

XXII ENACED – II SIEPEC

Eixo Temático: Ensino de Ciências

A IMPORTÂNCIA DAS EPISTEMOLOGIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIA

Josiane dos Santos Aguera¹
João Fernando Christofolletti²

RESUMO

O presente trabalho tem como temática as visões deformadas da ciência. Essa pesquisa é de caráter bibliográfico, para análise e discussão dos textos faremos a análise de conteúdo. Nosso principal objetivo é apresentar e discutir as tais visões deformadas da ciência e da tecnologia apresentadas no trabalho de Gil-Pérez e colaboradores (2001), visões essas que são comumente transmitidas pelo próprio processo de ensino, nossa discussão se dará à luz das teorias (ou filosofias) de ciência de Karl Popper e Thomas Kuhn, isso pois, consideramos que as concepções de ciência dos professores influenciam diretamente no processo de ensino. Como principal resultado da pesquisa, concordamos com Gil-Pérez e seus colaboradores (2001) que para o melhoramento da educação científica é importante compreender se a imagem da natureza da ciência, que nós professores temos e transmitimos aos nossos alunos, é adequada ao propósito do ensino.

Palavras-chave: Ciência. Epistemologia. Natureza da ciência.

INTRODUÇÃO

Para apreender algo sobre a natureza da ciência precisamos nos apoiar em um conjunto de saberes elaborados a partir de aspectos de ordem histórica, filosófica e sociológica sobre a própria ciência, que nos permite identificar o que é ciência, o que inclui o conhecimento nominado como científico, suas práticas, os contextos em que se desenvolve etc. Em outras palavras, são tais “caminhos” que nos permitem identificar o que é ciência, como ela é produzida, e quem a faz, além ainda de sua repercussão e impacto na sociedade.

Gil-Pérez e colaboradores (2001) apontam para as discordâncias entre a natureza da ciência e a prática docente, o que seria um dos fatores que contribuiria para o fracasso escolar no que se refere ao aprendizado de ciências, os autores consideram que a mudança da epistemologia dos professores seria o caminho adequado para “uma imagem basicamente correcta sobre a natureza da ciência e da atividade científica, coerente com a epistemologia actual” (p.39). Partindo desse pressuposto, para melhorar o ensino das ciências seria necessário modificar a imagem da natureza da ciência que os professores possuem e transmitem.

¹ Mestranda de Pós-graduação do programa Educação em Ciências e Educação Matemática na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) campus Cascavel – PR. Email: aguerajosi@hotmail.com

² Professor Doutor no programa de Pós-graduação Educação em Ciências e Educação Matemática na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) campus Cascavel – PR. Email: joao.christofolletti@unioeste.br

XXII ENACED – II SIEPEC

Nesse sentido, apresentaremos duas das sete visões deformadas da ciência e da tecnologia que, segundo Gil-Pérez e colaboradores (2001), são comumente transmitidas pelo próprio processo de ensino. Pretendemos apresentar e discutir as tais visões deformadas da ciência e da tecnologia à luz das teorias (ou filosofias) de ciência de Karl Popper e Thomas Kuhn, isso pois, consideramos que as concepções de ciência dos professores influenciam diretamente no processo de ensino. Os alunos são ensinados a partir das concepções da natureza de ciência dos professores, logo, a compreensão do que seria uma ideia “equivocada” sobre ciência permite à nós professores direcionar nossas concepções epistemológicas.

Iniciamos com uma apresentação mais geral sobre as formas de compreender a ciência, a partir da obra de Bombassaro (1993), que descreve duas linhas principais de teorização sobre ela. A primeira delas é a “tendência analítica”, a qual é prioritariamente caracterizada pela análise lógica e linguística de enunciados e teorias científicas e que tem em Karl Popper, um de seus principais teóricos. Já a outra é a “tendência histórica”, que como o próprio nome sugere, se baseia em elementos do desenvolvimento histórico do saber científico e que tem como um dos seus principais pensadores, Thomas Kuhn. É em função da relevância desses autores para a compreensão sobre ciência que, após essa primeira abordagem sobre o tema, nós o trataremos para examinarmos duas das visões deformadas de ciência que mencionamos há pouco. Por meio do diálogo das ideias desses autores com tais modos de se pensar a ciência, buscamos, então, esclarecer tais perspectivas, tanto em termos daquilo que descrevem sobre o que a ciência é (inclusive, entendendo e questionando em que medida elas são deformadas). Quanto em função dos pressupostos teóricos que as fundamentariam.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa é de caráter bibliográfico, como apresenta Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. “Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas” (GIL, 2002, p. 44). Portanto, as principais fontes bibliográficas dessa pesquisa serão livros e capítulos de livros dos autores: Bombassaro (1993); Castañon (2007); e Gil-Pérez *et al* (2001).

Para análise e discussão dos textos faremos a análise de conteúdo, que em concordância com Flick (2013, p.134) “é um procedimento clássico para analisar materiais de texto de qualquer origem”.

XXII ENACED – II SIEPEC

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1 Tendência Analítica e Tendência Histórica

Bombassaro (1993) apresenta duas tendências epistemológicas: tendência analítica, e tendência histórica. A primeira foi desenvolvida ao longo da primeira metade do século XX e “assentou-se sobre a orientação teórica adotada pelo empirismo lógico, cujo representante mais influente foi o Círculo de Viena, e mais posteriormente pela filosofia de Karl Popper” (BOMBOSSARO, 1993, p.25). A segunda tendência, a histórica, também conhecida como nova filosofia da ciência, surge como crítica às concepções defendidas pela tendência analítica.

A tendência analítica teve como representante o Círculo de Viena, fundado oficialmente em 1929, possuía representantes de diversas áreas, como: física, matemática, lógica, e filosofia, entre outras. As pessoas desse grupo ambicionavam realizar investigações e divulgá-las, a fim de expor a concepção científica ao mundo. Para a atingir seu propósito, incorporavam-se o princípio básico da filosofia empirista e positivista.

Foi a partir dos resultados obtidos com as investigações realizadas pelo Círculo de Viena que a “tendência analítica” mostrou, ela própria, um movimento de auto renovação interna. No que diz respeito, por exemplo, ao critério de significado empírico, assentado sobre a noção de verificabilidade, houve uma clara mudança de posição. Essa mudança foi devida, em parte, ao próprio Carnap. Após a publicação de *Testability and Meaning*, os defensores da teoria verificacionista do significado resolveram abandonar o critério de confirmabilidade. Contudo, foi exatamente no tocante ao critério de confirmabilidade que a “tendência analítica” foi levada a uma situação paradoxal, ponto de partida das críticas feitas por Karl R. Popper (BOMBASSARO, 1993, p. 28).

Uma situação paradoxal, contudo, se dá com a tendência analítica, a partir das ideias de Karl Popper, pois ao mesmo tempo que ele fazia a defesa dos princípios da filosofia empirista que fundamenta as reflexões do Círculo de Viena, também criticava aspectos fundamentais desse grupo intelectual Karl Popper também se recusava em aceitar a lógica indutiva como faziam os membros do Círculo de Viena, que estavam assentados sobre as bases da concepção positivista.

A solução que Karl Popper apresenta como alternativa a essa perspectiva fundamentada no indutivismo reside em sua defesa da ideia de que toda observação se faz à luz de uma teoria. Essa crítica ao indutivismo o levará à formulação de suas ideias sobre o falsificacionismo, entendido como a principal proposta para explicar como a ciência opera e, para servir como principal característica da atividade científica, servindo para diferenciá-la de outras formas de conhecimentos intelectuais:

XXII ENACED – II SIEPEC

Estes são os passos que uma teoria cumpre para o Racionalismo Crítico até se tornar conhecimento científico: Primeiro, constatamos um problema (uma teoria que tínhamos não deu conta da realidade e nos frustrou); segundo, elaboramos hipóteses como tentativas de solução do problema; terceiro, temos que colocar em teste empírico estas hipóteses (aqui está a questão do falsificacionismo: se ela não puder ser, em tese, falsificada por nenhuma observação possível, não pode ser científica); quarto, verificamos se a hipótese foi corroborada (ou seja, se a previsão se concretizou) ou falsificada (a previsão não se confirmou na observação). Quando corroborada, temos uma teoria científica, que, no entanto tem validade provisória. Quando refutada (falsificada), também temos conhecimento, pois agora sabemos que a teoria é falsa (CASTAÑON, 2007, p.80).

Karl Popper considera que o método da ciência moderna não consiste em defender nossas teorias das tentativas de refutá-las, mas sim submetê-las às mais severas críticas e experimentos, com o objetivo de falsificá-las, assim uma teoria válida é aquela passível de ser corroborada, ou falsificada.

O princípio de verossimilhança é proposto por Karl Popper no sentido de que “em ciência, o que podemos é sempre nos aproximarmos mais da verdade, elaboramos teorias que aumentem seu conteúdo de verdade e diminuam o de falsidade” (CASTAÑON, 2007, p. 82). O filósofo considera que a verdade é o que a ciência busca, porém reconhece que somos buscadores de verdade não possuidores.

Em contrapartida à tendência analítica, outros teóricos procuraram desenvolver outra maneira de pensar e interpretar as atividades e os conhecimentos científicos a partir de seus processos históricos. Bombassaro (1993) chamou tal vertente de tendência histórica, a qual tem seu início a partir do final da década de 1950. A tendência histórica ficou conhecida como nova filosofia da ciência.

Bombassaro (1993, p.33) apresenta a crítica que a tendência histórica faz em relação à tendência analítica com as seguintes palavras:

(...) para a nova tendência, a percepção na ciência depende de certas pressuposições sobre o objeto observado, o que leva a afirmação de que nossos conhecimentos prévios e nossas crenças são constituintes da observação e do significado que atribuímos aquilo que observamos. No que diz respeito a essa questão, tornou-se amplamente conhecida a afirmação de Hanson de que “toda observação está carregada de teoria”. Isso, por sua vez, levou a “tendência analítica” a ter de reconhecer seus próprios limites, provocando uma revisão total da teoria dos dados dos sentidos e implicou, como imprescindível, o estudo, por exemplo, do “contexto de descoberta” antes julgado epistemologicamente desprezível.

Thomas Kuhn é um dos mais influentes pensadores da filosofia da ciência do século XX, o surgimento da sua obra possibilitou “uma onda descritivista nesta disciplina, tendo sido seguido nesta tendência por nomes como Imre Lakatos, próximo ao Racionalismo Crítico, e Paul Feyerabend”, (CASTAÑON, 2007, p. 86) que constituem o que se convencionou chamar

XXII ENACED – II SIEPEC

Nova Filosofia da Ciência.

A teoria de Karl Popper propõe o falsificacionismo das teorias, porém para Thomas Kuhn:

Quando surgem novidades no campo experimental que não são explicáveis pela estrutura conceitual e axiomática em vigor, elas são num primeiro momento alvo do obsessivo e sistemático exame e investigação dos mais hábeis membros dessa comunidade, e num segundo momento, simplesmente postas de lado à espera de novos instrumentos de medida ou teorias paralelas e integradas que possam explicá-las. Este é um dos pontos em que Kuhn se afasta de Karl R. Popper: **para ele, uma observação incompatível com uma teoria não leva um cientista a abandonar esta teoria, substituindo-a por outra. A mudança de uma teoria científica para Kuhn, não é tão simples como ele acredita que seria para o falsificacionista** (CASTAÑON, 2007, p. 88 grifo nosso).

Para Thomas Kuhn “quanto mais aumenta o conteúdo informativo de uma teoria, mais ela se arrisca a ser falseada. Com efeito, quanto mais se diz, mais se está arriscado a errar” (CASTAÑON, 2007, p. 89). Por essa razão o Thomas Kuhn discorda da teoria de Karl Popper, e propõe que os paradigmas estabelecidos, isso é, aqueles antes vigente passem a se reorientar e incorporam-se novos paradigmas.

Thomas Kuhn (1991) apresenta a ideia de paradigma, o paradigma é composto de suposições teóricas gerais e de leis e técnicas para a sua aplicação adotadas por uma comunidade científica específica. “Os que trabalham dentro de um paradigma, seja ele a mecânica newtoniana, ótica de ondas, química analítica ou qualquer outro, praticam aquilo que Kuhn chama de ciência normal” (CHALMERS, 1993, p. 125). Os cientistas normais, desenvolverão o paradigma com o intuito de explicar os aspectos revelados por meio dos resultados de suas experiências.

Thomas Kuhn propõe o conceito de revolução científica, qual consiste na “substituição de um paradigma que, tendo acumulado um número de anomalias suficientes, gerou as condições necessárias para o surgimento de um novo paradigma que o substitua dando conta dessas anomalias” (CASTAÑON, 2007, p. 89). O autor compreende que quando ocorre uma mudança de paradigma:

Há sempre ganhos e perdas na capacidade de explicação e previsão. Contra o princípio da verossimilhança, Kuhn afirma que uma nova teoria explica alguns fatos novos que teoria antiga não explica, mas esta, geralmente continua a explicar fatos que a nova não teria como explicar. Assim, ficaria impossível afirmar que uma teoria é superior à outra (CASTAÑON, 2007, p. 91).

A mudança de paradigma, segundo Thomas Kuhn não significa que a teoria antes vigente é desprezível, mas as que anomalias, as falhas naquela teoria foram apresentadas, e, assim a construção de uma nova teoria se fez necessária, vindo à substituir à anterior o que

XXII ENACED – II SIEPEC

não necessariamente anula a invalida à anterior, mas sim aponta para novas perspectivas, porém sem garantias que a substituição explicará as limitações da anterior, uma vez que a evolução da ciência prevê melhorias nas teorias.

A partir da apresentação das teorias de Karl Popper e Thomas Kuhn, passamos à apresentar e discutir duas das sete visões deformadas da ciência e da tecnologia apresentadas por Gil-Pérez e seus colaboradores (2001), isso pois, consideramos que as concepções de ciência dos professores influenciam diferentemente no processo de ensino.

2 Possíveis Visões Deformadas da Ciência e da Tecnologia

Gil-Pérez e seus colaboradores (2001) apontam para as discordâncias entre a natureza da ciência e a prática docente, o que contribuiria para o baixo desempenho escolar dos alunos, percebe-se a “necessidade de estabelecer no que se pode compreender como uma imagem basicamente correcta sobre a natureza da ciência e da atividade científica, coerente com a epistemologia actual” (p.39).

Os autores reconhecem a dificuldade em dizer o que seria uma “imagem correta” da atividade científica, já que há diferentes compreensões de ciência. Contudo nos trabalhos que realizaram com equipes de professores perceberam que as visões equivocadas sobre ciência e tecnologia são sempre as mesmas, e essas são mencionadas na mesma frequência.

Esse pesquisadores identificaram sete das possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia, são elas: visão descontextualizada; concepção individualista e elitista; concepção empírico-inductivista e ateórica; visão rígida, algorítmica, infalível; visão aproblemática (ergo acabada e dogmática); visão exclusivamente analítica; e visão acumulativa, de crescimento lineal. Nesta investigação, apresentaremos duas dessas possíveis visões deformadas sobre ciência e tecnologia identificadas no trabalho de Gil-Pérez *et al.* (2001), visões estas que foram difundidas e transmitidas no meio educacional, que estão presentes de maneira direta ou indireta, nas explicações sobre determinado conteúdo do ensino de ciências. Ressalta-se que a escolha pelas duas visões se deu em razão do momento do nosso estudo julgarmos as mais intuitivamente adequadas para o debate com esses dois autores, que são, por sua vez, as principais referências nesse campo de saber. A partir delas, buscamos refletir sobre seus significados à partir de um diálogo com as teorias de Karl Popper e Thomas Kuhn.

A primeira das visões distorcidas que trazemos para o debate é **concepção empírico-indutivista e ateórica**. Ela se remete uma concepção ingênua que defende o papel

XXII ENACED – II SIEPEC

da observação e da experimentação “neutra”, isso é, não contaminadas por de ideias aprioristas, esquecendo o papel essencial das hipóteses como focalizadoras das investigações e dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) (GIL-PÉREZ *et al*, 2001). Partindo do princípio de que toda observação se apoia em ideias e concepções anteriores às observações, é falsa a ideia de considerar a observação enquanto “neutra”. A tese de que toda observação se faz a luz de uma teoria foi reintroduzida por Karl Popper, como crítica aos induvistas que estavam assentados em bases positivistas para a ciência, o pensador apresenta “que o verdadeiro critério de cientificidade de uma teoria não é o fato de ela poder ser diretamente verificável, mas o fato de ela possuir conseqüências necessárias que sejam passíveis de falsificação” (CASTAÑON, 2007, p. 75).

Gil-Pérez e seus colaboradores (200, p.45-46 grifo nosso) defendem que:

É preciso, insistir na importância dos paradigmas conceptuais, das teorias, no desenvolvimento do trabalho científico (Bunge, 1976), num processo completo, não reduzindo a um modelo definido de mudança científica (Estany, 1990), que inclui eventuais roturas, **mudanças revolucionárias (Kuhn, 1971), do paradigma vigente num determinado domínio e surgimento de novos paradigmas teóricos.** É preciso também insistir em que os problemas científicos constituem inicialmente “situações problemáticas” confusas: o problema não é dado, é necessário formula-lo de maneira precisa, modelizando a situação, fazendo determinadas opções para simplifica-lo mais o menos com o fim de poder aborda-o, clarificando o objetivo, etc.

Devemos considerar que o problema de pesquisa é influenciado a partir das nossas expectativas. Antes de iniciar a busca por respostas o pesquisador deve apresentar a pergunta que o intriga, mesmo que a resposta não seja imediata a motivação para a escolha do problema parte das vivências teóricas anteriores. Nesse sentido, essa “visão deformada” acaba por ser falha porque desconsidera as mudanças revolucionárias.

Para Thomas Kuhn o empreendimento científico é constituído de duas fases gerais: a ciência normal e a ciência extraordinária. A primeira fase, a ciência normal, as práticas teóricas e experimentais são regidas pelas regras ou princípios do paradigma vigente, dessa maneira não os podem contradizer (CASTAÑON, 2007). A ciência normal é aquela que não questiona o paradigma, que trabalha para corrigir as falhas que são apresentadas dentro do paradigma, e aprimorar os saberes já estabelecidos. Nela o problema está dado e assim o cientista normal estará trabalhando sobre ele. Já na ciência extraordinária, “o paradigma dominante e seus pressupostos são postos em dúvida, surgem outras propostas de paradigma investido sobre o dominante, e então suavizam as normas que governam a pesquisa normal” (CASTAÑON, 2007, p. 88). É a partir das anomalias presentes na ciência normal, que a

XXII ENACED – II SIEPEC

comunidade relevante àquela área do conhecimento começará a questionar aspectos do paradigma no qual trabalham e, pouco a pouco, passaram a procurar ou elaborar um novo paradigma. Assim é que se dá a, passagem da ciência normal para a ciência extraordinária que permitirá que o paradigma seja substituído, a incorporação de um novo paradigma novamente volta à ciência normal, agora o paradigma será observado e estudado buscando-se aprimorá-lo.

Visão acumulativa, de crescimento lineal, essa é a sétima visão discutida pelos autores e se refere a uma perspectiva exclusivamente analítica. Em outras palavras, ela assume que o desenvolvimento científico acontecesse de forma linear, puramente acumulativo, “ignorando as crises e as remodelações profundas, fruto de processos complexos que não se deixam ajustar por nenhum modelo definido de desenvolvimento científico” (GIL-PÉREZ *et al*, 2001, p. 51).

No entanto o conhecimento científico é feito de conjecturas. Para Karl Popper “*A verdade é o ideal normativo da ciência*, seu ideal regulador. Nunca alcançável, sempre perseguida. A busca, não tem fim;” (CASTAÑON, 2007, p. 81, grifos no original). O filósofo considera que somos “buscadores de verdade mas não possuidores” dela, logo a ideia de uma ciência contínua desconsidera o processo de busca por verdades.

É necessário esclarecer que as teorias aceitas hoje passaram por processos de transformação, e confrontação até se estabelecerem. Os processos de mudança incluem autênticas “revoluções científicas”, como descritas por Thomas Kuhn:

A revolução científica para Kuhn (1991) é portanto a substituição de um paradigma que, tendo acumulado um número de anomalias suficientes, gerou as condições necessárias para o surgimento de um novo paradigma que o substitua dando conta dessas anomalias. É um momento de evolução não-linear da história da ciência. Para Kuhn, quando entramos num período de crise científica, só o podemos superar de três maneiras. A primeira é incorporar as anomalias ao paradigma com pequenas alterações em suas teorias. A segunda é deixar a anomalia de lado, abandona-la, desde que ela não esteja interferindo na resolução de outros problemas ou de objetivos tecnológicos. A terceira é a Revolução Científica, ou seja, a mudança de paradigma
(CASTAÑON, 2007, p. 89).

Uma visão linear de ensino apresenta os conhecimentos hoje aceitos sem mostrar como eles foram alcançados, não se referindo às frequentes confrontações entre teorias rivais, às controvérsias científicas, nem aos complexos processos de mudança. Nesse sentido devemos compreender que as teorias hoje aceitas, não foram de forma linear, mas ao contrário, rupturas e mudanças de paradigmas foram necessárias para contribuir na construção do conhecimento científico.

XXII ENACED – II SIEPEC

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que a epistemologia pretende das saber características do que é específico ou não dá ciência. Seu objeto de estudo é a reflexão sobre ciência em todos seus aspectos, tais como a produção do conhecimento, seus fundamentos e métodos, seu desenvolvimento e suas mudanças ao longo do tempo, bem como as múltiplas influências que decorrem do contexto social e histórico em que é realizada. Com isso, é possível percebermos que, que ao contrário do que usualmente se pode pensar, ela não se constitui em uma construção puramente racional, baseada nas evidências empíricas.

Concordamos com Gil-Perez e seus colaboradores (2001) que para o melhoramento da educação científica é importante compreender se a imagem da natureza da ciência, que nós professores temos e transmitimos aos nossos alunos, é adequada ao propósito do ensino.

REFERÊNCIAS

BOMBASSARO, L. C. **As fronteiras da epistemologia**: uma introdução ao problema da racionalidade e da historicidade do conhecimento. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1992.

CACHAPUZ, António *et al.* **A NECESSÁRIA RENOVAÇÃO DO ENSINO DAS CIÊNCIAS**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CASTAÑON, G. **Introdução à epistemologia**. (Mimeo), 2007.

CHALMERS, A, F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.