 80 ECHEVARRÍA, op. cit., 1995.
- 81 SCHIEMANN, op. cit., 2006.
- 82 STURM, T.; GIGERENZER, G. How can we use the distinction between discovery and Justification? On the weaknesses of the strong programme in the sociology of science. *Archimedes*, v. 14 (Revisiting Discovery and Justification), part 2, p. 133-158, 2006.
- 83 KUHN, op. cit., 2011a, p. 27.
- 84 "Nenhum processo essencial ao desenvolvimento científico pode ser rotulado de "irracional" sem que se cometa enorme violência ao sentido do termo" (KUHN, T. S. *O caminho desde a estrutura*. Livraria UNESP, 2006, p. 106).
- 85 ECHEVARRÍA, op. cit., 1995.
- 86 KUHN, op. cit., 2011b.
- 87 Idem, p. 344-345.
- 88 KUHN, op. cit., 2011a, p. 28.
- 89 HOYNINGEN-HUENE, P. *Reconstructing scientific revolutions: Thomas S. Kuhn's philosophy of science*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

- 90 Idem.
- 91 KUHN, op. cit., 2011b, p. 345. (grifo nosso).
- 92 Idem.
- 93 KUHN, T. S. *O caminho desde a estrutura*. Livraria UNESP, 2006, p. 104.
- 94 KUHN, op. cit., 2011b, p. 345
- 95 Idem, p. 347-348.
- 96 STURM, T.; GIGERENZER, op. cit., 2006.
- 97 KUHN, op. cit., 2006, p. 162.
- 98 HOYNINGEN-HUENE, P. The Interrelations between the Philosophy, History and Sociology of Science in Thomas Kuhn's Theory of Scientific Development. *The British journal for the philosophy of science*, v. 43, n. 4, p. 487-501, 1992.
- 99 STEINLE, op. cit., 2006
- 100 HACKING, op. cit., 2012.
- 101 STEINLE, op. cit., 1997.
- 102 STEINLE, op. cit., 2002.
- 103 PÉREZ; MONTORO; ALÍS; CACHAPUZ; PRAIA, op. cit., 2001.
- 104 HACKING, op. cit., 2012.
- 105 LAKATOS, I. History of science and its rational reconstructions. In: HOWSON, C. (org.). *Method and appraisal in the physical sciences*. Cambridge: Cambridge Press, 2009.

[Recebido em Julho de 2014. Aprovado para publicação em Março de 2015]