

# Contribuições Epistemológicas Decorrentes de um Método Investigativo em Aula Experimental no Estudo da Lei de Hooke

Osmar Henrique Moura da Silva<sup>1</sup> 

Carlos Eduardo Laburú<sup>1</sup> 

Sérgio Camargo<sup>2</sup> 

Airton Acácio Castilho Chistófaló<sup>3</sup> 

1 Universidade Estadual de Londrina (UEL), Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física, Londrina, PR, Brasil

2 Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Educação, Departamento de Teoria e Prática de Ensino, Curitiba, PR, Brasil

3 Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

*Recebido para publicação em 5 set. 2018. Aceito, após revisão, em 16 out. 2018.*

## RESUMO

Na medida em que as concepções dos estudantes da natureza da ciência são influenciadas pela conduta do educador acerca da construção do conhecimento científico e que assim podem ser modeladas inclusive de modo subconsciente no ambiente de sala de aula, torna-se imprescindível a adoção cautelosa de metodologias com propositadas visões epistemológicas relacionadas explícita ou implicitamente. Por tal consideração, esta pesquisa realiza a aplicação de um método investigativo, ao estudar experimentalmente a lei de Hooke em nível médio de ensino, cujos resultados então analisados permitem caracterizar os benefícios da estratégia em termos epistemológicos. Em específico, após essa aplicação, um questionário referencialmente estruturado serviu para coletar informações dos estudantes, em que se avaliou nesse contexto o percentual da turma que, em sua maioria, mostrou indícios de concepções básicas que divergiram da vertente empirista-indutivista. Visão esta indesejada filosófica e educacionalmente e que permanece no ensino de ciências, segundo a literatura na área, mais por influência do despreparo de professores no sentido aqui tratado. Espera-se assim contribuir com a linha de pesquisa que intercala reflexões contemporâneas da filosofia da ciência na pedagogia de modo a favorecer formações iniciais e/ou continuadas de professores.

**Palavras-chave:** Estratégia Pedagógica, Método Investigativo para Aula Experimental, Lei de Hooke, Ensino Médio, Ensino de Física.

---

Corresponding author: Osmar Henrique Moura da Silva. Email: osmarh@uel.br

Acta Scientiae	Canoas	v.21	p.110-127	mar./abr. 2019
----------------	--------	------	-----------	----------------

# Epistemological Contributions Derived from an Investigative Method in an Experimental Class in the Study of Hooke's Law

## ABSTRACT

Insofar as the students' conceptions of the nature of science are influenced by the educator's conduct about the construction of scientific knowledge and thus can be modelled even subconsciously in the classroom environment, it becomes imperative cautious adoption of methodologies with epistemological visions related explicitly or implicitly. For this reason, this research performs the application of an investigative method, by studying Hooke's law experimentally in high school. The analysed results allow to characterize the benefits of the strategy in epistemological terms. More specifically, after this application, a structured questionnaire served to collect information from the students, evaluating in this context the percentage of the class that, in the majority, was in basic conceptions that diverged from the empiricist-inductive side. This view is philosophically and educationally undesirable and remains in science education, according to the literature in the area, more influenced by the unpreparedness of teachers in the sense treated here. The study hopes to contribute with research line that intercalates contemporary reflections of the philosophy of science in pedagogy in order to favour initial and / or continuing teacher training.

**Keywords:** Pedagogical Strategy, Investigative Method for Experimental Class, Hooke's Law, High School, Physics Teaching.

## INTRODUÇÃO

É consenso que da concepção epistemológica do professor se deriva a compreensão de ciência por ele ensinada em sala de aula (Chinelli et al., 2010, p.18; Allchin, 2004, p.188; Matthews, 1994, p.83; Whitaker, 1979, p.108). Curiosamente, porém, há décadas que pesquisas em educação científica demonstram o quanto “*visões já superadas sobre a natureza da ciência e do trabalho científico têm sido um dos principais obstáculos para a renovação do ensino de ciências*” (Chinelli et al., 2010, p.18). Conforme Acevedo Díaz (2008), decorridos aproximadamente cinquenta anos de investigação acerca desta temática, cabe afirmar que os estudantes dos diferentes níveis de ensino, assim como os professores, não possuem, em geral, concepções adequadas sobre a natureza da ciência; consequência esta, inclusive, por estes últimos despreocuparem-se educacionalmente com o assunto frente a outros conteúdos mais tradicionais (ibid.). Como corroboração exemplar aos diversos resultados até então divulgados nesse contexto, Apostolou e

Koulaidis (2010) criticaram as noções epistemológicas de professores de ciências acerca do método científico (e da demarcação), mudança e status do conhecimento científico, ao concluírem que uma mistura de tendências empírico-indutivistas se mostrou dominante diante do pouco apoio à visão hipotético-dedutiva. Isto vem ao encontro das análises de Labatini-Tera et al. (2014), cuja investigação objetivou caracterizar as descrições epistemológicas de licenciandos de Física após terem lido determinados artigos científicos, pelas quais cabe notar como futuros professores podem vir a reproduzir uma visão deformada e estereotipada do processo de construção do conhecimento em sala de aula.

Por assim ser e reafirmando que “*as interfaces entre epistemologias e ensino de ciências, na prática, são ignoradas, ainda hoje, após décadas de discussão na literatura sobre ensino de ciências*” (Moreira & Massoni, 2016, p.1), o presente estudo se insere na linha

de pesquisa que intercala reflexões contemporâneas da filosofia da ciência na pedagogia de modo a contribuir com a formação inicial e continuada de professores para auxiliar a modificar esse quadro impróprio. Mais precisamente, esta pesquisa realiza a aplicação de um método investigativo (Silva & Laburú, 2016) ao estudar experimentalmente a lei de Hooke em nível médio de ensino,<sup>1</sup> cujos resultados então analisados permitem caracterizar as vantagens da estratégia em termos epistemológicos, assim sugerida de forma pragmática ao educador de ciências interessado em aulas práticas/experimentais.

## RAZÃO DO ESTUDO

Enquanto estratégia de ensino-aprendizagem, a experimentação tem sido defendida no ensino de Física há algumas décadas (Biscano & Camargo, 2012), cuja incorporação vem ocorrendo por meio de diferentes concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem (Higa & Oliveira, 2012). Essencialmente, cabe distinguir entre concepções de estratégias pedagógicas: aquela com atividade experimental considerada ilustração da teoria, a com atividade experimental para descoberta individual, e a atividade experimental para introduzir os estudantes nos processos da ciência (Ferreira, 1978). Na primeira delas, iniciam-se aulas teóricas, nas quais os conteúdos são passados aos alunos, que os recebem passivamente, sem geralmente questioná-los ou discuti-los. O professor, por sua vez, não leva os alunos a problematizarem esses conteúdos, uma vez que reproduz o modelo de ensino que recebeu na sua formação (Camargo, 2003). Nas aulas práticas, posteriores às teóricas, os alunos são orientados a comprovarem as leis e teorias, então ‘inquestionáveis’, apresentadas anteriormente com um sentido autoritário ora pelo professor ora pelo livro didático. A segunda delas se apoia num modelo de aprendizagem que conduz o estudante a individualmente ‘reconstruir’ o conhecimento científico de maneira autônoma numa interação com o meio, cujo resultado cognitivo é fruto de um processo indutivo e que parte do senso comum. Na terceira, caracteriza-se a experimentação como meio de adentrar o aprendiz nos processos da ciência, em que ao mesmo tempo no qual se promove a abstração do conteúdo conceitual se objetiva desenvolver no sujeito uma habilidade do “fazer ciência”. Assim discriminadas e embora aparentando esta última concepção estratégica indicar maior exigência de envolvimento epistemológico, vale idealizar cada uma delas num contexto epistemológico-pedagógico, em que epistemológico se quer significar o envolvimento de uma concepção de ciência: ao passo que por pedagógico se quer significar uma concepção de currículo (Amaral, 1997). Disto procede, portanto, que razoáveis orientações acerca da construção do conhecimento científico e da natureza da ciência nos estudantes exigem uma adoção cautelosa de metodologias com propositadas visões epistemológicas relacionadas explícita ou implicitamente. Por tal preocupação, ainda que limitações dessas três concepções estratégicas de incorporações

<sup>1</sup> Este trabalho é parte de uma investigação maior, pela qual se estruturou a estratégia pedagógica aplicando-a em dois conteúdos distintos para análises: lei de Boyle-Mariotte (Silva & Laburú, 2016) e lei de Hooke.

<sup>2</sup> Abrangendo noções como de realidade, de método e conhecimento científico, e de relações entre distintos conhecimentos.

<sup>3</sup> Abrangendo noções de aprendizagem, de consideração e posicionamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, e de relações entre conteúdo e método.

da experimentação como propostas pedagógicas tenham sido debatidas na literatura, considera-se aqui o entendimento norteador de não se restringir à simples realização de atividades experimentais, exemplificando nesses casos as demonstrações fechadas e os laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida (Oliveira et al., 2010; Galiazzi & Gonçalves, 2004, p.331; Araújo & Abid, 2003, p.177). De acordo com Oliveira et al. (2010, p.32), tal limitação inviabiliza no estudante um *“incentivo à discussão, crítica e autonomia”*. Assim sendo, antes do viés pedagógico da presente metodologia de investigação cuja estrutura pragmática será apresentada na próxima seção, cabe agora refletir sobre o viés epistemológico inserido numa concepção estratégica, uma vez que *“sempre que uma ciência é ensinada, uma filosofia, até certo ponto, também é ensinada”* (Matthews, 1994, p.83).<sup>4</sup>

Na vertente posterior ao positivismo de Augusto Comte (1798-1857), denominado de empirismo lógico ou positivismo lógico (Abbagnano, 2000, p.328), os dados partem da observação e experimentação sendo caracterizados como neutros (não contaminados ou autossuficientes), e permitindo, por indução, o estabelecimento de leis que constituem o conhecimento científico. Todavia, as críticas a tais fundamentos foram tão amplas por Popper (1972) e outros, que na filosofia da ciência contemporânea não se ignora o papel das ideias e hipóteses geradas pela mente humana como guia à observação e experimentação. Atualmente, é sensato concluir nesse contexto que as epistemologias pós-positivistas convergem para, pelo menos, dois pontos: 1) o conhecimento não é originado e adquirido exclusivamente da observação e experimentação, como se constituísse uma verdade extraída dos fatos, porém, quaisquer observações intencionais estão impregnadas de teoria (Andersson, 1984, p.216; Kuhn, 1970, p.6; Popper, 1970, p.64; Hanson, 1975, p.130 e 131);<sup>5</sup> 2) Há uma provisoriade do conhecimento pelas mudanças científicas em suas reflexões históricas sobre a produção e desenvolvimento do conhecimento. Assim, concordam que a condição necessária para que os cientistas abandonem uma teoria é a disponibilidade de outra capaz de substituí-la (Kuhn, 1994, p.108; Popper, 1972, p.92; Lakatos, 1970, p.146). Ao se limitar unicamente nesses pontos, qualquer epistemologia contemporânea conviria de base para a realização de analogias à instrução de conteúdos de física (por exemplo). O primeiro ponto se assemelha à interação dos alunos com os mais variados fenômenos a partir de suas ideias ou “teorias” (concepções espontâneas) preexistentes, não sendo concebidos como uma espécie de vácuo cognitivo que só se apropriam de conhecimentos físicos a partir da “fala” do professor, do livro e mesmo da atividade experimental.<sup>6</sup> O segundo ponto refere-se à evolução conceitual que se espera

---

<sup>4</sup> Whitaker (1979) defende aí não se desconsiderar a possibilidade de forte incidência de uma noção de ciência, que vem a ser assimilada subconscientemente ao invés de diretamente. Ocorre, nesse entendimento, que orientações acerca do desenvolvimento de uma lei ou teoria (leis de Newton, princípio de Huygens, entre outros) podem acarretar numa conexão inadequada entre, por exemplo, o princípio de Huygens e sua consequência. Para o autor (ibid., p.108): *“o estudante pode inferir que a consequência era óbvia a Huygens ou ‘imediatamente óbvia’ para qualquer pessoa inteligente, por Huygens produzir (deduzir) seu princípio a partir do resultado de repetidas experiências em laboratório”*.

<sup>5</sup> Conforme Chalmers (1994, p.61): *“a hipótese empirista relativa ao quanto uma observação objetiva para a ciência está a nosso dispor tem sido duramente criticada pelos filósofos da ciência nas últimas décadas”*.

<sup>6</sup> Ou no dizer de Paulo Freire (apud Delizoicov, 1996), como se fossem “vasilhames vazios” nos quais deve haver o “depósito de conteúdos”.

alcançar na mente dos aprendizes durante a instrução, necessitando, para isso, que eles conheçam uma nova lei, conceito, etc. Como ideal educacional nesse sentido, os novos conhecimentos científicos estariam sendo aprendidos na justificativa de os estudantes ultrapassarem os de sendo comum ou de concepções espontâneas.

Por tal direcionamento epistemológico, é sensato estabelecer uma avaliação das três concepções estratégicas já tratadas. Assim, ao passo que a atividade experimental caracterizada como ilustração da teoria dirige o aprendiz a comprovar uma lei ou teoria inicialmente ensinada de forma autoritária, favorecendo uma impressão de verdade inquestionável, a atividade experimental para descoberta individual vai de encontro à visão de ciência pós-positivista em desempenhar aspectos do modelo empirista-indutivista.<sup>7</sup> Logo, resta à terceira concepção estratégica um maior aceitação educacional que as anteriores pela viabilidade de inspirações em visões epistemológicas pós-positivistas no sentido aqui aclarado. Ajuizamento este que se faz merecer tendo em conta *“um dos objetivos mais importantes da educação científica o de fazer com que os estudantes do ensino básico/ensino secundário cheguem a adquirir uma melhor compreensão da natureza da ciência”* (Rosa & Rosa, 2010, p.1).

Nesse sentido, porém, arquitetar a experimentação para introduzir estudantes nos processos da ciência, situando um “método científico” em auxílio da abstração de conteúdos conceituais, merece agora ser mais debatida. Em educação científica, embora a vinculação do método científico (MC), designado pelas siglas O.H.E.R.I.C. (Observação, Experiência, Resultados, Interpretação, Conclusão), tenha aparentado ‘corresponder’ à tentativa de dissolução na procura de respostas a como ensinar os estudantes a “fazerem ciência” (Giordan, 1999), assim mostrou-se epistemologicamente contestado por induzir conclusões justificadas em observações formalmente lógicas e imparciais. No caso, a crítica principal ao MC está nele iniciar-se com a observação que então precede a teoria (Millar, 1991), gerando, em termos educacionais, determinados mitos sobre ciência e investigação científica, quais sejam: a observação fornece o acesso direto e garantido ao conhecimento; a ciência inicia com a observação; a ciência avança por indução; a experimentação é decisiva; a ciência abrange processos discretos e genéricos; a investigação científica corresponde a um algoritmo de procedimentos; a ciência constitui uma prática objetiva; todos os cientistas têm estas atitudes (Hodson, 1998). Nesse contexto, epistemologias contemporâneas na filosofia da ciência favorecem a renúncia deste MC em sala de aula e conduzem a uma perspectiva educacional na qual o ensinar a “fazer ciência” tem maior significado por meio da realização de “investigações” (modalidade de resolução de problemas), pelas quais se buscam caracterizar três elementos principais: Questão, Hipótese e Experiência (Giordan, 1999). E para que não haja uma interpretação indevida com acentuadas similaridades entre as etapas do MC e as características de uma “investigação”, é preciso esclarecer que: 1) No MC a observação é objetiva sendo independente da teoria e das experiências do observador. No conceito de investigação a observação é dependente das ideias prévias de quem a efetua; 2) Por conseguinte, no MC

---

<sup>7</sup> É consenso entre epistemólogos e pesquisadores em educação científica acerca do equívoco que se faz ao difundir educacionalmente a concepção empirista-indutivista como forma de conceber o trabalho científico.

intenciona-se a confirmação de hipóteses que se acreditam serem formuladas a partir das observações inicialmente realizadas e, ainda que exista a formulação de um problema, este é tido como oriundo da observação. Por influência dessa compreensão dada à observação, menos se valoriza a resolução do problema e mais a obtenção dos resultados esperados (Cachapuz et al., 2000). Distintamente, no domínio de uma investigação, há um papel fundamental aos problemas na medida em que orientam o trabalho subsequente, sendo reconhecidos, assim como as hipóteses, como condicionados as teorias ou ideias prévias que o sujeito carrega do mundo natural. Disto decorre que detalhes tradicionais do MC possam estar presentes numa investigação, mas com um significado muito diferente.

Aliás, cabe exemplificar um interesse pedagógico de aparente resgate do MC proposto por Marsulo e Silva (2005), reformulado num esquema que ressalta a viabilidade tanto de se partir da formulação do problema para depois formular hipóteses como de partir de hipóteses sem, obrigatoriamente, se ter que configurar um problema; mas que, neste caso, eles recomendam vincular a reflexão: “*qual o tipo de problematização que aquela hipótese levantada possibilita fazer?*”. Deste modo, há uma defesa dos autores (ibid.) no ensaio de novas lógicas por distintos movimentos entre os elementos constitutivos do MC, pelas quais se conduz à reconstrução de pressupostos com possibilidade explicativa na resolução de problemas. Todavia, em direção à prática dessa integralidade de etapas numa estratégia educacional, defende Laburú (2003) um provável fracasso de uma metodologia de investigação em atividades de laboratório, originadas de problemas abertos, baseadas em discursos dialógicos<sup>8</sup> que não realçam o importante papel do discurso univocal. Acatando tais recomendações e considerando os indicativos de que muitos professores descuidadamente nesse contexto se inclinam a caricaturar o desenvolvimento da ciência como iniciado pela observação<sup>9</sup> (Maldaner, 2000), investiga-se aqui os resultados da aplicação de uma estratégia educacional que respeita o conceito de investigação acima debatido ao aplicar um método investigativo em situação real de sala de aula, cuja estruturação é dada a seguir.

## **A ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA E SUA APLICAÇÃO COMO MÉTODO INVESTIGATIVO**

Embora se possa caracterizar a presente atividade experimental, fundamentada na metodologia de investigação, como iniciada por um problema genuíno<sup>10</sup> levantado

---

<sup>8</sup> Conforme Mortimer e Scott (2002), na dimensão dialógica priorizam-se os diferentes pontos de vista dos estudantes no assunto, mesmo que não estejam de acordo com os conceitos científicos. Tal dimensão, que leva em conta mais de uma voz, permite a interanimação de ideias. Sendo assim, em um discurso dialógico expressam-se mais de um ponto de vista, acatam-se diferentes pensamentos e opiniões durante a discussão. Já a abordagem discursiva de autoridade se caracteriza pela referência ao conhecimento científico. Nesta última, toma posse o educador do discurso univocal, não ocorrendo a intercomunicação de ideias. O termo autoridade refere-se à voz utilizada para direcionar o discurso de viés científico, isto é, a “voz da ciência”. (ibid.).

<sup>9</sup> Pedagogicamente deve-se rejeitar “a concepção empirista associada à crença de que o conhecimento científico é um conhecimento verdadeiro, inquestionável” (Lôbo, 2012, p.431), pois permanece preocupante o quanto “a ideia que o conhecimento científico é obtido diretamente dos resultados experimentais está, ainda, muito presente no ensino de ciências e entre professores e alunos” (ibid.).

<sup>10</sup> De acordo com o conceito de investigação (Giordan, 1999).

pelo professor,<sup>11</sup> ainda são indispensáveis alguns esclarecimentos prévios por parte dele (Laburú, 2003), abaixo exemplificados numa primeira etapa instituída daquilo que se forja de “observação carregada de teoria”. As próximas etapas, dependentes do bom desenvolvimento desta, logo após seguem discutidas ao se investigar a lei de Hooke ( $F = k.x$ ).<sup>12</sup>

Esta etapa inicial pode ser definida como “Apresentação do fenômeno”, em que o professor dirige uma reflexão com os alunos sobre o comportamento da mola.<sup>13</sup> Nesse momento, o professor conduziu a atenção dos estudantes para as variáveis a serem examinadas: força da massa atuante na mola e o respectivo deslocamento da mesma. Em prática, ele se beneficiou do próprio experimento a ser usado e que possibilitou demonstrar as variações de tais grandezas, ao passo que aproveitou para explicar e tirar dúvidas da experiência. Qualitativamente, o professor procurou indicar o tipo de relação existente entre as variáveis em foco, tomando consciência dos seus limites experimentais, entendimento este importante para a obtenção e acompanhamento, em etapa posterior, da formulação de hipóteses. Como etapa essencial, portanto, cabe ao professor assegurar que os estudantes estejam instruídos com o conhecimento prévio apropriado e que na ocasião envolva: os conceitos físicos das variáveis força peso ( $F$ ) e deslocamento ( $x$ ), uma noção básica de erros experimentais (aleatórios e sistemáticos),<sup>14</sup> o entendimento matemático da álgebra elementar para a manipulação de equações,<sup>15</sup> e a compreensão do funcionamento do aparato experimental empregado.

A segunda etapa é a de lançar o problema de investigação num grau de dificuldade razoável à turma. Na situação, recomenda-se a pergunta que então fora feita: *Qual a relação (equação, fórmula, lei, função, etc.) entre a força peso ( $F$ ) e o deslocamento ( $x$ ) sofrido pela mola?* Cabe ressaltar a necessidade de estar agora clarificado o termo relação, já que, conforme Laburú (ibid.), isto é um dos maiores obstáculos na investigação, devendo atenção ao prescrito em última nota de rodapé para caminhar à próxima etapa, que é a do

---

<sup>11</sup> Cujas propostas procedem de forma a não haver aula teórica anterior à experimental para que o estudante se mantenha desconhecendo a resposta do problema colocado, pois, do contrário, o experimento representaria uma atividade de mera aplicação ou verificação da teoria, e não de investigação.

<sup>12</sup> O tradicional experimento constituiu-se de um suporte universal com mufa, na qual se fixou a extremidade de uma mola de plástico assim suspensa na vertical para, na extremidade inferior, adaptar um pequeno pote onde se acrescentam massas aferidas (moedas).

<sup>13</sup> Descrevendo que a lei de Hooke a ser investigada trata da força restauradora existente, no caso, da mola ao ser comprimida ou distendida. Para deformações pequenas há o regime elástico, permitindo o retorno da mola à forma original quando se cessa a força que gera a deformação. Para grandes deformações, o material (mola) pode adquirir deformação permanente, caracterizando o regime plástico, situação esta que não pertence à lei de Hooke a ser estudada.

<sup>14</sup> Nesta turma, a maioria dos estudantes já havia tido uma noção de erros experimentais que assim ocorreru por uso de experiências quantitativas destinadas ao estudo de movimentos retilíneos uniformes (MRU).

<sup>15</sup> É previsto em currículo que no nível médio de ensino os estudantes já devam ter uma habilidade nesse sentido. Na prática, porém, pode ocorrer de a pergunta ser de difícil apropriação e não ter significado claro à maioria dos estudantes. Por isso, previamente nesta etapa, tornam-se válidas relacionadas tentativas de esclarecimento fornecendo exemplos a partir de expressões físicas que eles já vivenciaram, chamando a atenção para relações entre grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionais. Discussões nesse sentido auxiliam na preparação do estudante com “a ideia matemática de função, de fórmula, de equação, que deveria presumir um vínculo entre variáveis que, ao ser aplicada à realidade, expressaria uma lei física, ou seja, uma necessária regularidade de um fenômeno natural” (Laburú, 2003, p.25).

levantamento das hipóteses.<sup>16</sup> Nesta terceira etapa, fica latente na conduta educacional uma obediência à tentativa de promover nos estudantes uma lição implícita de ser o intelecto o responsável por situar a aquisição das ideias e que estas não são inicialmente evidentes por meio dos sentidos.<sup>17</sup> Ao andamento da etapa, conforme previsto (ibid.), entrevi o professor por discurso univocal explicitando o raciocínio em duas hipóteses ( $F/x = k$ ;  $F_2/x = k$ )<sup>18</sup> para testes, favorecendo esses primeiros exemplos o entendimento daquilo que se intentara investigar empiricamente assim como o desenrolar de novas hipóteses na mente dos estudantes. Dentre as hipóteses mencionadas pelos alunos, o professor permitiu-se escolher mais uma ( $F \cdot x_2 = k$ ) como terceira alternativa para teste, mas que então foi oriunda da imaginação da turma. Isto se faz preciso por ser pedagogicamente coerente dar escolha às hipóteses matemáticas menos complexas em conjunto com a da lei que se intenciona ser corroborada experimentalmente. Por obviedade, similares alternativas às do tipo  $F + x = k$  ou  $F \cdot x = k$  conduzem a particulares complicações que necessitam ser prontamente superadas de modo univocal,<sup>19</sup> embora tal esclarecimento exemplar também venha auxiliar o processo da elaboração de hipóteses. Assim, é importante estabelecer reflexões durante as elaborações de hipóteses como pertencentes à natureza cognitiva do “*possível*”, uma vez que esta que se encontra associada ao processo mental de constituição das possibilidades.

Na quarta etapa se concebe o plano de trabalho, que então objetivou o professor a conduzir a atenção dos alunos às tarefas manuais. Aqui fica sugestível uma questão semelhante à ocorrida: *O que devo fazer na prática para testar a primeira hipótese?* Tendo-se acertado que as forças pesos e os respectivos deslocamentos da mola são as medidas a serem efetuadas, as primeiras tomadas de dados tiveram a atuação do professor mais diretamente como forma de exemplificação.<sup>20</sup> Caminho este que procedeu ao teste da hipótese a ser corroborada ( $F/x = k$ ) e as demais a serem falseadas ( $F_2/x = k$ ;  $F/x_2 = k$ ). Houve orientação do professor à constituição dos dados na tabela 1, em colunas “ordenadamente” constando as massas e os respectivos deslocamentos, assim organizados para utilização em próxima etapa. Os resultados apresentados na tabela 1 referem-se aos valores encontrados pelo grupo 1 (formado por 5 estudantes), que foi mais de perto acompanhado pelo professor e que também constituiu a tabela exibida no quadro negro para estudo com a turma.<sup>21</sup>

<sup>16</sup> Posta a questão e conscientizando os estudantes da necessidade de se descobrir o valor de uma constante experimental na atividade proposta, cabe ao professor, em auxílio do entendimento nesse sentido, resgatar lembranças dos estudantes de situações anteriores nas quais vivenciaram em laboratório expressões físicas que utilizaram quando encontraram valores constantes. No caso, o professor se viu tentado a fazer uma analogia com a expressão já estudada para a obtenção do valor constante da velocidade de um corpo em MRU, que se mostrou didaticamente oportuna.

<sup>17</sup> Logo, distanciando-se de uma postura empirista/indutivista.

<sup>18</sup> Sendo  $k$  uma constante. Obs.: Nesta altura, as diferenças entre uma variável e uma constante já se encontram situadas.

<sup>19</sup> Além daquelas formulações repetidas que podem surgir noutra formato como  $F_2/k = x$  ou  $F/k = x$ .

<sup>20</sup> O que os permitiu seguirem operacionalizando (como fazer) novas medidas, dando-lhes oportunidade de sanar dúvidas que até o momento não conseguiram ser dirimidas.

<sup>21</sup> Obs.: Nessa atividade, em termos de tomada de dados, os resultados dos grupos restantes foram avaliados à parte pelo professor.

Tabela 1

Tabela pela qual o professor instruiu os estudantes.

Massas (x 7,2g)	Desloc. (cm)	k (gf/cm)	k ((gf)/cm)	k (gf/(cm) <sup>2</sup> )
1	1,05	6,86	49,37	6,53
2	2,15	6,69	96,44	3,11
3	3,25	6,65	143,55	2,04
4	4,40	6,55	188,50	1,49
5	5,40	6,67	240,00	1,23
6	6,60	6,55	282,76	0,99
7	7,60	6,63	334,23	0,87
8	8,80	6,55	377,01	0,74
9	9,80	6,61	428,47	0,67
10	10,90	6,61	475,59	0,66
11	11,85	6,68	529,33	0,56

Na quinta etapa se analisam os dados, podendo-se considerar nada incomum neste nível escolar os estudantes permanecerem com dificuldades de interpretar se a razão  $F/x$  é ou não constante devido aos dados não serem numericamente semelhantes (Laburú, 2003, p.249). Aqui se precisou intervir novamente com discurso univocal para caminhar à resposta do problema inicial, cuja reflexão se deu ao entendimento de que os valores da razão  $F/x$  sejam percebidos como caracterizando uma flutuação experimental em torno de um valor considerado constante.<sup>22</sup> Justifica-se o discurso univocal aplicado a esta circunstância de modo instrutivo,<sup>23</sup> pois, de acordo com Lubben e Millar (1996), a ideia de flutuação em torno de um valor médio é de custosa apropriação pelos estudantes do ensino médio. Já por uma explícita comparação com as outras duas hipóteses, que nestas os valores sistematicamente crescem ou decrescem, o professor direcionou a atenção dos estudantes a perceberem que nelas não há um número médio que deveria ser imaginado em decorrência da não flutuação dos valores.

A sexta etapa envolve o momento final no qual se realiza a conclusão que, por implicação da etapa precedente, objetiva-se ao menos um julgamento prudente dos resultados encontrados.<sup>24</sup> Nesse sentido, agora ultrapassando o limite do discurso dialógico

<sup>22</sup> Em que se atrelaram comentários de erros experimentais cabíveis e inerentes à situação.

<sup>23</sup> Importante aqui é desmistificar o entendimento equivocado dos estudantes, conforme Allie et al. (2001), no qual cada medida independe da outra, sendo elas exatas, por si sós, sem necessitarem de ser combinadas de alguma forma.

<sup>24</sup> Ainda cabe prever situações anômalas que o educador pode se deparar quando grupos apresentam resultados negativos, quer dizer, com medidas que não caracterizam uma flutuação de valores em razão de problemas experimentais. Exemplos previstos envolvem desde uma simples confusão na quantidade de massas semelhantes acrescentadas, ou erro de observação/anotação dos mm da régua, até uma indesejada coluna de dados em que a razão  $F/x$  sistematicamente diminua ou aumente. Neste último caso, sugere Laburú (2003, p.205) que "*seria didaticamente positivo, na medida em que alunos concluam autonomamente, a partir dos dados, que a hipótese testada foi invalidada...*". Segundo ele (ibid.): "*É possível avançar nessa conclusão, incitando um debate sobre*

de somente fornecer indícios do que cabe aderir como válido, o professor conduziu a conclusão para a expressão  $F/x = k$  como resposta da investigação traçada. A justificativa desta conduta se deve ao subsídio àqueles estudantes que anseiam por uma intervenção direta do educador à resposta do problema e, por assim ser, tal atitude vem a integrar aquilo que aqui fora balizado por parte do ensino.

Por tal delineamento da aplicação desse método investigativo no conteúdo especificado, o que exemplifica sua viabilidade no episódio educacional, segue-se então ao objetivo principal deste trabalho referente ao estudo das possibilidades de contribuições desse método acerca do aprimoramento de algumas noções dos estudantes sobre a natureza da ciência,<sup>25</sup> atualmente mais aceitáveis em termos epistemológicos.

## **METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS DAS NOÇÕES DOS ESTUDANTES POR DECORRÊNCIA DESSA APLICAÇÃO**

A fim de investigar os efeitos de tal aplicação nesse contexto, um questionário foi entregue aos alunos<sup>26</sup> objetivando explicitar algumas de suas noções que comportem análises de cunho epistemológico. Especificamente, intencionou-se examinar se eles mostravam indicações de determinadas noções que vão de encontro àquelas frequentemente observadas/divulgadas e que são epistemologicamente criticadas, quais sejam: 1) Que o conhecimento não vem apenas ou principalmente a partir da experiência sensorial e que, neste aspecto, o papel da criatividade e da imaginação torna-se fundamental; 2) Por conseguinte, uma investigação experimental pode envolver a realização de testes para as alternativas (hipóteses) previamente idealizadas. Assim posto e com aparente coerência lógica entre estes dois aspectos, para identificá-los nos alunos duas questões relacionadas ficaram estruturadas, constituindo-se cada uma delas de duas alternativas que expressam contradição entre si sobre determinado aspecto, mas que orientam o estudante a decidir por um entendimento. Estruturação de questionário esta que se justifica inclusive por auxiliar um melhor direcionamento da atenção nas respostas. Desse modo, a metodologia de coleta de dados fez com que os alunos fornecessem dois tipos de respostas que abrangiam esses aspectos ao indicarem duas alternativas relacionadas. Tal procedimento fez com que os

---

*as possíveis razões desses resultados negativos, divergentes dos encontrados pela maioria dos grupos". Em tal circunstância (que não ocorreu na presente pesquisa), esse autor (ibid.) recomenda uma série de questões proveitosas ao professor para subsidiar os aprendizes a melhor interpretar seus resultados.*

<sup>25</sup> Segundo Ledermann (1992), a expressão "natureza da ciência" no ensino de ciências pode referir-se: à epistemologia da ciência; à ciência como o caminho do conhecimento; ou ainda aos valores e crenças presentes no progresso do conhecimento científico.

<sup>26</sup> Queremos enfatizar que o nosso trabalho está de acordo com a Resolução n. 510, de 7 de abril de 2016, na qual o Plenário do Conselho Nacional de Saúde em sua Quinquagésima Nona Reunião e no uso de suas competências regimentais e atribuições conferidas pela Lei n. 8.880 (19/10/1990), pela lei n. 8.142 (28/12/1990) e pelo Decreto n. 5.839 (11/06/2006), declara no Art 1º, Parágrafo único, que "*Não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP: pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito*" (VII). Portanto, estamos seguindo as normas de ética visto que os nomes de nossos estudantes foram substituídos por numerações que impedem suas identificações no artigo, não necessitando assim, dentro da lei, ("*Não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP*") prosseguir com a devida avaliação e aprovação do comitê de Ética.

aprendizes inicialmente indicassem, entre duas alternativas disponíveis de cada questão, com qual natureza do conhecimento eles concordavam. As duas questões estão constituídas de modo a abranger a relação sujeito-objeto, o que procede analiticamente permitir verificar uma coerência das alternativas por eles assinaladas. Significa ainda, durante a análise, proporcionar um cruzamento das respostas, pois, um acordo ou desacordo com um aspecto na primeira questão está, respectivamente, coerente com um desacordo ou acordo com outro aspecto da segunda questão. Aliás, depois de selecionada a alternativa que mais se identificava com as suas convicções, solicitou-se do estudante justificar o seu acordo ou desacordo com aquele aspecto ali indicado.

No intuito de fornecer uma análise mais geral dos resultados, confrontando as justificativas com as alternativas assinaladas individualmente, procurou-se apontar uma relativa correspondência a qualquer um dos entendimentos fundamentais e antagônicos acerca da natureza do conhecimento científico, que são: caráter empirista ou racionalista. A saber: de um lado, o caráter empirista é uma concepção básica de ciência vinculada ao positivismo, do outro, o caráter racionalista é compatível com as visões pós-positivistas da ciência.<sup>27</sup> Ao segmento dessa análise, logo abaixo segue o questionário pelo qual se coletaram as noções dos estudantes.

**Questão 1** – *Assinale uma alternativa que você admite ter ocorrido na investigação do fenômeno.*

( ) As hipóteses (ou alternativas pensadas) foram primeiramente elaboradas para depois serem testadas nas experiências;

ou

( ) A observação dos resultados é que permitiu a criação das hipóteses. Justifique.

**Questão 2** – *Indique a ordem dos procedimentos que você entendeu seguir na investigação do fenômeno estudado.*

( ) 1. (Observação) Observou os fenômenos relacionados às variáveis força peso e deslocamento da mola; 2. (Experimentação) Realizou as experiências e observou os resultados; 3. (Raciocínio) Criou hipóteses a partir dos resultados; 4 (Conclusão) Seleção da hipótese  $F/x = k$ .

ou

( ) 1. (Questão) Problema levantado a partir do estudo do fenômeno das variáveis pressão e volume; 2. (Hipótese) Criação das hipóteses; 3. (Experiência) Realizou as experiências e observou os resultados; 4. (Conclusão) Seleção da hipótese  $F/x = k$ .

Justifique.

---

<sup>27</sup> No entanto, é preciso alertar para uma limitação desta análise na medida em que os entendimentos dos aprendizes deste nível escolar não comportam desenvolvimentos detalhados, com características da ciência configuradas por uma particular epistemologia.

## ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA DOS RESULTADOS DA AMOSTRA INVESTIGADA E DISCUSSÃO

A princípio, a turma investigada apresentava 35 alunos matriculados regularmente, mas retiraram-se 11 alunos dessa amostra prevista: uns por ausência do ocorrido no dia e outros por entregarem o questionário em branco ou muito incompleto. Eliminando então aqueles que não participaram da atividade como planejado, a Figura 1 exhibe graficamente as quantias de alternativas indicadas pelos estudantes em cada questão referente ao questionário, ora aplicado à turma com os 24 estudantes considerados.

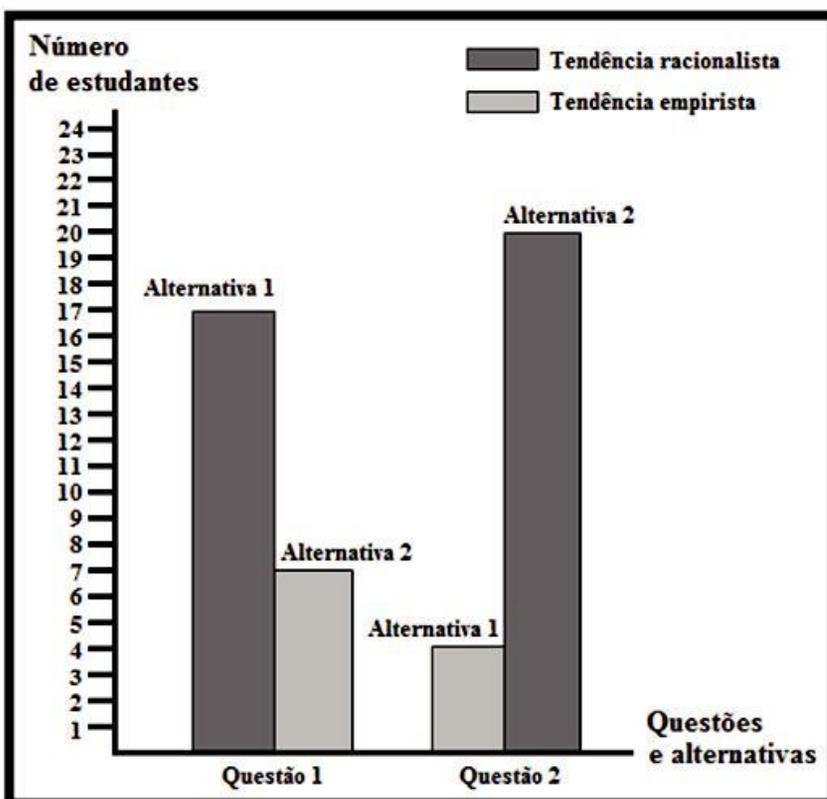


Figura 1. Gráfico com a representatividade das alternativas indicadas pelos estudantes.

Para a questão 1, os resultados indicam cerca de 71% dos aprendizes no lado da alternativa compatibilizada à vertente racionalista. Uma reunião de comentários individuais apresentados em justificativas exemplificam pensamentos típicos encontrados<sup>28</sup>: “É importante criar as hipóteses para depois testar elas”; “construímos (imaginamos) uma

<sup>28</sup> Obs.: Entre parênteses encontram-se palavras acrescentadas durante a análise objetivando melhor indicar o significado dos comentários dos estudantes.

*hipótese e outra mais até enxergar a realidade do experimento*”; *“a minha hipótese não foi testada e acho que não daria certo porque a outra que o professor deu foi vencedora*”; *“Uma hipótese é bolada para analisar na prática como são os resultados*”; *“Várias hipóteses foram pensadas e só depois dos resultados (experimentais é que) pudemos avaliar qual (delas) é a correta*”. É possível afirmar que tais comentários retratam potenciais noções conciliáveis à adesão de que teorias científicas são elaborações que abrangem, em essência, aspectos como a imaginação, a criatividade, intuição, etc.<sup>29</sup>. Em se tratando da estruturação das alternativas da questão 1, enquanto a primeira delas propositadamente exhibe um segmento lógico de hipóteses serem testadas depois de inicialmente conjecturadas pelo intelecto, a segunda alternativa propende acalorar a noção do senso comum em que hipóteses são oriundas de observações neutras dos fatos. Desse movimento contrário das visões de elaboração do conhecimento a ser então refletido, a maior parte dos alunos, aqueles que assinalaram a primeira alternativa (aproximadamente 71%), não caracterizou justificativa alguma pela qual se permitisse enfatizar uma tendência

à crença de que o conhecimento parte do sensível e por observação imparcial dos fatos.

Já para os demais estudantes que aderiram a segunda alternativa, puderam-se considerar algumas justificativas com maior dificuldade de interpretação, notável nos seguintes comentários: *“A observação dos resultados é importante para aceitar uma hipótese ou testar outra*”; *“ $F/x = k$  foi comprovada certa observando os números calculados*”.

Caberia por esses comentários, se caso esses alunos tivessem assinalado a primeira alternativa, até mesmo tentar ajuizar suas referências aos resultados como integrantes de testes para aprovação ou rejeição de uma teoria (ou lei) antecipadamente idealizada.

Todavia, como esses dois alunos indicaram a segunda alternativa, procurou-se então classificar seus argumentos, junto aos dos restantes (próximo de 29%), como alicerçados numa visão empirista que inúmeras pesquisas alertam prevalecer nos estudantes deste nível escolar<sup>30</sup>.

Aos estudantes cujas noções ficaram ponderadas como de racionalista na primeira questão, constatou-se uma naturalidade de adesão da alternativa 2 da segunda questão. De modo plausível, uma razão para isso se deve à alternativa 1 (questão 2) estabelecer um proposital segmento de procedimentos a direcionar, pelas denominações “Experimentação” depois “Raciocínio”, um embate com a compreensão que haviam estabelecido na questão 1. Verificou-se que a totalidade dos indivíduos que compuseram a porcentagem inicial racionalista (71%) da questão 1 conservaram-se cautelosos à consistência nesse sentido, que em meio às equivalentes justificativas assim analisadas estão: *“O estudo (investigação) começou pelas hipóteses pensadas indo testando os resultados de cada uma até acertar (alcançar) a certa*”; *“Ficaram primeiro sugeridas hipóteses e vamos testar elas para avaliar qual permaneceu com a razão constante*”; *“Escolhemos algumas hipóteses pensadas e depois testamos para ver aquela aceita...”*; *“É importante investigar cada hipótese (imaginada), pois os resultados que permitem*

<sup>29</sup> Compatível com o sentido da frase: *“As teorias são nossas invenções, nossas ideias – não se impõem a nós”* (Popper, 1972, p.144).

<sup>30</sup> Motivo esse pelo qual aqui se atentou analiticamente realçar mais os resultados encontrados que, até por comporem a maioria, caracterizaram tendências à vertente racionalista.

*mostrar a que realmente funciona*”; *“A alternativa certa é a 2 que foi o que foi feito na aula, onde criamos hipóteses que foram escolhidas para tomar decisão dos resultados sobre quem é a melhor”*. Pôde-se constatar pela totalidade das justificativas da questão 2 uma diminuição do percentual empirista inicial para quase 20%. A viabilidade dessa redução constituiu-se uma possibilidade de expectativa logo na preparação desse questionário, visto que a segunda questão se distingue da antecessora por enfatizar duas sequências de procedimentos para serem confrontadas e decidir qual delas aconteceu na atividade investigativa, sendo tal reflexão forjada pela questão que se mostrou com a potencialidade de influenciá-los a melhor lembrar/pensar do ocorrido. Isto, portanto, explica o fato de alguns estudantes, primeiramente mantidos com posturas empiristas, inclusive dentre eles os que apresentaram justificativas de complicada classificação como as exemplificadas no final do parágrafo anterior, assinalarem a alternativa 2 com esclarecimentos que ressoam com o seguinte sentido: *“Por uma hipótese os valores crescem e na outra os valores decrescem... a única (hipótese) com números mantidos próximos é  $F/x$ ”*. Esse raciocínio, porém, unido àquele do próprio aluno (*“ $F/x = k$  foi comprovada certa observando os números calculados”*) quando assinalou a alternativa 2 da questão 1 (interpretado com tendência empirista), caracterizou um dos resultados imprecisos que impossibilitou esta análise de finalizar com uma elevação percentual do desejado caráter racionalista, inicialmente beirando os 71% da amostra então investigada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível perceber na literatura em educação científica que o conceito de investigação se promoveu como alternativa epistemológica superior ao de MC dentro da perspectiva educacional pela qual se deseja ensinar os estudantes a “fazerem ciência” durante atividades experimentais. Nesse contexto, o presente estudo investigou uma aplicação exemplar de uma estratégia pedagógica, cuja sequência de etapas constitui uma forma pragmática ao educador de ciências com os seguintes méritos sintetizados numa comparação com as referenciais propostas de investigação e de MC.

A respeito da crítica principal ao MC (O.H.E.R.I.C.), o presente método investigativo adere um papel essencial aos problemas e às hipóteses por serem reconhecidos como condicionados às teorias ou ideias prévias que o indivíduo possui do mundo natural. Buscou-se, nesse sentido, auxiliar um problema preocupante que se discutiu persistir em educação científica pertinente à procura de superar um vício decorrente da posição empirista, fundamentada na crença de que a ciência parte do sensível, da observação dos fatos. Por assim ser e considerando que haverá sempre uma concepção epistemológica subjacente a qualquer situação de ensino, na medida em que se foi relatando a sequência pedagógica de procedimentos ocorridos desta estratégia, buscou-se defender uma lição implícita da importância do intelecto ao estabelecimento do alcance das ideias e que elas não são primeiramente óbvias através dos sentidos.

Em relação ao conceito de investigação (Giordan, 1999), então difundido como constituído dos elementos QUESTÃO, HIPÓTESE e EXPERIÊNCIA, dois pontos de sua

concepção original cabem ser debatidos, quais sejam: 1) numa investigação considera-se que não existe uma sequência composta de etapas bem definidas, mas sim uma multiplicidade de sequências possíveis, em que análises de dados e de problemas abertos se misturam continuamente por decorrência de um discurso basicamente dialógico, em que os alunos “*têm autonomia nos procedimentos da investigação*” (Kaline, 2015, p.35); 2)<sup>31</sup> uma experiência nunca refuta totalmente uma hipótese, que na maioria das vezes resiste, transformando-se e adaptando-se às circunstâncias, sendo apenas abandonada pela convergência de diversas experiências que a contradizem (Giordan, 1999). Em prática, pôde-se constatar e ajuizar que o primeiro ponto se mostra lesado quando não se impõe um discurso univocal numa metodologia de investigação em atividades de laboratório em nível básico de ensino. Conforme Laború (2003)<sup>32</sup>, há uma visão utópica de os aprendizes poderem “conduzir” uma investigação a partir de uma orientação que se conserva num discurso dialógico entre professor/aluno. Desse modo, uma alternância de etapas (multiplicidade de sequências possíveis) que se dá por meio de num discurso dialógico pode vir a tornar a instrução mais cansativa, lenta e ainda sem o êxito esperado de se “fazer ciência”, sendo mais viável na prática conduzir os estudantes a experimentarem (atuarem) uma (numa) investigação do que almejar que eles a efetuem com “ampla autonomia”. Acerca disto, o presente trabalho mostrou uma forma pragmática (uma sequência de etapas) de aplicar uma metodologia de investigação que, em termos pedagógicos, ficou mais bem exemplificada ao educador que uma proposta de multiplicidade de sequências possíveis para caracterizar o percurso da investigação. Já em relação ao segundo ponto, ficou demonstrado nesta metodologia (de âmbito educacional) a viabilidade de se concluir uma corroboração “definitiva”<sup>33</sup> da hipótese que o educador objetiva ensinar (conceitos científicos focados na escola), porém, com uma perspectiva de investigação embutida na atividade experimental.

Enfim, espera-se que este estudo venha a contribuir com aquele professor de ciências que se identifica com metodologias de investigação em atividades de laboratório e, acima disso, com os relacionados cursos de formação continuada que atrelam questões epistemológicas. Contribuição esta no sentido de auxiliar, neste nível escolar, a meta educacional do aprender a investigar, que “*envolve aprender a observar, planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico*” (Sá et al., 2008).

---

<sup>31</sup> Por intenção de forte aproximação à filosofia de Karl Popper.

<sup>32</sup> Este autor (ibid.) realiza uma ampla reflexão acerca de metodologias de investigação originadas de problemas abertos baseadas em discursos dialógicos caracterizando que: é comum um problema levantado pelo professor (ex.: ‘qual a relação entre pressão e volume de um dado sistema?’) estar longe de ser diretamente compreendido, mesmo após a diligência para aclará-lo, por meio de um discurso mais univocal feito por ele próprio antes desta etapa; o que implica ao professor fornecer o lançamento de uma hipótese exemplar para que o entendimento do que vem a ser uma, juntamente com o problema, se tornem mais claros. Aliás, defende que todos os aspectos de uma investigação (fenômeno, problema, hipóteses, plano de trabalho, análise de dados e conclusões) podem carecer de posições educacionais com discursos univocais para serem conduzidas e/ou finalizadas (ibid.).

<sup>33</sup> Podendo-se deixar um entendimento implícito (ou explícito se assim desejar) de que ali foi até onde se pôde avançar e, por assim ser, aceitar.

## REFERÊNCIAS

- Abbagnameo, N. (2000). *Dicionário de Filosofia*. Editora Martins fontes: São Paulo.
- Acevedo Díaz, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia em la didactica de las ciencias. *Eureka Enseñanza Divulgacion Científica*, 5(2), 134-169.
- Allchin, D. (2004). Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, 13, 179-195.
- Allie, S., Buffler, A. Loveness, K., Campbell, B. & Lubben, F. (1998). First year physics students' perceptions of the quality of experimental measurements. *International Journal of Science Education*, 20(4), 447-459.
- Andersson, G. (1984). ¿Son Compatibles Falsacionism y Falibilism? In Feyerabend, P.; Radnitzky, G.; Stegmüller, W.; y otros: “*Estructura y desarrollo de la ciencia*”. 215-232, Alianza Editorial: Madrid.
- Araújo, M. S. T. & Abib, M. L. V. S. (2003, junho). Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 176-194.
- Amaral, I. A. (1997, dezembro). Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, 3, 10-15.
- Apostolou, A. & Koulaidis, V. (2010, may). Epistemology and Science education: study of epistemological views of teachers. *Research in Science & Technological Education*, 28, 149-166.
- Biscaino, A. P. & Camargo, S. (2012). O que dizem os principais eventos da área de ensino de física com relação às atividades experimentais. *Ciência em Tela*, 5, 1- 9.
- Cachapuz, A. F. et al. (2000). Perspectivas de ensino de ciências. In Cachapuz A. F. (Org.). *Perspectivas de ensino*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Camargo, S. (2003). *Prática de Ensino de Física: marcas de referenciais teóricos no discurso de licenciandos*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.
- Chalmers, A. F. (1994). *A Fabricação da Ciência*. Editora Unesp: São Paulo.
- Chinelli, M. V.; Ferreira, M. V. S. & Aguiar, L. E. V. (2010). Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 16(1), 17-35.
- Delizoicov D. (1996, dezembro). Editorial – Sobre a produção do conhecimento científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3), 182-183.
- Ferreira, N. C. (1978). Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentação no ensino de Física. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) IFUSP/FEUSP. São Paulo.
- Galiuzzi, M. C. & Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, 27(2), 326-331.
- Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Éditions Belin.
- Hanson, N. R. (1975). Observação e Interpretação. In: *Filosofia da Ciência*. Editora Cultrix: São Paulo.
- Higa, I. & Oliveira, O. B. (2012, abri/jun). A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. *Educar em Revista*, 44, 75-92.

Hodson, D. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 93-108.

Kaline, S. O. (2015). O ensino por investigação: Construindo possibilidades na formação continuada do professor de ciências a partir da ação-reflexão. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal – RN.

Kuhn, T. S. (1994). Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? In Lakatos e Musgrave (Eds.): *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. Cultrix/EDUSP, p.5-32: São Paulo, 1970.

Kuhn, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 3ª edição. Editora Perspectiva S.A: São Paulo.

Labatini-Terra, L.; Larentis, A. L.; Atella, G. C.; Caldas, L. A.; Ribeiro, M. G. L.; Herbst, H. & Almeida, R. V. (2014). Identificação de obstáculos epistemológicos em um artigo de divulgação científica – entraves na formação de professores de ciências? *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 318-333.

Laburú, C. E. (2003). Problemas abertos e seus problemas no laboratório de Física: uma alternativa dialética que passa pelo discurso multivocal e univocal. *Investigações em Ensino de Ciências*. 8(3), 231-256.

Lakatos, I. (1970). O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. In Lakatos & Musgrave (Eds.): *A Crítica do Desenvolvimento do Conhecimento*, 109-243. Cultrix/EDUSP: São Paulo.

Ledermann, N. G. (1992). “Student’s and teacher’s conceptions of the nature of science: a review of the research”. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Lôbo, S. F. (2012). O trabalho experimental no ensino de Química. *Química Nova*, 35(2), 430-434.

Lubben, F. & Millar, R. (1996). Children’s ideas about the reliability of experimental data. *International Journal of Science Education*, 18(8), 955-968.

Maldaner, O. A. (2000). A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador. Ijuí: UNIJUÍ.

Marsulo, M. A. G. & Silva, R. M. G. (2005). Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*. 4(3).

Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching – The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.

Millar, R. (1991). A means to na end: The role of processes in science education. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical science*. Milton Keynes: Open University, p.44-52.

Moreira, M. A. & Massoni, N. T. (2016, abril). Interfaces entre visões epistemológicas e ensino e ciências. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 9(1), 1-32.

Mortimer, E. F. & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 283-306.

- Oliveira, M. M. L.; Costa, R. C.; Sotelo, D. G. & Rocha Filho, J. B. (2010). Práticas experimentais de Física no contexto do ensino pela pesquisa: uma reflexão. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(3), 29-38.
- Popper, K. R. (1970). A ciência normal e seus perigos. In Lakatos e Musgrave (Eds.): *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*, 63-71. Cultrix/EDUSP: São Paulo.
- Popper, K. R. (1972). *A Lógica da Pesquisa Científica*. Editora Cultrix: São Paulo.
- Rosa, C. W. & Rosa, A. B. (2010). Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física. *Revista Ibero-americana de Educação*, 52(6).
- Sá, E. F.; Maués, E. R. & Munford, D. (2008). Ensino de Ciências com caráter investigativo. I. In: Castro, E. C. de; Martins, C. M. de C.; Munford, D. (Orgs). *Ensino de Ciências por investigação – ENCI: Módulo I*. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 83-107.
- Silva, O. H. M. & Laburú, C. E. (2016, julho). Implicações epistemológicas da aplicação de um método investigativo em aula experimental no ensino médio. *Revista Electrónica de investigación en educación en ciencias*. 11(1), 31-39.
- Whitaker, M. A. B. (1979). 'History and Quase-history in Physics Education, Pt I'. *Physics Education*, 14, 108-112.